



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
CAMPUS RECIFE
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SISTEMA, PROCESSOS E CONTROLES
ELETRO-ELETRÔNICO
COORDENAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JONATHAN ROMUALDO SANTOS ARAUJO PEREIRA

**REMODELAGEM DO SISTEMA SIGAREIAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS
ARCGIS**

RECIFE

2018

JONATHAN ROMUALDO SANTOS ARAUJO PEREIRA

**REMODELAGEM DO SISTEMA SIGAREIAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS
ARCGIS**

Este trabalho foi apresentado ao Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Aida Araújo Ferreira.

RECIFE

2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo(a) aluno(a) **Jonathan Romualdo Santos Araújo Pereira** à coordenação de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, do Instituto Federal de Pernambuco, sob o título de “**REMODELAGEM DO SISTEMA SIGAREAIS UTILIZANDO TECNOLOGIAS ARCGIS**”, orientado pelo(a) Prof. **Doutora Aida Araújo Ferreira** e aprovado pela banca examinadora formada pelos professores:

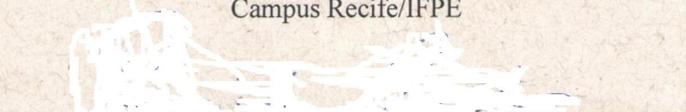
Recife, 10 de setembro de 2018.



Prof. Dr. Aida Araújo Ferreira
CTADS/DASE/IFPE



Prof. Dr. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa
Campus Recife/IFPE



Prof. Dr. Ramide Augusto Sales Dantas
CTADS/DASE/IFPE



Prof. Dr. Anderson Luiz Ribeiro de Paiva
UFPE



Jonathan Romualdo Santos Araújo Pereira

Dedico esta monografia a minha família, Helenita e Edilson, com todo meu amor e gratidão por todo suporte concedido.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos principais são direcionados à Aida Araújo e Ioná Rameh¹ que, após me convidarem para fazer parte do projeto, possibilitou a produção deste trabalho.

Agradecimentos especiais são direcionados ao Instituto Federal de Pernambuco² (IFPE), e ao corpo docente³ do curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. A ANE⁴ pelo apoio concedido à pesquisa.

¹ Professoras do IFPE

² <http://www.ifpe.edu.br/>

³ <http://www.ifpe.edu.br/campus/recife/cursos/superiores/tecnologos/analise-e-desenvolvimento-de-sistemas/corpo-docente>

⁴ <http://www.aguadonordeste.org.br/>

*“O sucesso é a soma de
pequenos esforços repetidos dia
após dia”*

(Robert Collier)

RESUMO

Com objetivo de conhecer melhor as potencialidades e desafios da região e da população que se utiliza das aluviões para retirada de água, a Associação Águas do Nordeste realizou o Cadastro de Mananciais e Usos da Água do Alto Capibaribe, em Pernambuco. Esse cadastro possibilitou o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) em ambiente Web (SIGAreiasV2), permitindo que os dados coletados em campo estivessem disponíveis para a sociedade em geral. Este trabalho descreve o processo de desenvolvimento desse sistema. Foi realizada a análise e projeto do sistema, onde definiram-se os requisitos e foram modelados os casos de uso utilizando o Astah Professional, em seguida o banco de dados (BD) foi remodelado, reorganizando sua estrutura e criadas novas entidades e relacionamentos, a partir da interface do PostgreSQL, para permitir a inclusão das novas funcionalidades. A criação das funcionalidades foi realizada durante o desenvolvimento da camada de serviços, onde foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Netbeans para codificar, o *Spring Boot* para configuração e publicação da aplicação, o JUnit para realização de testes, o Bugzilla para rastreamento de erros e o Sourcetree para versionamento do sistema. Foi criada uma interface amigável para o sistema utilizando o *Bootstrap* e exibido o mapa empregando o *ArcGIS API for Javascript*. Como resultados foram obtidos o novo modelo do BD, o fluxo de acompanhamento de denúncias de retirada ilegal de areia, o cadastro de dados das pesquisas e de usuários diretamente online e a disposição de mapas e serviços com o *ArcGIS Server* a partir dos dados salvos no BD.

Palavras-chaves: Semiárido. Águas de Areias. SIGWeb. Web Service. ArcGIS

ABSTRACT

In order to better understand the potentialities and challenges of the region and the population that uses alluvial water, the Águas do Nordeste Association has carried out a registry of Springs and Water Uses of Alto Capibaribe, in Pernambuco. This registry enabled the development of a Geographic Information System (GIS) in a Web environment (SIGAreiasV2), allowing data collected in the field to be available to society in general. This work describes the system development process. The creation of functionalities have been done during the development of the services layer, where the Netbeans development environment have been used to code, Spring Boot for application configuration and publishing, JUnit for testing, Bugzilla for error tracking and Sourcetree for system versioning. A user-friendly interface was created using Bootstrap and mapped using the ArcGIS API for Javascript. As results were obtained the new model of the database, the flow of follow-up reporting of illegal sand removal, the registration of data from surveys and users directly online and the provision of maps and services with ArcGIS Server from the data saved in the database.

Key-words: Semi-arid. Sand Waters. WebGIS. Web Service. ArcGIS

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 - Diagrama de máquina de estados das denúncias, representando o fluxo de estados a denúncia pode apresentar.....	29
Diagrama 2 - Diagrama de classes do sistema.....	30
Diagrama 3 - Diagrama de implantação do sistema.....	30
Diagrama 4 - Diagrama de componentes do sistema.	31
Diagrama 5 - Diagrama de fluxo representando o processo de criação de mapas, desde a obtenção de dados a partir do formulário online, tratamento no ArcMap e exibição no mapa.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corte longitudinal de um rio onde se visualiza o acúmulo de aluviões a montante. A seta indica o sentido de escoamento do rio.	17
Figura 2 - Mapa de Londres com casos de cólera e localização dos poços.....	19
Figura 3 - Caso de uso de gerenciamento de contas.....	27
Figura 4 - Caso de uso de denúncias.	28
Figura 5 - Modelo Entidade-Relacionamento antigo.	32
Figura 6 - Modelo Entidade-Relacionamento que exhibe os relacionamentos entre novas.	33
Figura 7 - Tela principal do sistema SIGAreiasv2 com o mapa e camadas do projeto e do SIG Caibeiras.....	35
Figura 8 - Formulário de login onde aparecem os campos de login e senha.	36
Figura 9 - Formulário de cadastro de usuários.	38
Figura 10 - Formulário de cadastro de denúncia.....	38
Figura 11 - Formulário de cadastro dos mananciais e usos da água.....	40
Figura 12 - Gráficos de barra da quantidade de mananciais por trecho e gráfico de setor representando a quantidade de mananciais por tipo de manancial	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais ferramentas ArcGIS e suas descrições.	23
Tabela 2 - Tabela de status e suas transições. "DE" representa o estado atual da denúncia e "PARA", o estado que ela poderá apresentar.....	29
Tabela 3 - Tabela de gerenciamento de contas, onde se exibe o nome, email, status da conta e tipo do usuário.	37
Tabela 4 - Tabela de gerenciamento de denúncias, onde se exibe o ID, título, descrição, ponto de referência e estado das denúncias cadastradas.	39
Tabela 5 - Tabela de gerenciamento de formulários, onde se exibe o ID, trecho, responsável e o residente da área cadastrada.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANE	Associação Águas do Nordeste
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
API	Application Programming Interface
BD	Banco de Dados
CRUD	Create, Retrieve, Update, Delete
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
ER	Entidade Relacionamento
ESRI	Environmental Systems Research Institute
IDE	Integrated Development Environment
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
IP	Internet Protocol
JPA	Java Persistence API
JSP	Javascript Pages
JWT	Json Web Token
OMS	Organização Mundial da Saúde
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language
WS	Web Service

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Gerais.....	18
1.2.2 Específicos.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Sistema de Informação Geográfica.....	19
2.2 SIG Desktop x SIG Web.....	20
2.3 Bancos de Dados Geográfico.....	21
2.4 Web Servicee e Spring Boot.....	22
2.5 ArcGIS API for Javascript.....	22
2.6 Ferramentas ArcGIS.....	22
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 Materiais.....	24
3.2 Métodos.....	25
3.2.1 Análise e Projeto.....	25
3.2.2 Remodelagem do Banco de Dados Geográfico.....	25
3.2.3 Desenvolvimento da Camada de Serviços.....	26
3.2.4 Desenvolvimento da Interface do Usuário.....	26
4 SISTEMA SIGAREIASV2.....	27
4.1 Desenvolvimento dos Diagramas do Projeto.....	27
4.2 Remodelagem do Banco.....	31
4.3 Desenvolvimento da Camada de Serviços.....	34
4.4 Desenvolvimento da Interface do Usuário.....	35
4.5 Compartilhamento de Dados.....	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43

REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE – FORMULÁRIO DE CADASTRO DOS MANANCIAIS E USOS DA ÁGUA.....	48

1 INTRODUÇÃO

A água é uma dos recursos mais importantes na Terra e um bem essencial para a vida. Sua conservação é importante dada à limitação de água doce disponível no planeta para fins de alimentação e fornecimento de água em geral, como indicado pela OMS (2017). Nesse contexto, o projeto Águas de Areias foi desenvolvido pela Associação Águas do Nordeste (ANE) no semiárido brasileiro, mais especificamente nos municípios de Brejo da Madre de Deus, Jataúba, Poção e Santa Cruz do Capibaribe. Conforme Braga (2016), nessa região, assim como no Agreste pernambucano, a baixa pluviosidade anual e a elevada taxa de evaporação potencial levam à escassez hídrica e à vulnerabilidade das populações humanas.

Os reservatórios, denominados aluviões⁵, são acessados principalmente através da construção de poços, contudo estes poços chamam a atenção não só dos moradores, mas também de empresas ligadas a construção civil, que visam a retirada da areia desses depósitos para utilizá-la na construção civil. Essa extração condestina e indiscriminada põe em risco a existência desse recurso natural.

A ANE promoveu ações nos já citados municípios do Alto Capibaribe por intermédio do projeto Águas de Areias através do financiamento da Petrobrás Socioambiental, objetivando diminuir a escassez de águas no semiárido, verificar a disponibilidade hídrica das aluviões, analisar e alertar sobre o risco gerado pela exploração de areia e a necessidade da governança para garantir a sustentabilidade hídrica.

Muitas pesquisas foram realizadas no âmbito do projeto Águas de Areias com ⁵intuito de conhecer os desafios e as potencialidades da região e da população que se utiliza das aluviões para retirada de água, dentre elas o cadastro de mananciais e usos da água. Esse cadastro possibilitou o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) em ambiente Web (SIGAreias), permitindo que os dados coletados em campo estivessem disponíveis para a sociedade em geral.

Um SIG, segundo Pina; Santos (2000), é uma ferramenta capaz de reunir um grande volume de dados geográficos, permitindo a seleção e busca de informações e análise estatística, conjuntamente com a possibilidade de visualização e análise geográfica oferecida pelos mapas. Assim, o desenvolvimento do SIGAreias foi realizado utilizando o melhor que as ferramentas de construção de SIGs tem a oferecer para

⁵ Depósitos de areia, que possuem a capacidade de armazenar água.

auxiliar na divulgação e análise de dados coletados pela ANE, no projeto “Águas de Areias”.

O SIGAreias foi baseado originalmente em tecnologias *Open-Source* (código aberto), tanto para armazenamento dos dados levantados quanto para sua representação. Para realizar o armazenamento e compartilhamento de dados espaciais foi utilizado o servidor *GeoServer*. E para realizar a exibição dos dados provindos do *GeoServer* utilizou-se uma biblioteca *JavaScript* específica para exibição de dados geográficos, *OpenLayers*.

A ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), empresa norte-americana especialista em soluções para a área de informações geográficas, produz ferramentas de mapeamento e análise espaciais. Em 2016, o Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) adquiriu a licença *ArcGIS Enterprise*, a qual inclui diversos produtos que permitem maior desenvolvimento, análises e compartilhamento de dados georreferenciados, como o *ArcMap*, utilizado principalmente na criação mapas; *ArcGIS Server*, empregado no compartilhamento de informações geográficas através de *web services* no interior de uma organização ou mesmo de forma pública na Internet ESRI (2018).

Desse modo, o *GeoServer* foi substituído pelo *ArcGIS Server*, que disponibiliza os dados geográficos de uma organização, com sincronização em tempo real dos dados exibidos, opção que não era possível utilizando o *GeoServer*, permitindo a realização de análises dos dados salvos no banco de dados sem a necessidade de esperar a publicação de novas camadas.

Para o desenvolvimento da interface foi utilizado o *Bootstrap*, para obter responsividade ao site e a *ArcGIS API for JavaScript*, na versão 4.2 em substituição ao *OpenLayers* que trata-se de uma *API JavaScript* utilizada para o desenvolvimento de aplicações web que utilizam mapas e dados espaciais, tanto 2D quanto 3D (ESRI, 2017).

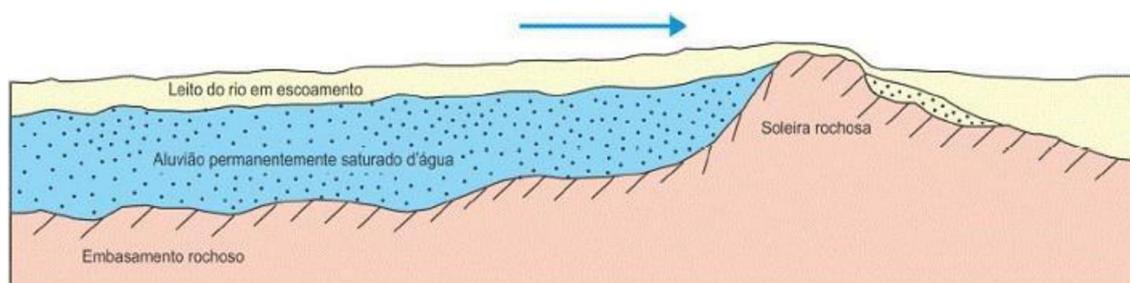
1.1 Justificativa

Formados a partir de materiais resultantes da ação de erosão das encostas dos rios e da deposição de sedimentos fluviais, como é possível observar na figura 1, as aluviões dos rios se constituem, geralmente, de bons aquíferos, os quais desempenham um papel importante no suprimento de água da população rural e uso

na agricultura (BRAGA, 2016). Como principais vantagens dessas formações, do ponto de vista do aproveitamento das águas subterrâneas, Hirata (1991) aponta a facilidade de perfuração desses tipos de depósitos, o que torna este tipo de exploração rápida e barata, além também da sua localização favorável a recarga hídrica, a profundidade de escavação para acessar o nível das águas subterrâneas é baixa por estar próxima a superfície e apresentar boa permeabilidade.

Devido as diferenças que ocorrem nos solos em relação à absorção e retenção das águas, no tempo, devido aos efeitos climáticos e pelo próprio emprego da água, o reabastecimento de um aquífero exibe variabilidade (MANZIONE et al., 2007). O claro julgamento do abastecimento é primordial para se calcular a disponibilidade hídrica para a agricultura e tem grandes implicações especialmente nos aquíferos freáticos de pequenas profundidades e que apresentam grande variação entre as estações na sua profundidade do nível d'água, como é o caso das aluviões do semi-árido, constituindo uma variável de imprescindível interesse no conhecimento e manejo adequado dos aquíferos.

Figura 1 - Corte longitudinal de um rio onde se visualiza o acúmulo de aluviões a montante. A seta indica o sentido de escoamento do rio.



Fonte: Rede de sustentabilidade hídrica do alto capibaribe, Resolução CONSEMA 01/2013

Nesse contexto, a ferramenta SIGAreias permite a gestão dos dados sobre os corpos hídricos superficiais e subterrâneos, podendo reverter processos de degradação e promover práticas de uso racional das águas do semiárido nordestino. Desta forma, a sua remodelagem visa sanar as limitações que as ferramentas de código aberto possuem, utilizando tecnologias ArcGIS para extrair e divulgar informações de maneira mais eficiente, incluído o contexto social do semiárido no meio acadêmico, permitindo a formação de estudos e conteúdos relevantes, tanto na área social quanto na área de sistemas de informação geográfica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Gerais

O objetivo principal desse trabalho foi adaptar o sistema SIGAreias para que fossem utilizadas tecnologias *ArcGIS*, para armazenamento e exibição de camadas, além de desenvolver o módulo de gerenciamento de dados com foco na manutenção dos dados de análise do uso da água, cadastros dos usuários e cadastro das denúncias.

1.2.2 Específicos

- Elaborar modelo de banco de dados para o módulo de gerenciamento de dados do SIGAreias;
- Desenvolver o fluxo de acompanhamento de denúncias, permitindo que o administrador do sistema, possa alterar os possíveis estados da denúncia;
- Desenvolver o cadastro de formulário, permitindo que os dados das pesquisas sejam diretamente digitados no sistema;
- Desenvolver o cadastro de usuário, permitindo a inclusão de usuários com perfil de administrador e pesquisador;
- Utilizar o *ArcGIS Server* para criar mapas e disponibilizar serviços de mapa;

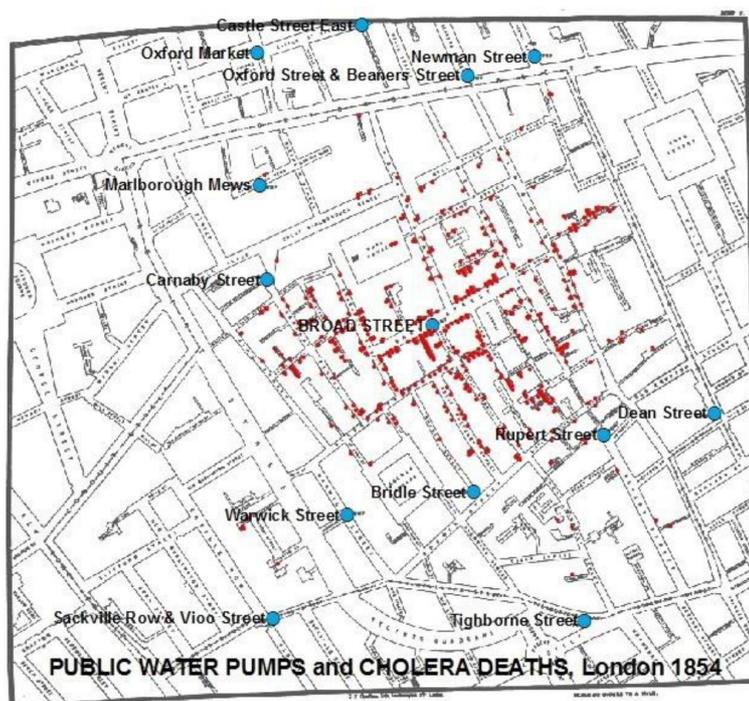
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema de Informações Geográficas

A representação do espaço através da cartografia acompanha a história da humanidade, utilizando de diversos recursos para alcançar sua representação, como iconografias ou outros recursos da linguagem, afirma Carvalho; Araújo (2011). Raisz (1969), define como aptidão inata da humanidade a elaboração de mapas. Ele relata a existência de esboços cartográficos, feita pelos nativos das ilhas Marshall, astecas, chineses, entre outros. Na china antiga, segundo Harley (1991), os mapas eram utilizados como instrumentos de poder, podendo retratar fronteiras, protocolos burocráticos ou documentos estratégicos militares.

O modelo mais conhecido de utilização do SIG antes da informatização, foi no ano de 1854, quando Londres foi atingida por um surto grave de cólera. O físico John Snow utilizou mapas para ilustrar locais de surtos provenientes da doença, estradas, propriedades e poços públicos de água. Após realizar análises na capital da Inglaterra, foi possível identificar informações que estimularam ações de combate a cólera.

Figura 2 - Mapa de Londres com casos de cólera e localização dos poços.



Na figura 2, os pontos vermelhos representam mortes causadas pela epidemia e os azuis as áreas de retirada de água. Após a análise, foi identificado que a doença era transmitida pela água e não pelo ar, como a população supunha.

Com a revolução da informática e eletrônica, o uso de mapas de papel foi perdendo espaço para as representações utilizando ferramentas computacionais. O governo canadense, no começo dos anos 60, desenvolveu o primeiro SIG informatizado e tinha como objetivo ampliar as habilidades limitadas e falíveis das pessoas no gerenciamento de recursos naturais e uso do solo (CRAIG; HARRIS; WEINER, 2002).

O crescimento de aplicações de SIG's no início da década de 90, segundo Ladwig (2012), se deveu à disseminação dos computadores pessoais em conjunto da tecnologia de baixo custo porém com grande capacidade de desempenho, podendo-se afirmar que foram os computadores que impulsionaram o desenvolvimento rápido de aplicações.

Tendo em vista a importância das ferramentas SIG, como elemento central no processo de propagação de informações espaciais e o rápido desenvolvimento de diversas aplicações desse gênero, é necessário definir o conceito de SIG.

Longley et al. (2013) definem SIG como qualquer procedimento, manual ou baseado em computador, que tem como objetivo o armazenamento e a manipulação de dados referenciados geograficamente. Para Worboys (2003), o conceito é mais restrito a sistemas baseado em computador, permitindo a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação dos dados. Arndt; Scheer; Philips (2012) complementam os conceitos anteriores, afirmando que os dados espaciais tem um conjunto de propósitos particular.

É importante verificar que, para os autores citados, SIG é um conjunto de ferramentas que permite realizar manipulações sobre dados espaciais, porém alguns autores, como Teixeira (1992), focam suas definições no banco de dados espacial, afirmando que as informações provenientes de dados cartográficas, redes, imagens de satélite e etc, são combinados numa única base de dados geocodificada.

2.2 SIG Desktop x SIG Web

O padrão convencional de ferramenta SIG (SIG Desktop) baseia-se num conjunto de dados em um único pacote de software reservado apenas a uma máquina,

utilizando-se softwares específicos para necessidades específicas (LONGLEY et al., 2013). Apesar de serem mais robustos e apresentarem recursos de geoprocessamento, para a realidade de diversos projetos das organizações, este modelo tem se mostrado limitado, visto que em grandes projetos existe a necessidade de um grande número de usuários estarem envolvidos no projeto. Portanto, para permitir o suporte multi-usuário e multi-plataforma as ferramentas SIG se adaptaram disponibilizando dados geocodificados através da rede de computadores (FURQUIM; FURQUIM, 2007).

Com o rápido avanço tecnológico e o destaque da internet como meio de disponibilização e interligação de dados, a possibilidade da lógica dos recursos de geoprocessamento ser aplicada ao servidor de aplicação, não dependendo assim, da velocidade de processamento da máquina e com respostas em tempo real para múltiplos usuários trabalhando no projeto, ganhou espaço entre as ferramentas SIG, que adotou a web para disponibilizar mapas geocodificados (SIG Web).

É importante ressaltar que a ascensão dos SIGs baseados na web não significa que os sistemas desktop serão descontinuados, mas sim acabam por estimular a demanda por conteúdos SIG em computadores individuais com melhor administração e automação dessas ferramentas (LONGLEY et al., 2013).

2.3 Bancos de Dados Geográficos

Com o aumento no desenvolvimento e utilização de ferramentas SIG e de geoprocessamento em geral, os bancos de dados tradicionais foram moldados para poderem armazenar e consultar dados que representem objetos definidos em um espaço geométrico e suas informações.

Um banco de dados geográfico é semelhante ao relacional quanto à estrutura, porém armazena dados geográficos que descrevem objetos ou fenômenos que ocorrem na Terra e que estão associados a uma posição geográfica específica, descrevendo sua localização ou forma. Os dados armazenados descrevem o que é um o objeto, onde está localizado, qual é o seu relacionamento com outros objetos e em que período de tempo o objeto é válido (LONGLEY et al., 2013). Os SIGs vêm adotando os banco de dados geográficos como ponto central de arquitetura, porém possuiu uma relativa demora a sua adoção devido à complexidade de representação e manipulação de dados geográficos (ALVES et al., 2017).

A coleta de dados georreferenciados podem ocorrer através de diversas tecnologias como sensoriamento remoto ou levantamento de campo. Os SIG's possuem dispositivos de interface que oferecem essas tecnologias por meio digital. Nesse sentido, a fonte passa a ser a própria coleta. Para contornar possíveis erros nos dados dessas coletas, é importante também adotar medidas de controle qualitativas que busquem manter os dados armazenados no banco de dados utilizáveis e confiáveis.

2.4 Web Services e Spring Boot

Segundo Wagh; Thool (2012), *Web Services* são aplicações Web que expõem a lógica de negócios de uma aplicação como serviços através da Internet, na qual o *IP* pode ser usado de maneira a invocar e aderir aos métodos do determinado serviço, sendo esse serviço autodescritivo e modular. Dessa maneira, a aplicação que utilizará os serviços é independente da lógica, sendo capaz de trocar a interface do sistema ou mesmo o sistema completo e manipulando os mesmos dados disponíveis pelo *Web Service*.

O *Spring* é um conjunto de subprojetos que permite a construção de aplicações portáteis e compreensíveis (PIVOTAL, 2017). Ele possui o *Spring Boot* que tem como objetivo facilitar o processo de desenvolvimento, configuração e publicação de aplicações, fazendo com que o projeto saia da fase de desenvolvimento e passe para a fase de uso rapidamente. Essa tecnologia conta com uma coleção de soluções pré-programadas que aceleram a criação de serviços responsáveis por receber dados geográficos através da internet.

2.5 ArcGIS API for JavaScript

Essa *API da ArcGIS* é uma biblioteca *JavaScript* customizada desenvolvida para facilitar e aumentar a produtividade de aplicações de mapas da *ESRI*. Esta *API* combina capacidades geoespaciais a tecnologia Web possibilitando a criação de aplicações que utilizam mapas com maior performance.

2.6 Ferramentas ArcGIS

Utilizando a localização, o ArcGIS disponibiliza diversas funcionalidades de visualização e análises de dados, permitindo o compartilhamento de informações

utilizando mapas, relatórios e aplicativos. A tabela 1 exibe as principais ferramentas oferecidas.

Tabela 1 - Principais ferramentas ArcGIS e suas descrições.

Ferramenta	Descrição
ArcMap	Aplicação SIG para desktop que permite a criação de mapas, edição e gerenciamento de dados georreferenciados, realização de análises espaciais e compartilhamento de resultados.
ArcGIS Pro	Permite as mesmas funções do ArcMap porém com suporte para processamento de imagens em ambientes 2D e 3D.
ArcGIS Server	Software que disponibiliza as informações geográficas da organização na Internet através de web services.
ArcGIS Online	Software como serviço (SaaS), que permite a criação de mapas, compartilhamento e colaboração múltipla entre pessoas e análise de dados baseado na nuvem.
Portal for ArcGIS	Permite o compartilhamento do conteúdo geoespacial dentro da organização.

Fonte: O autor (2018)

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

Abaixo estão descritas as principais ferramentas utilizadas durante o processo de desenvolvimento e testes do sistema:

- *ArcGIS Enterprise*⁶: Plataforma de mapeamento e análises que inclui servidor para serviços SIG e infraestrutura para organizar e compartilhar dados georreferenciados;
- *Astah Professional*⁷: Ferramenta criada pela empresa Change Vision que disponibiliza o desenvolvimento de diagramas UML;
- *Bootstrap*⁸: *Framework* de código aberto para desenvolvimento de componentes de interface para aplicações web;
- *Bugzilla*⁹: Sistema de rastreamento de erros (*bugtracker*), utilizado para identificar e rastrear bugs a partir do cruzamento de características informadas. Armazena todos os registros num repositório de erros online;
- *Junit*¹⁰: *Framework* que facilita a criação de testes automatizados e verificação dos resultados. Também permite a integração com outros *frameworks* de teste para a linguagem Java;
- *Netbeans IDE*¹¹: Ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), gratuito e de código aberto para desenvolvedores de software que oferece ferramentas necessárias para criar aplicativos;
- *PostgreSQL*¹²: Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), de código aberto que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*) como interface;
- *PostGIS*¹³: Extensão espacial gratuita do SGBD PostgreSQL, de código livre que permite o armazenamento de objetos georreferenciados no banco de dados;

⁶ <https://enterprise.arcgis.com/en/get-started/latest/windows/what-is-arcgis-enterprise-.htm>

⁷ <https://astah.net/editions/professional>

⁸ <https://getbootstrap.com/>

⁹ <https://www.bugzilla.org/>

¹⁰ <https://junit.org/junit5/>

¹¹ <https://netbeans.org/>

¹² <https://www.postgresql.org/>

¹³ <https://postgis.net/>

- SourceTree¹⁴: Cliente Mercurial e Git que disponibiliza interface gráfica para o gerenciamento de repositórios Git e Hg;
- *Spring Framework*¹⁵: Conjunto de subprojetos, de código aberto, para construção de aplicações utilizando a plataforma Java;
- Tomcat¹⁶: *Container* de *servlets*. Ele implementa, dentre as diversas tecnologias, o *Java Servlet* e *JavaServer Pages* (JSP).

3.2 Métodos

3.2.1 Análise e Projeto

Nesta etapa foram realizadas reuniões e analisados os documentos e relatórios já existentes para definir os requisitos e os casos de uso a partir das necessidades do cliente. A modelagem do sistema foi realizada utilizando a *Unified Modeling Language* (UML) na ferramenta *Astah Professional* e foram elaborados os diagramas de casos de uso de denúncias e gerenciamento de contas, visto que este diagrama expressa o conjunto de ações (casos de uso) que os usuários ou software externos podem exercer no sistema.

Foram elaborados os diagramas de classe, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento posterior do sistema, o diagrama de componentes, para ter o conhecimento de como os componentes do sistema se integram, e também o diagrama de implantação, necessário para se entender como os componentes físicos suportariam e se comunicariam com o software.

3.2.2 Remodelagem do Banco de Dados Geográfico

Nesta etapa o modelo do banco de dados foi atualizado para viabilizar a inclusão dos módulos de gerenciamento de dados e os cadastros de usuários, denúncias e poços, no sistema. Para alcançar este objetivo, as entidades do banco foram divididas em dois esquemas, **public** e **sde**, permitindo os seus gerenciamentos por meio do *ArcGIS Server*, assim como um novo modelo de entidade-relacionamento do banco foi arquitetado no *Astah Professional*, utilizando as informações levantadas na fase de análise e projeto.

¹⁴ <https://www.sourcetreeapp.com/>

¹⁵ <https://spring.io/>

¹⁶ <http://tomcat.apache.org/>

As novas entidades modeladas foram inseridas no banco de dados através da linguagem SQL pela interface do PostgreSQL. Estas entidades apresentam coordenadas geográficas, e por isso a extensão PostGIS é necessária para armazenar estes objetos e posteriormente, exibir seus dados através da ferramenta *ArcMap* em forma de mapas e/ou serviços de mapa.

3.2.3 Desenvolvimento da Camada de Serviços

Etapa em que foram desenvolvidas as funcionalidades do sistema, reorganizando sua estrutura interna de pacotes, utilizando o Netbeans IDE como interface para desenvolvimento e o *Spring Boot* para facilitar o processo de desenvolvimento, configuração e publicação da aplicação no Tomcat, fazendo com que o projeto saia da fase de desenvolvimento e passe para a fase de uso rapidamente.

As funcionalidades foram testadas utilizando o JUnit e o rastreamento dos erros encontrados eram inseridos no Bugzilla, para serem corrigidos. Ao final do dia, para manter o controle das versões do sistema, o trabalho realizado no projeto era enviado para um repositório Git, utilizando a interface gráfica oferecida pelo Sourcetree.

3.2.4 Desenvolvimento da Interface do Usuário

A interface do sistema foi elaborada mantendo o intuito de facilitar o acesso aos dados georreferenciados e as funcionalidades do sistema, que a primeira versão possuía, utilizando para isto, componentes do framework *Bootstrap* que ajudam a melhorar a experiência do usuário enquanto navega em um site responsivo e fluido.

No que se refere a reprodução e funcionalidades presentes no mapa, foi utilizada a *ArcGIS API for Javascript* para consumir os serviços de mapas disponibilizados pelo *ArcGIS Server* e produzidos a partir das informações no banco.

4 SISTEMA SIGAREIASV2

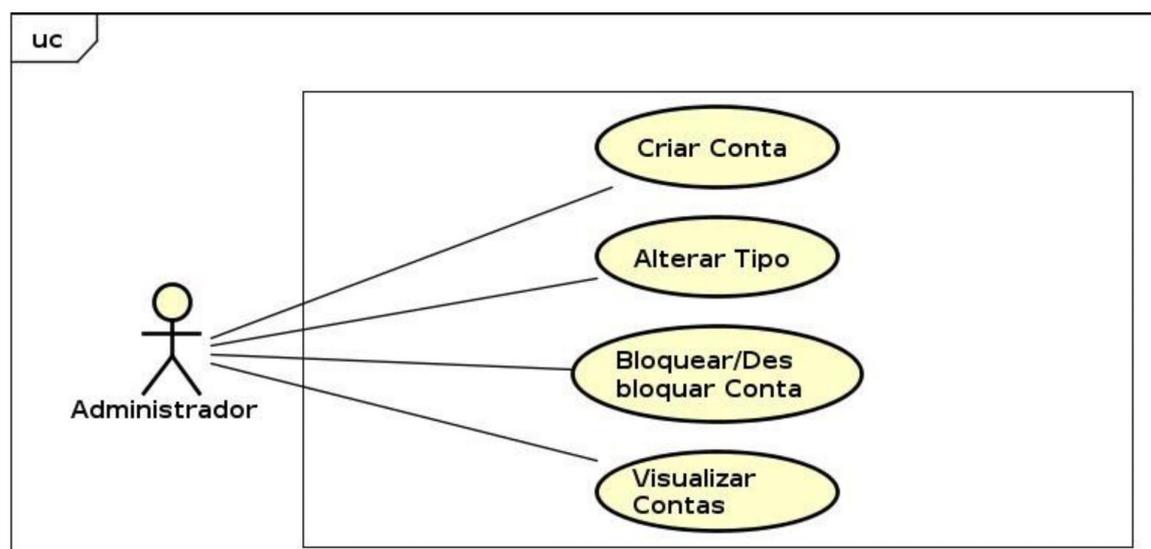
4.1 Desenvolvimento dos diagramas do projeto

Levando em consideração os atores já definidos no início do projeto SIGAreias, foram gerados casos de uso para facilitar a visualização das ações que cada ator do sistema poderá executar. Os seguintes atores foram definidos para o sistema:

1. Administrador – Será responsável por realizar as operações de CRUD (*Create, Retrieve, Update, Delete*) das denúncias, formulários e usuários;
2. Usuário Anônimo – Usuário não cadastrado por um administrador no sistema que pode realizar denúncias, consultá-las e visualizar as camadas (*shapes*) do projeto;
3. Usuário Cadastrado – Poderá criar denúncias, consultá-las e editar seus campos caso necessário, além de realizar o cadastro de formulário.

Originalmente, qualquer usuário acessaria a aplicação e realizaria seu cadastro, sem necessidade de que o administrador do sistema interferisse, contudo viu-se que não era necessário que qualquer usuário pudesse se cadastrar já que quem utilizaria o sistema seriam apenas os pesquisadores do projeto e pessoas relacionadas. Assim, foi criado o caso de uso de gerenciamento de contas do usuário (fig. 3).

Figura 3 - Caso de uso de gerenciamento de contas.

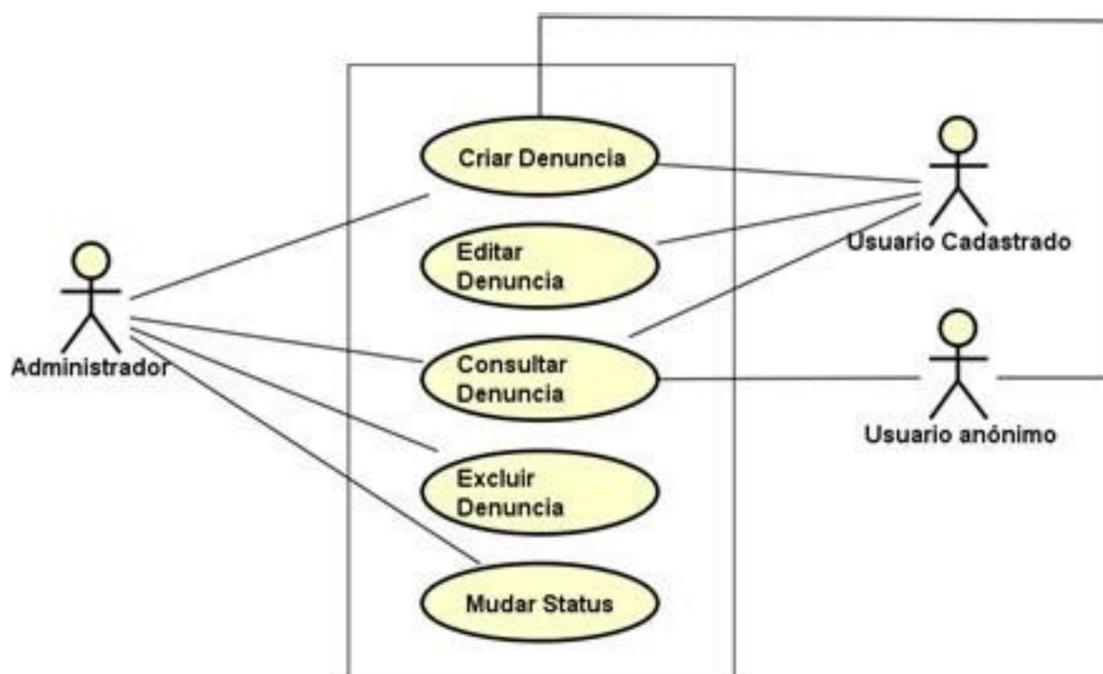


Fonte: O autor (2018)

A retirada de areia do leito do rio só poderá ocorrer com prévia licença da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), contudo empreiteiras não licenciadas realizam a retirada dos sedimentos imprudentemente, ação que acelerada a evaporação das águas presentes nas aluviões, aumentando assim, o período de seca na região.

Os locais de retirada ilegal identificados, tanto por moradores quanto pelos pesquisadores atuantes no projeto, são considerados pontos de denúncia, o qual é possível preencher um formulário com os dados coletados. Desse modo foi desenvolvido, o Caso de Uso de Denúncias, que apresenta os atores do sistema e quais as ações que cada um poderá realizar (fig. 4).

Figura 4 - Caso de uso de denúncias.



Fonte: O autor (2018)

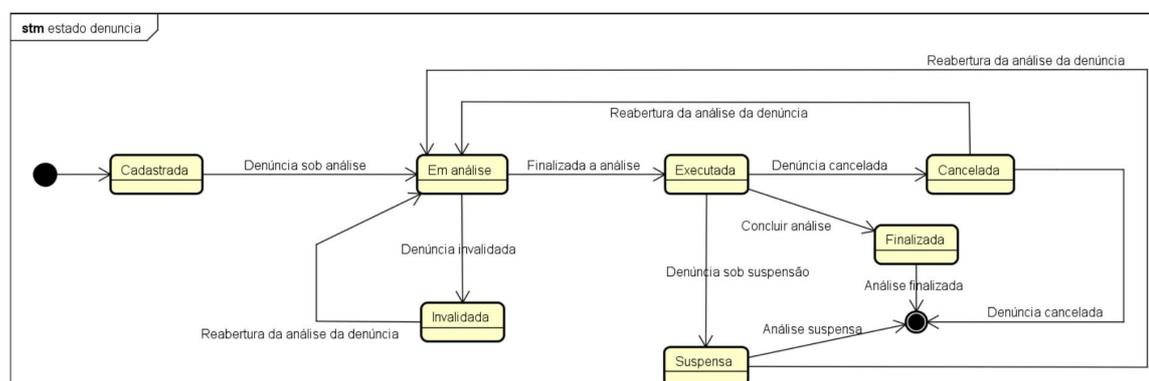
Durante a gerencia de denúncias, o administrador tem a opção de modificar o status da denúncia conforme a sua necessidade durante as análises realizadas para comprovar a veracidade e gravidade da denúncia, desse modo o diagrama de máquina estados foi elaborado, conforme figura 5, para ilustrar os possíveis estados que uma denúncia pode apresentar, levando em consideração os status já definidos, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Tabela de status e suas transições. "DE" representa o estado atual da denúncia e "PARA", o estado que ela poderá apresentar.

DE	PARA
Cadastrada	Em análise
Em análise	Executada ou invalidada
Invalidada	Em análise
Executada	Cancelada, Suspensa ou Finalizada
Cancelada	Em análise
Suspensa	Em análise
Finalizada	Em análise

Fonte: O autor (2018)

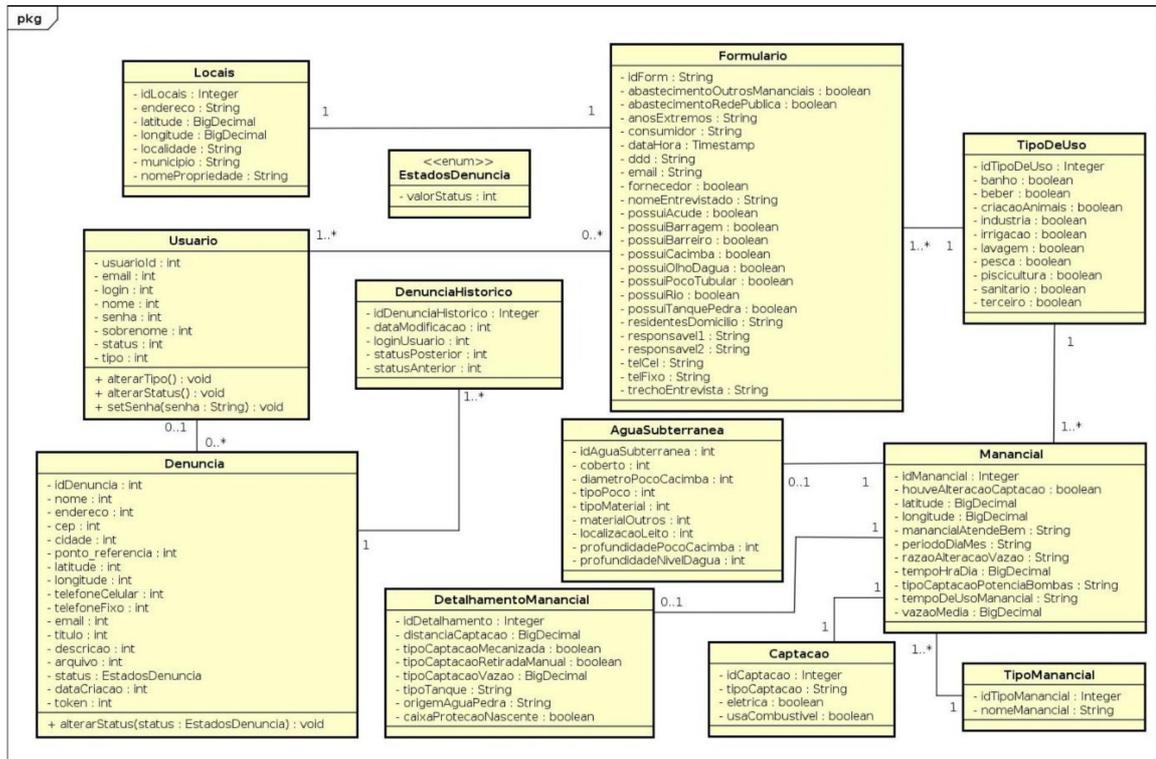
Diagrama 1 - Diagrama de máquina de estados das denúncias, representando o fluxo de estados a denúncia pode apresentar.



Fonte: O autor (2018)

O diagrama de classes, diagrama 2, representa o conjunto das principais classes existentes no sistema e seus relacionamentos, levando em consideração a visão da sua especificação. É um diagrama importante visto que trabalha não só com a visualização, especificação e documentação de modelos estruturais, mas também com a construção de sistemas executáveis, utilizando tanto, engenharia direta quanto reversa (BOOCH, 1998).

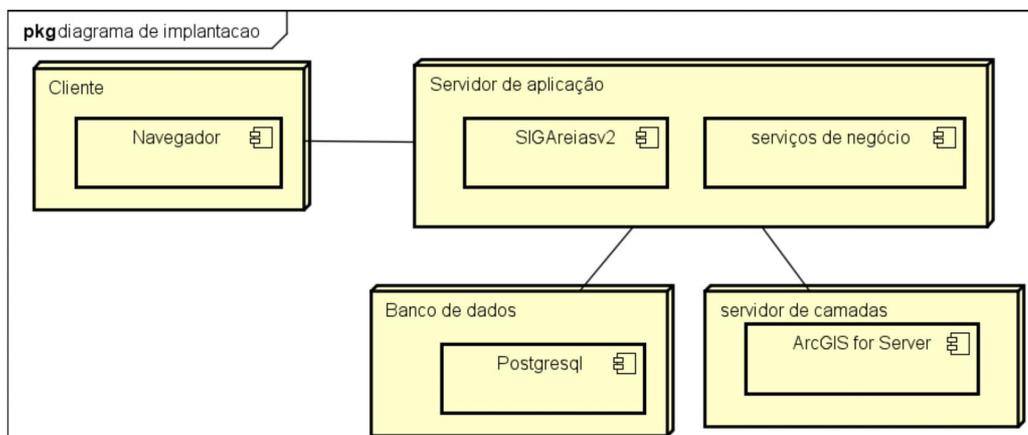
Diagrama 2 - Diagrama de classes do sistema.



Fonte: O autor (2018)

Realizando o mapeamento do software na infraestrutura disponível e assim representando a topologia em que os componentes físicos do sistema estão implantados, foi elaborado o diagrama de implantação, como mostra o diagrama 3. A concepção deste diagrama tem como objetivo facilitar e documentar a implantação do sistema.

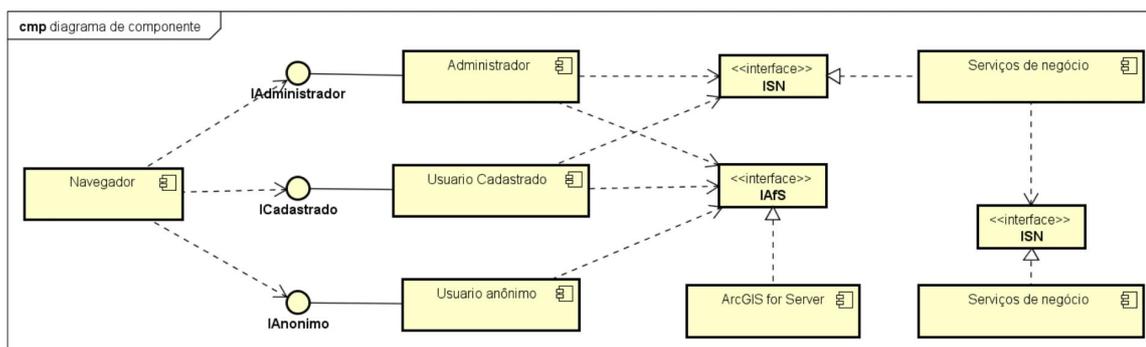
Diagrama 3 - Diagrama de implantação do sistema.



Fonte: O autor (2018)

A representação dos componentes utilizados e que são necessários para a execução do sistema, em uma macro visão, foi realizada por meio do diagrama de componentes, conforme o diagrama 4, o qual exhibe as comunicações existentes entre cada componente e suas interfaces.

Diagrama 4 - Diagrama de componentes do sistema.



Fonte: O autor (2018)

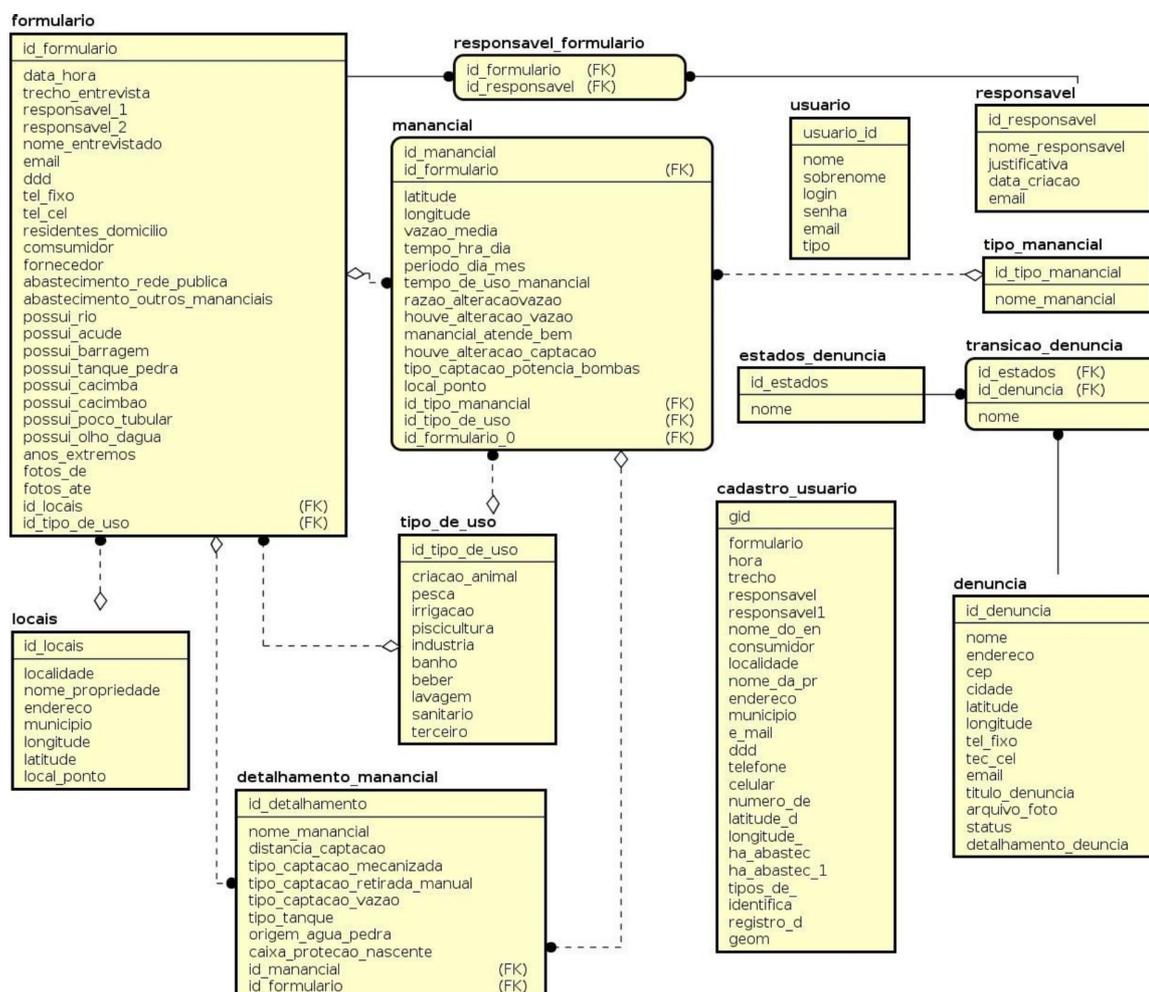
4.2 Remodelagem do Banco

Durante o desenvolvimento viu-se necessário a remodelagem da base de dados original para uma nova versão que permitisse o suporte das funcionalidades de gerenciamento de dados. A organização em que o banco de dados se encontrava no início da análise do antigo sistema não favorecia sua manutenção.

As regras para inserção dos dados permaneceram as mesmas que foram escolhidas na primeira modelagem do banco, utilizada no formulário de cadastro dos usuários de poços, possibilitando-se assim acrescentar funcionalidades para manipulação desses dados pelo sistema, assim como aprimorá-las.

A figura 5, representa o modelo antigo do banco, no qual não constavam algumas das tabelas necessárias para a inserção de novos mananciais, referentes ao formulário de cadastro de poços, assim, as entidades de captação e água subterrânea foram criadas. As entidades "responsavel" e "responsavel_formulario" foram excluídas no modelo novo já que apenas usuários cadastrados no sistema poderiam realizar a inserção de novos formulários.

Figura 5 - Modelo Entidade-Relacionamento antigo.

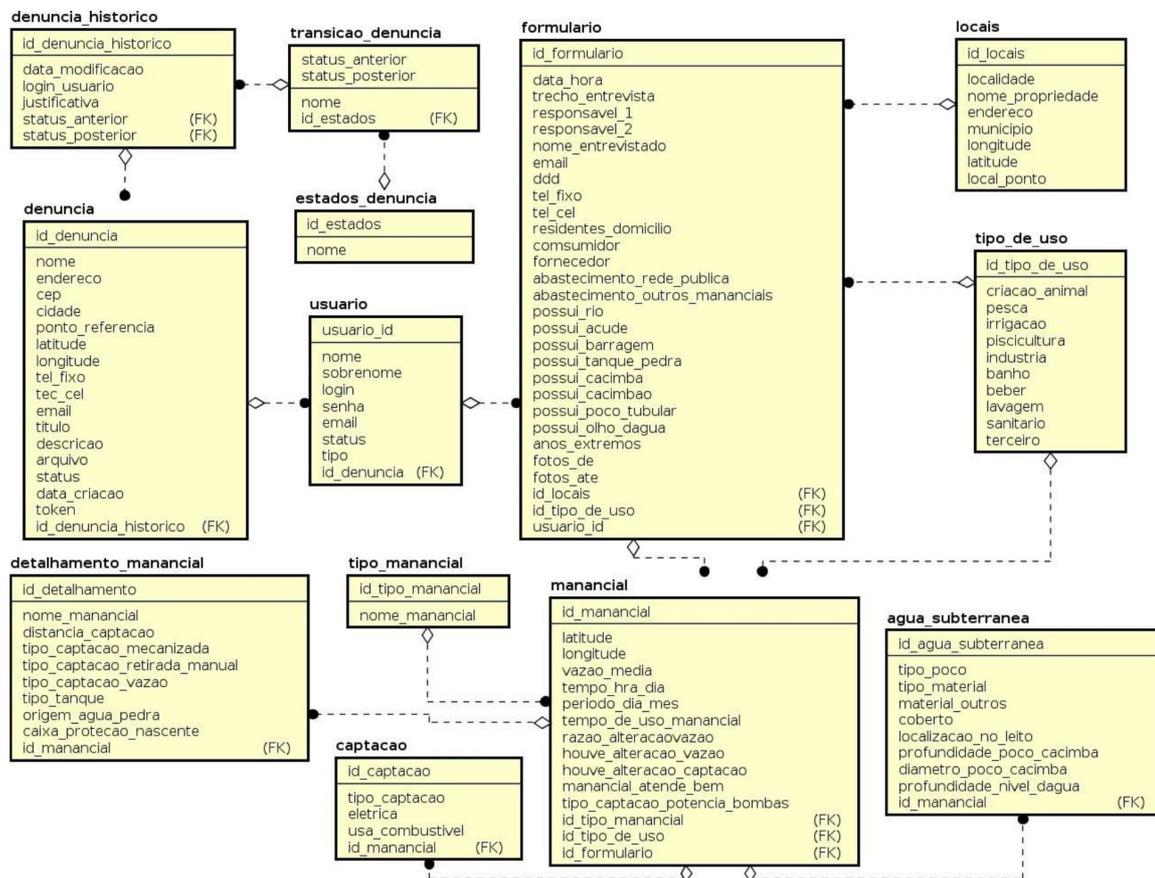


Fonte: O autor (2018)

A entidade "formulario" presente em ambos os modelos representa os dados referentes ao questionário de cadastro de usuários dos poços na área de atuação do projeto e compõe os dados gerais do usuário entrevistado, como ocorre a extração da água do determinado reservatório, dados sobre o consumo de água de chuva e se o indivíduo fornece água para outros moradores (CORDEIRO et al., 2017).

Novas entidades foram criadas tal como "denuncia_historico" diretamente relacionada a tabela denominada "denuncia", como mostra a figura 6, responsável pelo cadastro de denúncias constatadas pelos usuários do sistema na área de abrangência do projeto Águas de Areias. A nova tabela é responsável por armazenar um histórico de modificações de uma denúncia, tanto realizadas pelo usuário (com conta), que realizou a denúncia, quanto pelo administrador do sistema, que poderá modificar o status da denúncia.

Figura 6 - Modelo Entidade-Relacionamento que exhibe os relacionamentos entre novas.



Fonte: O autor (2018)

No que se refere à organização das entidades dentro do Sistema Gerenciador do Banco de Dados PostgreSQL, elas foram separadas em dois esquemas diferentes, são eles:

- Schema public – Utilizado como repositório de uso particular das camadas que serão exibidas no mapa (camadas de feição).
- Schema sde - Novo schema criado para armazenar as entidades referentes as regras de negócio do sistema.

As informações geográficas são disponibilizadas por meio de *Web Services*, localizados no *ArcGIS Server*, o que permite a visualização das informações inseridas de forma simples e rápida. Os serviços que o servidor disponibiliza se encontram no banco de dados, assim não necessitando duplicação de informação e facilitando o gerenciamento dos dados no banco.

4.3 Desenvolvimento da Camada de Serviços

A primeira versão do sistema foi construída de forma monolítica, isto é, a interface do sistema e o acesso aos dados estão combinados numa única plataforma. Deste modo a estrutura de pacotes para fornecer suporte a esta plataforma, foi contruída utilizando o padrão arquitetural MVC (Modelo - Visão - Controle), onde se tinha um pacote de entidades (modelo), pacote de funcionalidades e um pacote de servlets (controle) (ALVES et al., 2017).

Este tipo de aplicação, contudo, limita a geração de novas funcionalidades, pois como os componentes estão interligados, realizar alterações em um componente pode impactar negativamente em toda a aplicação. Com isso a nova versão do sistema foi desenvolvida para consumir serviços na web, liberando o acesso direto aos dados e focando-se nas funcionalidades. Para tal foi utilizado o *Spring* que permite o desenvolvimento rápido aplicações, e para isto a organização interna de pacotes do sistema foi remodelada para melhorar seu gerenciamento, poder implementar novas funcionalidades e otimizar a execução do sistema.

- Pacote de Configurações – Responsável por armazenar o arquivo de configuração do projeto, tanto o controle de rotas quanto a segurança são realizados nesse pacote;
- Pacote de Constantes – Unifica as constantes que são utilizadas pelo, sistema, facilitando o seu gerenciamento;
- Pacote de Controladores – Armazera os arquivos encarregados de realizar a comunicação entre as telas vistas pelos usuários com as funcionalidades do sistema;
- Pacote de Filtros – Classes que realizam a adição do *token* de acesso *Json Web Token*¹⁷ (JWT) nas requisições que são realizadas com o *web service*;
- Pacote de *Models* – Armazena todas as classes Java, representantes das entidades que são utilizadas pelo sistema, mapeadas com as tabelas do banco de dados através do *Java Persistence Api* (JPA);
- Pacote de Serviços – Classes que realizam requisições aos *web services*;
- Pacote de Utilitários – Armazena funcionalidades do sistema que não estão diretamente ligados a lógica de negócio.

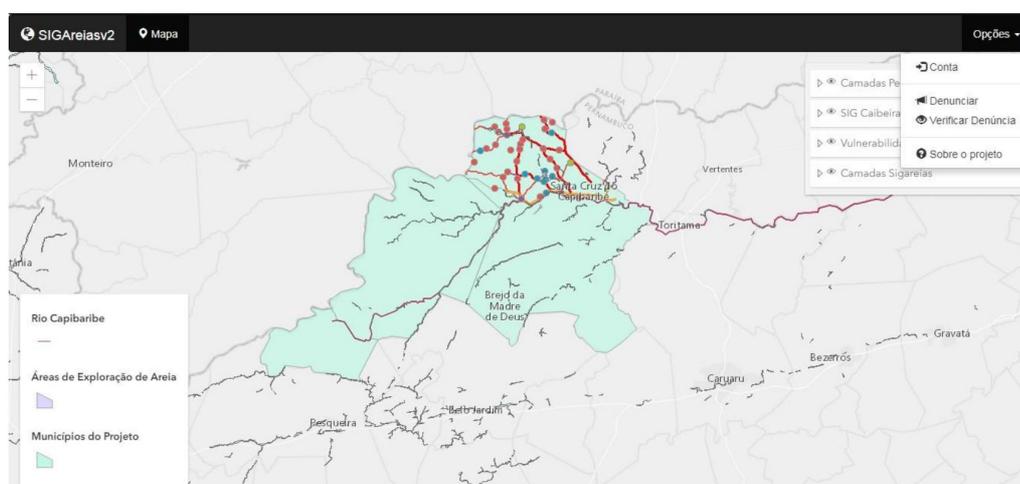
¹⁷ <https://jwt.io/>

4.4 Desenvolvimento da Interface do Usuário

A página principal foi realizada seguindo o mesmo padrão da primeira versão do sistema, visto a facilidade de acesso aos dados georreferenciados e ao menu de opções, já existente na versão anterior, transmitindo ao usuário uma percepção positiva quanto a sua experiência de utilização do sistema uma vez que o usuário que já tenha utilizado as primeiras versões não necessitaria de tanto tempo para adaptar-se a nova interface.

A interface foi construída utilizando o framework de código aberto *Bootstrap* que permite a construção de sites responsivos, permitindo que o sistema possa adaptar-se à resolução da tela de qualquer plataforma que usuário utilize como acesso. A exibição dos dados do projeto é realizada utilizando a *ArcGIS API for Javascript*, que integra os dados do banco ao mapa em modo de camadas.

Figura 7 - Tela principal do sistema SIGAreiasv2 com o mapa e camadas do projeto e do SIG Caibeiras.



Fonte: O autor (2018)

A figura 7 exibe a tela inicial do sistema, na qual está disponível a visualização do mapa, em que o usuário poderá visualizar as camadas disponíveis, não apenas aquelas referentes ao projeto Águas de Areias, mas também as resultantes de outros levantamentos, tais como, as camadas dos estados de Pernambuco, do SIG Caibeiras e as de vulnerabilidades à desertificação.

A incorporação das novas informações, que não as referentes ao projeto, se dá por conta da facilidade de obtenção dos dados que as ferramentas *ArcGIS* oferecem e seu rápido compartilhamento. Estes dados estavam disponíveis por para

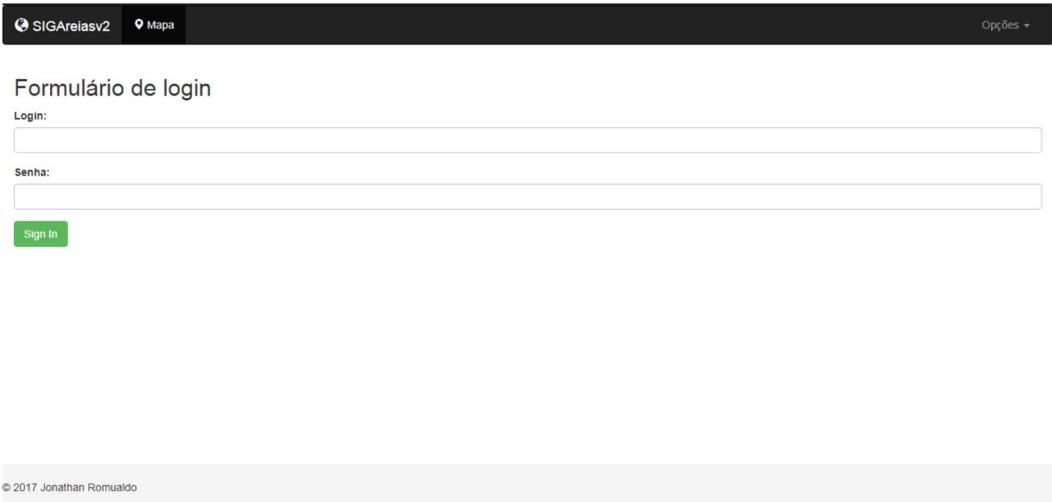
o projeto por meio do *ArcGIS Online*. Levando em consideração que o banco de dados já esteja modelado, os dados desejados são inseridos no banco e com eles é criado o serviço, que será compartilhado e pronto para consumo através do servidor.

As camadas do SIG Caibeiras, são os resultados de pesquisas específicas de outros grupos de investigadores relacionados à cidade de Santa Cruz do Capibaribe e, levando em conta que esta cidade faz parte do domínio do projeto Águas de Areias, a integração dos dados complementa a quantidade de informações referentes a esta área.

Os dados referentes a categoria de Vulnerabilidades à desertificação são os resultados de pesquisas de PIBIC executadas pela aluna Fernanda Claudia Barboza do curso de engenharia civil do IFPE campus Recife, durante o período de 2016-2017 dentro dos quatro municípios do projeto, que alertam a respeito à desertificação da área, a qual é uma recém-adquirida informação porém que incorpora as informações sobre a região.

A inclusão das camadas de Pernambuco realizada para amplificar as informações disponibilizadas pelo SIGAreiasv2, permitindo assim a oferta de dados de todo o estado de Pernambuco e não apenas os reunidos pelo projeto sobre os quatro municípios estudados, complementando ainda mais o sistema.

Figura 8 - Formulário de login onde aparecem os campos de login e senha.



The image shows a web interface for a system named SIGAreiasv2. At the top, there is a dark navigation bar with the system name, a 'Mapa' icon, and an 'Opções' dropdown menu. Below this is the title 'Formulário de login'. The form contains two input fields: one for 'Login:' and one for 'Senha:'. A green 'Sign in' button is positioned below the password field. At the bottom of the page, a copyright notice reads '© 2017 Jonathan Romualdo'.

Fonte: O autor (2018)

Ao acessar o menu de opções, ainda na tela inicial do sistema, o usuário poderá ingressar nas opções que são disponibilizadas pelo sistema, os quais envolvem

admissão do usuário as partes reservadas do sistema, realizar seu login, submeter denúncias ao sistema através do formulário de denúncia acessível por meio do botão "Denunciar", verificar o status de uma denúncia previamente adicionada ao sistema através de sua chave de verificação e saber de informações sobre o projeto SIGAreias.

O primeiro caminho que o usuário poderá tomar, ao acessar as opções disponíveis pelo menu, é o de realizar o login no sistema. Após a escolha da opção "Conta", o usuário será reencaminhado para o formulário de acesso, conforme a figura 8, o qual deverão ser informados os login e senha. A realização do login é essencial para pesquisadores ou administradores terem acesso as funcionalidades elementares de pesquisa do sistema.

Tabela 3 - Tabela de gerenciamento de contas, onde se exhibe o nome, email, status da conta e tipo do usuário.

Nome	E-mail	Status	Tipo	Ações
Jonathan Romualdo	romualdojonathan7@gmail.com	DESBLOQUEADO	ADMIN	COMUM, Bloquear
Aida Ferreira	aida@gmail.com	BLOQUEADO	ADMIN	COMUM, Desbloquear
Raphael Almeida	raph_ao200@hotmail.com	BLOQUEADO	ADMIN	COMUM, Desbloquear
Wagner Bitencourt	wagner.bitencourt@hotmail.com.br	BLOQUEADO	ADMIN	COMUM, Desbloquear
Luiza Soares	lusoares@gmail.com	BLOQUEADO	COMUM	ADMIN, Desbloquear
Douglas Santana	douglasalbuquerque9@gmail.com	BLOQUEADO	COMUM	ADMIN, Desbloquear
Ivaniise Oliveira	ivi@gmail.com	BLOQUEADO	COMUM	ADMIN, Desbloquear
Aida Araujo	aidaar@gmail.com	BLOQUEADO	ADMIN	COMUM, Desbloquear

Fonte: O autor (2018)

O usuário pesquisador, para poder realizar o login, deverá estar elencado na lista de usuários cadastrados (tab. 3). Seu ingresso se dá por meio do registro de sua conta por um administrador. Para ser capaz de registrar um novo usuário no sistema, o administrador logado em sua conta deverá pressionar o botão "adicionar", existente na parte inferior da tabela de gerenciamento de usuários, que o redirecionará para a página onde encontra-se o formulário que deverá ser preenchido para realizar o cadastro com sucesso, conforme a figura 9. O login no sistema de um pesquisador terá êxito após a conta apresentar o status de "desbloqueado".

Figura 9 - Formulário de cadastro de usuários.

The screenshot shows a web interface for user registration. At the top, there is a navigation bar with 'SIGArelasv2', 'Mapa', and 'Formulário'. On the right, there are links for 'Gerenciar', 'Opções', and 'Sair'. The main content area is titled 'Cadastro de usuários' and contains a light blue banner that says 'Realize o cadastro de (novos) pesquisadores.' Below this, there are four input fields: 'Nome*' (with placeholder 'Digite seu nome'), 'Sobrenome*' (with placeholder 'Digite seu sobrenome'), 'Login*' (with placeholder 'Digite um login'), and 'E-mail*' (with placeholder 'Digite seu e-mail'). A green 'Salvar' button is located at the bottom left of the form.

Fonte: O autor (2018)

O status de uma conta pode ser modificado ao pressionar o botão "bloquear" ou "desbloquear" (conforme o status atual da conta). Além dessa opção é disponibilizada também a possibilidade de tornar outros usuário administradores pressionando o botão "comum" ou "admin" (conforme o papel atual do usuário).

O módulo de denúncia do sistema é disponibilizado por meio de um formulário, como mostra a figura 10. O seu objetivo é permitir que qualquer usuário, cadastrado ou não no sistema, possa efetuar o registro de novas ocorrências referente a área de estudo, para tanto é necessário que o usuário preencha alguns campos obrigatórios, como latitude e longitude, algum ponto de referência, detalhes da ocorrência e um título.

Figura 10 - Formulário de cadastro de denúncia.

The screenshot shows a web interface for complaint registration. At the top, there is a navigation bar with 'SIGArelasv2', 'Mapa', and 'Opções'. The main content area is titled 'Cadastro de denúncias' and contains a light blue banner that says 'Área destinada ao cadastro de denúncias relacionadas a extração irregular de areia ao longo da Baía do Rio Capibaribe - PE'. Below this, there are several sections: 'Dados da Denúncia' with fields for 'Título da denúncia*' (placeholder: 'Digite um título para a referência'), 'Ponto de Referência*' (placeholder: 'Ponto de referência do local'), 'Latitude*' (placeholder: '-8.0000'), 'Longitude*' (placeholder: '-36.0000'), and 'Imagens do Local' (with a 'Browse...' button and 'No file selected'); 'Dados Pessoais' with fields for 'Nome' (placeholder: 'Digite seu nome'), 'Endereço' (placeholder: 'Digite seu endereço'), 'Cidade' (placeholder: 'Digite sua cidade'), 'CEP' (placeholder: 'Digite seu CEP'), 'Telefone Fixo' (placeholder: '(000) XXXX-XXXX'), 'Telefone Móvel' (placeholder: '(000)XXXX-XXXX'), and 'E-mail' (placeholder: 'Digite seu e-mail'); and 'Detalhes da Denúncia*' which is a large empty text area.

Fonte: O autor (2018)

O preenchimento dos campos obrigatórios são necessários para a realização de análises e exibição das denúncias no mapa. O dados de latitude e longitude da denúncia são utilizados para referenciá-la cartograficamente após ter sido analisada e constatada que se tratava de uma denúncia fidedigna.

Todas as denúncias cadastradas são visualizáveis por meio de uma tabela, disponível para usuários com o papel de administradores, como apresentado na tabela 4. Os administradores terão a possibilidade de analisar a genuinidade da denúncia e subsequentemente tomarem medidas cabíveis, tais como informar aos órgãos responsáveis.

Tabela 4 - Tabela de gerenciamento de denúncias, onde se exibe o ID, título, descrição, ponto de referência e estado das denúncias cadastradas.

ID	Título	Detalhes	Ponto de Referência	Status	
220	Aaaa	Teste		CANCELADA	Histórico Visualizar Editar Excluir
221	Marg0 022	Marg0, quinta feira		CANCELADA	Histórico Visualizar Editar Excluir
223	Klingons	Klingons estão estraindo areia	Prox. Loja Captain Kirk	ANALISANDO	Histórico Visualizar Editar Excluir
245	te	testetest	testest	ANALISANDO	Histórico Visualizar Editar Excluir
246	aaaaa	aaaaaa		ANALISANDO	Histórico Visualizar Editar Excluir
250	aaaaa	aaaaaa		CANCELADA	Histórico Visualizar Editar Excluir
251	A	S		CANCELADA	Histórico Visualizar Editar Excluir
255	Teste de historico	Teste de inserção de denúncia com historico.	Teste de historico	CRIADA	Histórico Visualizar Editar Excluir

Fonte: O autor (2018)

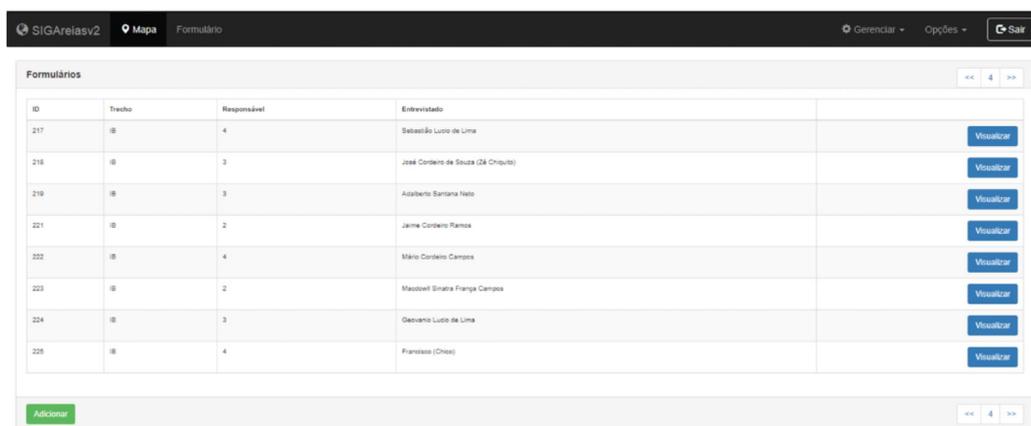
A tabela de gerenciamento de denúncias, disponibiliza ações que podem ser realizadas para cada denúncia, são elas:

- Histórico – Onde é possível verificar o andamento dos status da denúncia, fornecendo dados como o nome da denúncia, o usuário que a modificou, seus status de antes e depois, data da modificação e a justificativa;
- Visualizar – Onde é possível visualizar todos os dados da denúncia;
- Editar – Opção que permite a atualização do status da denúncia;
- Excluir – Esta opção remove a denúncia da tabela.

Além da possibilidade de verificar as denúncias, o administrador pode realizar também a visualização de todos os formulários de cadastros de poços também na forma de tabela, o qual oferece opção de observar todos os dados publicados no referido

formulário ao se pressionar o botão de "visualizar". A tabela 5, demonstra como a tabela está organizada, enquanto a figura 11 indica como os dados são exibidos após se pressionar o botão "visualizar".

Tabela 5 - Tabela de gerenciamento de formulários, onde se exhibe o ID, trecho, responsável e o residente da área cadastrada.

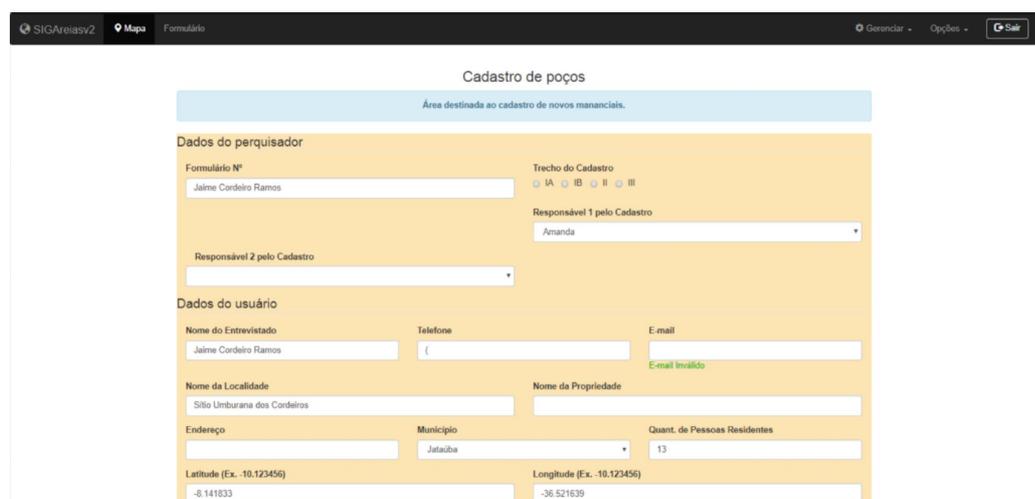


ID	Trecho	Responsável	Entrevistado	
217	IB	4	Sebastião Lúcio de Lima	Visualizar
218	IB	3	José Correia de Souza (24 Chiquito)	Visualizar
219	IB	3	Adalberto Santana Neto	Visualizar
221	IB	2	Jaime Cordeiro Ramos	Visualizar
222	IB	4	Mário Cordeiro Campos	Visualizar
223	IB	2	Masdell Sinaira França Campos	Visualizar
224	IB	3	Geovani Lúcio de Lima	Visualizar
225	IB	4	Francisco (Chico)	Visualizar

Fonte: O autor (2018)

O cadastro de mananciais e usos da água, é realizado por meio de um questionário, como mostra a figura 11. O acesso a este questionário é permitido apenas a usuários logados no sistema, todos dados cadastrados são inseridos no banco de dados e as informações referentes aos poços passam a ser visualizados sobre o mapa do sistema.

Figura 11 - Formulário de cadastro dos mananciais e usos da água.



Cadastro de poços

Área destinada ao cadastro de novos mananciais.

Dados do pesquisador

Formulário N°
Jaime Cordeiro Ramos

Trecho do Cadastro
 IA IB II III

Responsável 1 pelo Cadastro
Amanda

Responsável 2 pelo Cadastro

Dados do usuário

Nome do Entrevistado
Jaime Cordeiro Ramos

Telefone
()

E-mail
E-mail Inválido

Nome da Localidade
Sítio Umbarana dos Cordeiros

Nome da Propriedade

Endereço

Município
Jataíza

Quant. de Pessoas Residentes
13

Latitude (Ex. -10.123456)
-8.141833

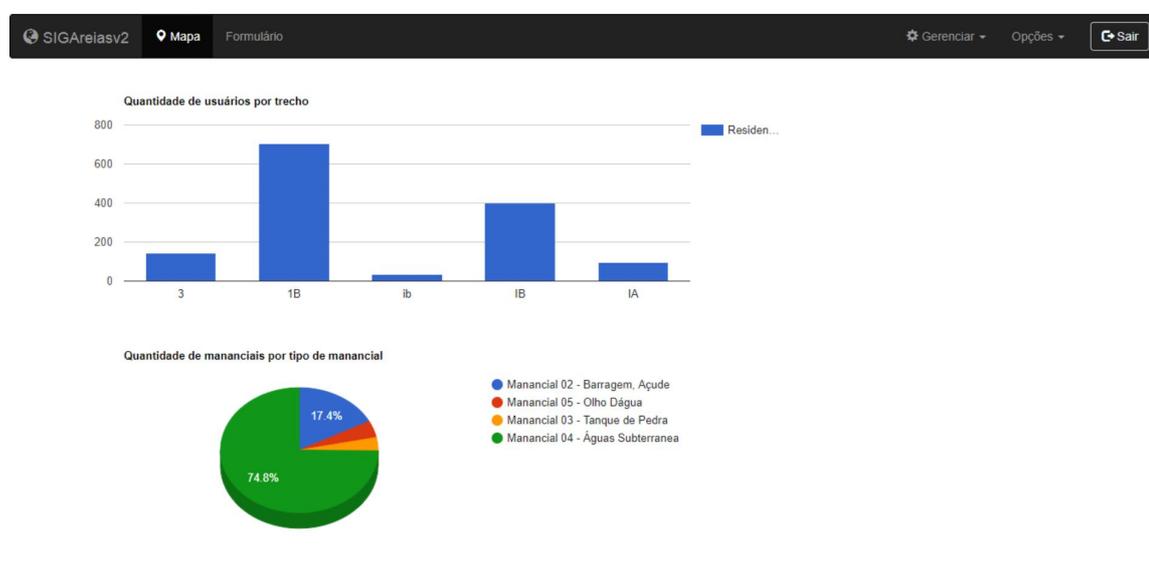
Longitude (Ex. -10.123456)
-36.521639

Fonte: O autor (2018)

Outro ponto a ser destacado no sistema é a área destinada a consultas de gráficos (fig. 12). Através da tela de gráficos o usuário pode visualizar consultas predefinidas no sistema que trazem informações de forma a facilitar as análises direcionadas a área de estudo. Atualmente é possível visualizar:

- A quantidade de usuários cadastrados por trecho do projeto;
- Quantidade de mananciais cadastrados por tipos de manancial;
- Quantidade de Formulários aplicados por Trecho.

Figura 12 - Gráficos de barra da quantidade de mananciais por trecho e gráfico de setor representando a quantidade de mananciais por tipo de manancial.

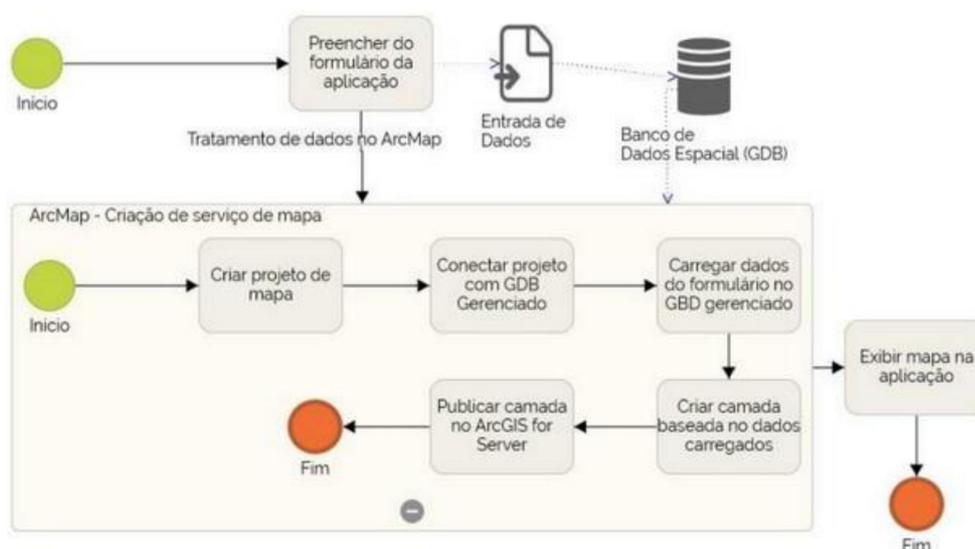


Fonte: O autor (2018)

4.5 Compartilhamento de dados

O *ArcMap* é utilizado para criação e publicação dos diversos serviços de mapa, sendo uma das ferramentas pertencente ao conjunto de programas da *ArcGIS* para uso em computadores locais chamado *ArcGIS for Desktop*. O *ArcMap* possibilitou o cadastro de denúncias de extração irregular de areias e a disposição de suas localizações no mapa, em formas de pontos, em que cada denúncia ocorreu. Utilizando o *ArcMap*, foi possível criar, publicar e editar o serviços no servidor local da organização. Contudo, para permitir que os dados sejam compartilhados na internet, foi utilizado o *ArcGIS Server*, o qual permite o gerenciamento dessas publicações, ao estar instalado em um servidor da organização.

Diagrama 5 - Diagrama de fluxo representando o processo de criação de mapas, desde a obtenção de dados a partir do formulário online, tratamento no ArcMap e exibição no mapa.



Fonte: O autor (2018)

O diagrama 5, representa os passos necessários para a criação de mapas utilizando o software *ArcMap*. O fluxograma leva em consideração a coleta dos dados pelo formulário no sistema na Web, até o tratamento de seus dados utilizando a ferramenta até, finalmente, ser exibido novamente no mapa da aplicação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SIGAreiasv2 realiza o compartilhamento de dados do projeto Águas de Areias, exibindo diversas camadas de informações, como de mananciais existentes na área (rio ou riacho; barragem, açude ou barreiro; tanque de pedra; águas subterrâneas cacimba e cacimbão; olho d'água/nascente), áreas de exploração de areia, hidrografia, limites municípios e de bacias hidrográficas de Pernambuco, além de oferecer camadas com dados resultantes de outras pesquisas realizadas nos municípios abrangentes do projeto, como as camadas do SIG Caibeiras e Vulnerabilidades à desertificação e camadas referentes a todo o estado de Pernambuco, como aluviões e divisas do estado. além de prover também funcionalidades como cadastro de poços através do formulário de pesquisa de campo e o envio de denúncias de extrações irregulares de areia ao longo do rio.

Durante a elaboração do sistema, o banco de dados arquitetado durante o desenvolvimento do SIGAreias não oferecia o suporte necessário para o elaboração das funcionalidades de gerenciamento de dados. Desse modo, o banco foi remodelado e a disponibilidade de serviços e análises das informações geográficas utilizando o *ArcGIS Server*, bem como o gerenciamento desses dados foi possível.

Após o banco de dados prover o suporte necessário, as denúncias inseridas através do sistema tiveram o seu fluxo de acompanhamento planejado, documentado e introduzido no sistema. Com o cadastro de eventuais denúncias, os seus estados poderão ser modificados por administradores, apresentando a partir da sua inserção o estado de "cadastrada", "em análise" após serem visualizadas e conforme análises posteriores apresentarem-se como "invalidada", "executada", "suspensa", "finalizada" ou "cancelada", permitindo maior controle por parte da administração e melhor acompanhamento por parte da população que realiza a denúncia.

É possível executar a inclusão de dados das pesquisas diretamente no sistema, a partir do formulário de cadastro de poços desenvolvido. O acesso a esta funcionalidade é disponibilizada apenas para usuários cadastrados no sistema através do gerenciamento de contas acessível apenas pelo administrador, utilizando a função de gerenciamento de contas desenvolvido neste trabalho. O objetivo do formulário de cadastro de poços é de minizar o esforço realizado durante levantamento de dados do projeto e permitir o gerenciamento dessas informações. Durante o cadastro de poços eram utilizados extensos formulários de papel, em seguida esses dados eram salvos em

planilhas excel onde tinham seus dados normalizados para depois serem salvos no banco de dados, o que demandava muito tempo e esforço de trabalho. Com a possibilidade de realizar esta atividade pela Web, os dados levantados já normalizados são inseridos diretamente no banco de dados, agilizando consequentemente esta tarefa.

Sendo uma plataforma de mapeamento e análise que inclui um servidor e infraestrutura GIS dedicada utilizado para organizar e compartilhar recursos pela web, o *ArcGIS For Server Enterprise* foi a ferramenta escolhida para implementar a nova versão do sistema. Outros softwares também fazem parte da plataforma, como o *ArcMap*, empregado na criação de mapas e o *ArcGIS Server*, que possibilita a execução de análises, gerencia de serviços e aplicações do SIG, permitindo também o compartilhamento dos serviços e informações geográficas numa organização ou na Internet. A utilização desta ferramenta foi muito importante, pois unificou todos os recursos empregados no desenvolvimento, bem como propiciou maior produtividade para a equipe do projeto.

O sistema foi desenvolvido para atender diretamente o projeto Águas de Areais quanto à sua missão, especialmente na coleta e compartilhamento de dados, permitindo que usuários de um modo geral possam ter acesso e maior conhecimento sobre a região e que os envolvidos no projeto possam ter maior eficiência no ordenamento das informações, permitindo a definição de políticas e estratégias para a gestão dos recursos hídricos dos municípios do projeto.

Em vista da potencialidade que este sistema tem de oferecer meios para otimizar a gestão e análises dos dados vislumbra-se, no futuro, a criação de um módulo de geração de relatórios sobre o uso da água e permissão que o usuário possa escolher quais dados serão utilizados para a geração dos gráficos, além da importação e exportação dos dados em excel, funcionalidades estas que iriam enriquecer ainda mais o sistema.

REFERÊNCIAS

ALVES, Wagner Bitencourt et al. Sistema de informações geográficas para representação espacial do cadastro de usos e usuários de água do alto capibaribe. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 2, 2017. Disponível em: <http://revistas.ifpe.edu.br/index.php/cientec/article/view/103/55>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ARNDT, Lindsay Thais; SCHEER, Sérgio; PHILIPS, Jürgen Wilhelm. Desenvolvimento de estudos para sistemas cadnd em projetos integrados de edificações - construção civil, sustentabilidade e sistemas de informação geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4., 2012, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2012. p. 1-5.

BOOCH, Grady. **The Unified Modeling Language User Guide**. 1. ed. [S.l.]: Addison Wesley, 1998.

BRAGA, Ricardo Augusto Pessoa. **As águas invisíveis nos rios intermitentes**. Recife: CIã, 2016.

CARVALHO, Edilson Alves de; ARAÚJO, Paulo César de. **Leituras Cartográficas e Interpretações Estatísticas I**. 2. ed. Natal: Editora da UFRN, 2011.

CORDEIRO, Raphael Almeida et al. Estruturação de um banco de dados espacial como repositório dos dados do projeto sigareias - ane. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 3, 2017. Disponível em: <http://revistas.ifpe.edu.br/index.php/cientec/article/view/157/43>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CRAIG, William J; HARRIS, Trevor M; WEINER, Daniel. **Community Participation and Geographic Information Systems**. Londres: Taylor & Francis, 2002.
ESRI. **ArcGIS API for JavaScript | ArcGIS for Developers**. 2017. Disponível em: <https://developers.arcgis.com/javascript/>. Acesso em: 26 dez. 2017.

ESRI. **What is ArcGIS Server?—Documentation | ArcGIS Enterprise**. 2018. Disponível em: <http://server.arcgis.com/en/server/latest/get-started/windows/what-is-arcgis-for-server-.htm>.

FURQUIM, Antonio Jorge; FURQUIM, Maysa Portugal de Oliveira. **Principais características e diferenças entre sistemas sig desktop e sig web**. 2007. Disponível em: http://www.esteio.com.br/downloads/2007/SIG-Desktop_e_SIG-Web.pdf.

HARLEY, John Brian. **A nova história da cartografia**. Rio de Janeiro: O correio da UNESCO, 1991.

HIRATA, Ricardo César Aoki. **Águas Subterrâneas: uma introdução à gestão de qualidade**. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1991.

LADWIG, Nilzo Ivo. O sistema de informação geográfica para o planejamento e a gestão sustentável do turismo. **Revista Gest. Sustent. Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 19–32, 2012. ISSN 2238-8753.

LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: bookman, 2013. ISBN 978-85-65837-69-9.

MANZIONE, R. L. et al. Modelagem de incertezas na análise espaço-temporal dos níveis freáticos em uma bacia hidrográfica. **Revista de Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 25–34, 2007.

OMS. **Água**. 2017. Disponível em: [<http://www.who.int/topics/water/en/>](http://www.who.int/topics/water/en/). Acesso em: 26 dez. 2017.

PINA, Maria de Fátima; SANTOS, Simone M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. 20. ed. Brasília: OPAS, 2000. 15 p.

PIVOTAL. **Spring Boot**. 2017. Disponível em: [<https://projects.spring.io/spring-boot/>](https://projects.spring.io/spring-boot/). Acesso em: 26 dez. 2017.

RAISZ, Erwin Josephus. **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Científica, 1969.

TEIXEIRA, Amandio Luís de Almeida. Introdução aos sistemas de informação geográfica. In: . [S.l.]: Edição do Autor, 1992.

WAGH, Kishor; THOOL, Ravindra. A comparative study of soap vs rest web services provisioning techniques for mobile host. **Journal of Information Engineering and Applications**, v. 2, n. 5, p. 12–16, 2012.

WORBOYS, Michael F. **GIS: A Computing Perspective**. Londres: [s.n.], 2003.

**APÊNDICE – FORMULÁRIO DE CADASTRO DOS MANANCIAIS E USOS DA
ÁGUA**

Formulário nº _____	Data: ___ / ___ / ___ Hora: ___ h ___ min	Trecho <input type="checkbox"/> IA <input type="checkbox"/> IB <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III
Responsáveis pelo cadastro: _____ _____		

DADOS DO USUÁRIO			
Nome do entrevistado		<input type="checkbox"/> Consumidor <input type="checkbox"/> Fornecedor	
Localidade		Nome da propriedade	
Endereço			
Município			
Email	DDD	Telefone	Celular
Número de pessoas residentes no(s) domicílio(s): (que utilizam os mananciais)			
Coordenadas Geográficas (residência)			
Latitude:		Longitude:	
Há abastecimento da residência da rede pública? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Há abastecimento de água por outros mananciais? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

TIPOS DE USO DA ÁGUA (todos os mananciais)	
<input type="checkbox"/> Criação Animal	<input type="checkbox"/> Banho
<input type="checkbox"/> Pesca	<input type="checkbox"/> Beber e preparar alimentos
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Lavagens (piso e roupa)
<input type="checkbox"/> Piscicultura	<input type="checkbox"/> Sanitário (descarga)
<input type="checkbox"/> Indústria	<input type="checkbox"/> Uso de terceiros

IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE CAPTAÇÃO	
Tipo:	
<input type="checkbox"/> Rio ou riacho	<input type="checkbox"/> Cacimba (Poço escavado s/ revest.)
<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Cacimbão (Poço amazonas c/ revest.)
<input type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Poço tubular
<input type="checkbox"/> Barreiro	<input type="checkbox"/> Olho d'água (nascente)
<input type="checkbox"/> Tanque de pedra	

Registro de anos extremos (estiagem ou cheias)

MANANCIAL 1 – RIO OU RIACHO		
DADOS DO PONTO DE CAPTAÇÃO (preencher um formulário para cada ponto)		
Nome:		
Coordenadas Geográficas Latitude: _____ Longitude: _____		
Distância do ponto de captação ao ponto de consumo (estimativa):		
TIPOS DE USO DA ÁGUA (deste manancial)		
<input type="checkbox"/> Criação Animal	<input type="checkbox"/> Banho	
<input type="checkbox"/> Pesca	<input type="checkbox"/> Beber e preparar alimentos	
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Lavagens (piso e roupa)	
<input type="checkbox"/> Piscicultura	<input type="checkbox"/> Sanitário (descarga)	
<input type="checkbox"/> Indústria	<input type="checkbox"/> Uso de terceiros	
DADOS DA VAZÃO DE CAPTAÇÃO (deste manancial)		
Vazão média (m ³ /dia)	Tempo (h/dia)	Período (dias/mês)
TIPOS DE CAPTAÇÃO		
Mecanizado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Por bombeamento Vazão (m ³ /d) _____	
Retirada manual <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Potência das bombas em funcionamento ___HP ___HP ___HP ___HP ___HP	
Há quanto tempo o usuário utiliza o manancial?	Houve alteração da vazão captada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Por que?	
O manancial atende bem à demanda durante todo o ano ou há interferência da estação do ano (inverno/verão)?		

MANANCIAL 2 – BARRAGEM, AÇUDE ou BARREIRO		
DADOS DO PONTO DE CAPTAÇÃO (preencher um formulário para cada ponto)		
Nome:	Capacidade máxima de acumulação (m ³):	
Coordenadas Geográficas		
Latitude:	Longitude:	
Distância do ponto de captação ao ponto de consumo (estimativa):		
TIPOS DE USO DA ÁGUA (deste manancial)		
<input type="checkbox"/> Criação Animal	<input type="checkbox"/> Banho	
<input type="checkbox"/> Pesca	<input type="checkbox"/> Beber e preparar alimentos	
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Lavagens (piso e roupa)	
<input type="checkbox"/> Piscicultura	<input type="checkbox"/> Sanitário (descarga)	
<input type="checkbox"/> Indústria	<input type="checkbox"/> Uso de terceiros	
DADOS DA VAZÃO DE CAPTAÇÃO (deste manancial)		
Vazão média (m ³ /dia)	Tempo (h/dia)	Período (dias/mês)
TIPOS DE CAPTAÇÃO		
Mecanizado:	Por bombeamento	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Vazão (m ³ /d) _____	
Retirada manual	Potência das bombas em funcionamento	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	___HP ___HP ___HP ___HP ___HP	
Há quanto tempo o usuário utiliza o manancial?	Houve alteração da vazão captada?	
O manancial atende bem à demanda durante todo o ano ou há interferência da estação do ano (inverno/verão)?		

MANANCIAL 4 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		
DADOS DO PONTO DE CAPTAÇÃO (preencher um formulário para cada ponto)		
Tipo construtivo do poço:		
<input type="checkbox"/> Cachimba (Poço escavado s/ revest.)	<input type="checkbox"/> Alvenaria de tijolo	
<input type="checkbox"/> Cachimbo (Poço escavado c/ revest.)	<input type="checkbox"/> Alvenaria de pedra	
<input type="checkbox"/> Poço Tubular	<input type="checkbox"/> Tubo de concreto	
	<input type="checkbox"/> Tubo de ferro	
<input type="checkbox"/> Coberto	<input type="checkbox"/> Outros	
<input type="checkbox"/> Aberto		
Localização:		
<input type="checkbox"/> No leito do rio	<input type="checkbox"/> Fora do leito do rio	
Coordenadas Geográficas		
Latitude:	Longitude:	
TIPOS DE USO DA ÁGUA (deste manancial)		
<input type="checkbox"/> Criação Animal	<input type="checkbox"/> Banho	
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Beber e preparar alimentos	
<input type="checkbox"/> Indústria	<input type="checkbox"/> Lavagens (piso e roupa)	
<input type="checkbox"/> Uso de terceiros	<input type="checkbox"/> Sanitário (descarga)	
CARACTERÍSTICAS DO PONTO DE CAPTAÇÃO (dados medidos)		
Profundidade do poço/cachimba (m): _____		
Diâmetro do poço/cachimba (m): _____		
Profundidade do nível d'água (m): _____		
DADOS DA VAZÃO DE CAPTAÇÃO (deste manancial)		
Vazão média (m ³ /dia)	Tempo (h/dia)	Período (dias/mês)
TIPOS DE CAPTAÇÃO		
<input type="checkbox"/> Manual		
<input type="checkbox"/> Bomba sapo	<input type="checkbox"/> elétrica	<input type="checkbox"/> à combustível
<input type="checkbox"/> Bomba não-submersa	<input type="checkbox"/> elétrica	<input type="checkbox"/> à combustível
<input type="checkbox"/> Bomba injetora	<input type="checkbox"/> elétrica	<input type="checkbox"/> à combustível
<input type="checkbox"/> Cata-vento		
Potência das bombas em funcionamento ____ HP ____ HP ____ HP ____ HP ____ HP		
Há quanto tempo o usuário utiliza o manancial?		Houve alteração da vazão captada?
O manancial atende bem à demanda durante todo o ano ou há interferência da estação do ano (inverno/verão)?		

MANANCIAL 5 – NASCENTE (OLHO D'ÁGUA)		
DADOS DO PONTO DE CAPTAÇÃO (preencher um formulário para cada ponto)		
Nome:		
Há caixa de proteção no ponto de captação: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Coordenadas Geográficas Latitude: _____ Longitude: _____		
Distância do ponto de captação ao ponto de consumo (estimativa):		
TIPOS DE USO DA ÁGUA (deste manancial)		
<input type="checkbox"/> Criação Animal <input type="checkbox"/> Banho <input type="checkbox"/> Irrigação <input type="checkbox"/> Beber e preparar alimentos <input type="checkbox"/> Indústria <input type="checkbox"/> Lavagens (piso e roupa) <input type="checkbox"/> Uso de terceiros <input type="checkbox"/> Sanitário (descarga)		
DADOS DA VAZÃO DE CAPTAÇÃO (deste manancial)		
Vazão média (m ³ /dia)	Tempo (h/dia)	Período (dias/mês)
TIPOS DE CAPTAÇÃO		
Mecanizado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Retirada manual <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Por bombeamento Vazão (m ³ /d) _____ Potência das bombas em funcionamento ___HP ___HP ___HP ___HP ___HP
Há quanto tempo o usuário utiliza o manancial?		Houve alteração da vazão captada?
O manancial atende bem à demanda durante todo o ano ou há interferência da estação do ano (inverno/verão)?		

USOS DA ÁGUA: IRRIGAÇÃO (dados do usuário em anos normais)																
Vazão:																
Potência do motor:																
Diâmetro do cano de saída:																
Nº de horas em que a bomba permanece ligada/dia								Nº de dias por semana								
Dados Gerais do sistema de irrigação																
Área total da propriedade (ha)																
Culturas Perenes/ Semiperenes/ Temporárias																
Cultura	Toneladas Produzidas	Método de Irrigação	Área (ha)	Meses do ano em que utiliza irrigação												
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Todos
Observações:																

CADASTRO PARA CRIAÇÃO DE ANIMAIS (dados do usuário em anos normais)			
Espécie animal	Nº de animais	Tipo de uso da água: Dessedentação e/ou limpeza	Tipo de criação: Intensiva/Extensiva

OUTROS USOS
Tipo de uso:
Estimativa de vazão:

USO DE ÁGUA DE CHUVA

Há cisterna para captação de água de chuva na propriedade?

Sim Não (Nesse caso continue no próximo quadro, mais abaixo)

Capacidade da cisterna (m³) – (dado medido em campo): _____

Tipo de cisterna

Coleta de água no telhado Calçadão

A cisterna também recebe água de carro-pipa?

Sim Não

Caso positivo, há pagamento pela água do carro-pipa?

Sim Não

Qual a origem da água do carro-pipa?

Prefeitura Exército Outros: _____

Para que é utilizada a água da cisterna na propriedade?

Beber Lavar roupa
 Cozinhar Banho
 Outros

A água armazenada na cisterna atende à necessidade de água durante todo o período de estiagem, em todos os anos?

Sim Não

Qual o período crítico? _____

Repete-se

anualmente? _____

CASO NÃO HAJA CISTERNA NA PROPRIEDADE (continue aqui)

Há interesse do usuário em implantar uma cisterna de captação de águas pluviais na propriedade?

Sim Não

Há disponibilidade de área de captação de águas pluviais na propriedade?

Sim Não

Área estimada de telhado (m²): _____

Área estimada para calçadão (m²): _____

FOTOS – identificar número dos arquivos digitais