

Sistema para monitoramento do abastecimento residencial

Residential supply monitoring system

Rosendo Lucas Santana da Costa^{1*}, Reudismam Rolim de Souza¹, Janneson José Ferreira de Lima¹, Verônica Marina Lima Silva¹

RESUMO

Devido ao alto consumo de água e por se tratar de um recurso importante para sociedade, é buscado meios para contornar o alto consumo. Com isso, muitas cidades detêm um sistema de rodízio no abastecimento, que tem o objetivo de preservar o recurso hídrico, diminuindo o consumo de água. Esse sistema consiste na divisão da cidade em setores, em que ocorre o corte do suprimento de água periodicamente nos setores da rede de distribuição, onde são passados N dias com o abastecimento de água e X dias sem o fornecimento de recursos hídricos. Infelizmente, a população de algumas cidades sofre com a dificuldade de identificar o início do período de abastecimento dos setores, o que acaba comprometendo o gerenciamento de água residencial das pessoas. Considerando esta problemática, este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de um sistema web e mobile intitulado SMAArT, cujo objetivo é auxiliar com o monitoramento da distribuição do recurso hídrico e prover informação para população acerca do abastecimento.

Palavras-chave: Crise Hídrica; Sistemas Web; Protótipo.

ABSTRACT

Due to the high consumption of water and considering that it is an important resource for society, ways are searched to circumvent the high consumption of water. As a result, many cities have a rotation system in their supply of water, aiming to preserve water resources, and reduce water consumption. This system consists of dividing the city into sectors, where the water supply is periodically cut off into sectors of the distribution network, in which N days have a supply of water and X days do not have the supply of water. Unfortunately, the population of some cities suffers from the difficulty in identifying the beginning of the supply period for some sectors, which compromises people's residential water management. Considering this problem, this work aims to present the development of a web and mobile system entitled SMAArT, which aims to assist in the monitoring of the distribution of water.

Keywords: Water Crisis; Web Systems; Prototype.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

*E-mail: rosendo.costa@alunos.ufersa.edu.br

INTRODUÇÃO

O Brasil detém de um alto consumo de água, como é mostrado pelo Sistema CFA de Governança, Planejamento e Gestão Estratégica de Serviços de Água e Esgotos (CFA-Gesae), o consumo médio per capita de água no Brasil é de 154 litros por dia. Por se tratar de um recurso que, segundo Tundisi (2006), é tão importante para vida em um contexto social e econômico, que estados brasileiros, juntamente com o governo federal, buscam formas e meios de amenizar o impacto causado pela crise hídrica.

Uma abordagem utilizada por algumas cidades para amenizar o consumo de água é a implantação do sistema de rodízio no abastecimento hídrico. Esse sistema funciona com um racionamento do abastecimento que, de acordo com ABES, citado por Abrantes (2018, p.37), esse rodízio funciona com o corte do suprimento de água periodicamente nos setores da rede de distribuição, onde são passados N dias com o abastecimento de água e X dias sem o fornecimento de recursos hídricos.

Dentre todas as cidades afetadas pela crise hídrica e que implementam o sistema de rodízio de água, temos como foco a cidade de Pau dos Ferros, localizada na região semiárida brasileira, no estado do Rio Grande do Norte. Além de possuir alto consumo de água, suas reservas hídricas são compartilhadas com cidades circunvizinhas. Devido à baixa reserva de água disponível para o município, a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) implementou um sistema de rodízio na adutora de abastecimento hídrico da cidade, visando diminuir o uso excessivo e o desperdício de recursos da sua reserva hídrica em períodos que seja necessário.

O sistema de rodízio busca baixar o consumo de água na cidade, mas possui problemas que acabam gerando atraso na liberação de água nos setores e irregularidades e, como é explanado por Abrantes (2018, p.47), as irregularidades de abastecimento fazem com que a população passe mais tempo sem abastecimento do que se era esperado. Com a ocorrência dessas irregularidades no rodízio, uma grande parcela da população de Pau dos Ferros e redondezas compram água a partir de outras formas, além da distribuída pela CAERN. Considerando o fator da irregularidade e a ausência de um portal de comunicação que informe a ocorrência de abastecimento nos setores, a população acaba

comprando mais água do que deveria para durar até o retorno do abastecimento, assim gerando um aumento de despesas para a população.

Considerando esta problemática, este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de um sistema web e mobile que visa auxiliar o monitoramento da distribuição do recurso hídrico e possa estar informando a população e administradores sobre o funcionamento do rodízio possibilitando uma organização melhor para os dias sem água. O sistema foi denominado SMAArT (Sistema de Monitoramento de Abastecimento de Água Territorial), a partir dele será possível coletar informações a respeito de sensores instalados em caixas d'água e prover um monitoramento, como também gerar relatórios e notificar sobre o status de abastecimento dos setores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Abastecimento hídrico de Pau dos Ferros

Pau dos Ferros, localizada no Rio Grande do Norte, tem como sua principal fonte de abastecimento o Açude Público Dr. Pedro Diógenes Fernandes, que também é compartilhado com as cidades circunvizinhas. Para evitar o desperdício de água, reduzir o consumo excessivo e conseqüentemente auxiliar na preservação de seu recurso hídrico para os longos períodos de seca foi implementado pela CAERN um sistema de rodízio na distribuição de água em Pau dos Ferros para o uso da adutora de engate rápido (ABRANTES, 2018).

Em Pau dos Ferros, o rodízio de abastecimento ocorre com a divisão da cidade em três setores, como pode ser observado no Quadro 1. De acordo com Motta (2010), para definir os setores devem ser considerados a topografia e o perfil dos consumidores. Tendo a divisão da cidade, cada setor terá N dias de abastecimento e X dias sem abastecimento (ABES apud ABRANTES (2018)).

Quadro 1 – Setores de Pau dos Ferros

Setores	Bairros
---------	---------

Setor 1	Riacho do Meio, São Judas Tadeu, Frei Damião, Paraíso, Assema, Alto do Açude e Núcleo, Alagoinha, Olívio de Souza e José Nicodemos (Carvão).
Setor 2	Centro, Beira Rio, São Geraldo, João XXIII, Manoel Domingos, Bela Vista, São Benedito, Cohab, Nova Pau dos Ferros e Domingos Gameleira.
Setor 3	Princesinha do Oeste, Chico Cajá, Nações Unidas, João Catingueira, Arizona, Zeca Pedro, Manoel Deodato, Aluizio Diógenes, Sítio Grossos e São Vicente.

Fonte: Silva (2017)

Mesmo o modelo do serviço de abastecimento sendo importante para a preservação do recurso hídrico da cidade, de acordo com Roque et al. (2020), a população pauperrense não está satisfeita com o serviço. Essa insatisfação ocorre devido às irregularidades recorrentes no abastecimento e uma falta de informação, pois não há um método rápido e oficial de se informar sobre o abastecimento, assim, fazendo a população buscar meios informais, como as redes sociais.

Sistemas web

Com a evolução dos navegadores (*browsers*), é possível desenvolver sistemas complexos para serem executados por eles. Por sua vez, com o surgimento de *frameworks* mais robustos para o desenvolvimento web, como o React.js e Vue.js, o desenvolvimento de tais aplicações se tornaram mais viáveis.

Sistemas web detém uma grande vantagem, a sua facilidade de acesso aos usuários, que por se tratar de uma aplicação implantada em servidores web e executada pelos navegados, o usuário que possuir um navegador e acesso à internet poderá acessar o sistema. Porém, será importante para o sistema que ele seja compatível com os navegadores disponíveis mais utilizados.

Um fator que pode levar as desenvolvedoras a implementar o sistema como uma aplicação web é a possível baixa no custo de manutenção do sistema. Pois, segundo Sommerville (2011, p 8), “em vez de escrever o software e instalá-lo nos computadores dos usuários, o software era implantado em um servidor Web. Isso tornou muito mais barato alterar e atualizar o software, porque não havia necessidade de se instalar o software em cada computador”.

Aplicativos mobile

Segundo Pressman e Maxim (2016), o termo aplicativos passou a significar softwares capazes de serem executados em dispositivos móveis. Esse “conjunto” de software é capaz de utilizar os recursos nativos do dispositivo, assim, possibilitando o desenvolvimento de sistemas capazes de usar a câmera de um celular, como também fazer uma simples ação utilizando o *touch* de um *tablet*.

O desenvolvimento de versões mobile de sistemas é algo viável atualmente, tanto pela evolução das tecnologias utilizadas na construção dos dispositivos móveis, quanto na acessibilidade promovida pelo alto número de pessoas que possuem ao menos um *smartphone*. Entretanto, a viabilidade de se desenvolver um sistema *mobile* menos complexo é maior, pois assim poderá alcançar um número maior de dispositivos que irão suportar o aplicativo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Módulos do sistema

Para o módulo administrador do SMAArT, foi desenvolvido um sistema web que representa a parte gerencial do sistema, cujo objetivo é prover funções que permitam ao administrador, que irá controlar o serviço na cidade, gerenciar os setores e sensores que estarão presentes no sistema. Por meio desse módulo, o administrador poderá verificar a situação que se encontra cada setor da cidade e seus respectivos sensores, como também, adicionar novos sensores e setores.

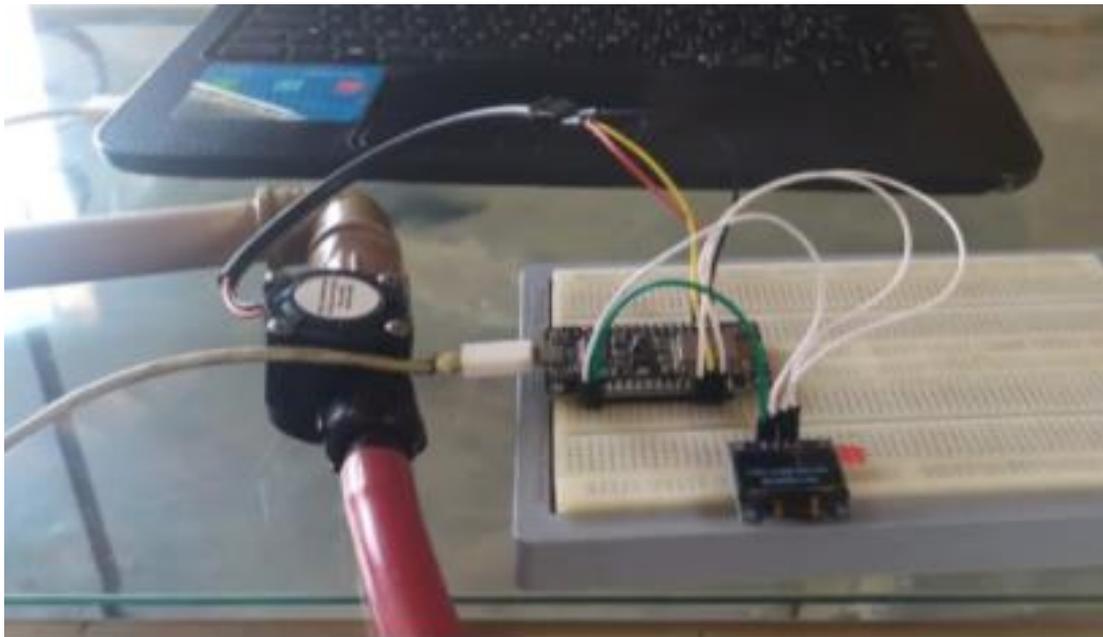
O módulo cliente do SMAArT, teve sua versão prototipada com objetivo de apresentar as funcionalidades que irão auxiliar o público geral do sistema, fornecendo as opções de ativação de sensor, notificar abastecimento nos setores, visualizar mapa e baixar os relatórios fornecidos pelo sistema.

Sensor

Para realização das coletas de dados sobre o abastecimento, foi necessário a utilização de um sensor capaz de detectar a entrada de água em caixas d’água. Com isso,

foi adotado o uso de um dispositivo desenvolvido por um estudante da UFERSA, que pode ser observado na Figura 1. Esse aparelho foi desenvolvido utilizando o microcontrolador ESP8266 e um sensor de fluxo. O ESP8266 coleta dados do sensor de fluxo e realiza cálculos para identificar se está sendo passado água pelo sensor e o volume da mesma. Com essas informações, o microcontrolador realiza requisições HTTP à API do sistema, informando quando ocorrem mudanças no status de abastecimento.

Figura 1 – Sensor de abastecimento hídrico



Fonte: Autores (2022)

Tecnologias e ferramentas usadas

PostgreSQL e PostGis

Para gerenciamento do banco de dados do sistema SMAArT, foi adotado o PostgreSQL, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), bastante utilizado em bancos relacionais. Além de gerenciar um banco de dados, o PostgreSQL é bastante robusto, possuindo inúmeras bibliotecas e extensões.

Durante o desenvolvimento, uma das extensões disponíveis no PostgreSQL foi importante para alcançar requisitos do sistema. Esta extensão é a PostGis, que permite a criação e manipulação de objetos GIS (do inglês *Geographic Information System*) no banco de dados. Esses objetos armazenam informações geográficas que permitem realizar

cálculos com base em pontos de coordenadas, podendo identificar a distância entre dois pontos, se um ponto está dentro de uma área e outras operações.

React.js

Sendo uma biblioteca Javascript desenvolvida pelo Facebook, o React.js permite o desenvolvimento de interfaces para sistemas web. Com essa biblioteca, construímos páginas web que seguem o conceito de *Single Page Application* (SPA), onde todo o sistema é interpretado pelo navegador como uma única página web.

O React.js foi utilizado no projeto para criação do módulo administrador, constituído por uma aplicação web que se comunica com uma API para coletar os dados enviados pelos sensores, com isso, sendo capaz de monitorar o abastecimento da cidade.

Axios

Para estabelecimento da comunicação entre a aplicação web e a API, foi utilizado o cliente HTTP Axios. Com seu uso, é possível enviar dados, tais como objetos Javascript no formato JSON (do inglês *JavaScript Object Notation*), no corpo das requisições. Pelo fato da aplicação web e da API terem sido desenvolvidas com Javascript, o envio dos dados em JSON facilita a comunicação, pois é facilmente interpretada pelo Javascript.

Leaflet e MapBox

O Leaflet é uma biblioteca capaz de renderizar mapas em aplicações web como também elementos gráficos. Entretanto, essa biblioteca não fornece um mapa, logo, foram utilizados os serviços do MapBox que fornece mapas online e APIs de geolocalização. Com uso dessas duas tecnologias, foi possível desenvolver um mapa capaz de renderizar representações visuais dos setores e sensores da cidade.

Figma

Para criação dos protótipos do sistema, foi utilizada a plataforma Figma, em que é possível a elaboração de protótipos de médio e alto nível, que auxiliam tanto no planejamento quanto no planejamento e validação dos requisitos do sistema.

Node.js e Express

Para que os sensores pudessem enviar suas informações para o sistema SMAArT, foi desenvolvido uma API capaz de receber requisições HTTP a partir de rotas desenvolvidas. Para desenvolver tal API foram utilizados os frameworks Node.js e express.

Por sua vez, o Node.js é um framework construído com o motor V8 do Chrome, sendo capaz de executar comandos Javascript sem a necessidade de um navegador. O

express é responsável por fornecer recursos para construção de servidores web com Node.js.

RESULTADOS

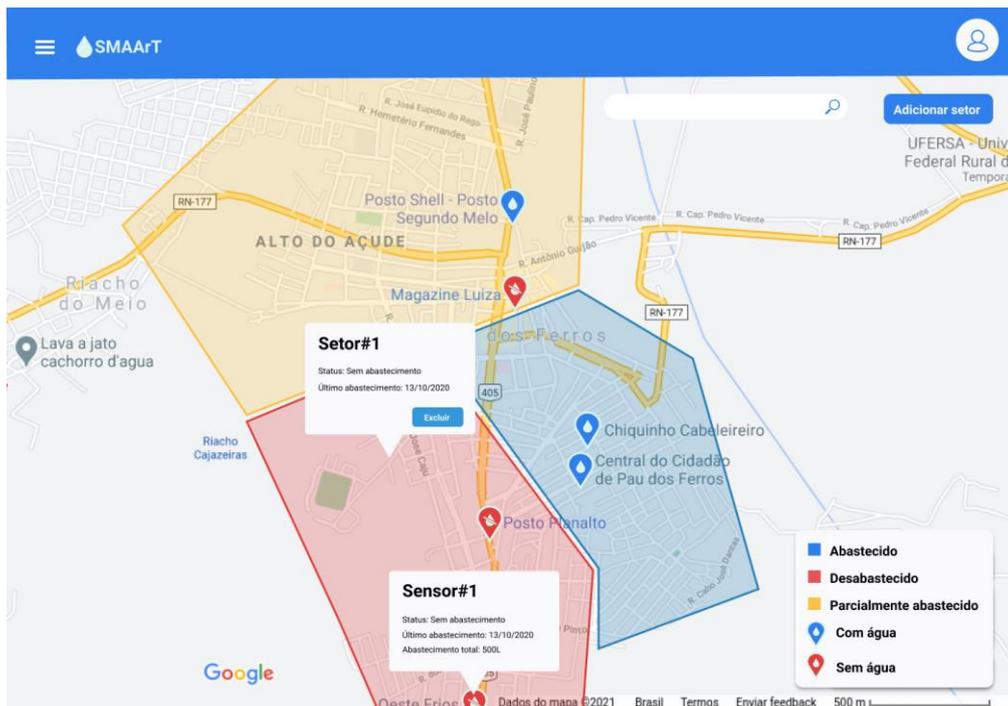
Sistema web

O sistema web desenvolvido tem como objetivo auxiliar a administração do serviço de monitoramento de abastecimento nas cidades, possibilitando gerenciar os setores e sensores no sistema. Na Figura 2, pode-se ver a tela principal do sistema, em que é possível visualizar os setores da cidade, como também seus respectivos sensores. Essa visualização é possível a partir das representações visuais de cada elemento, em que os setores são representados por polígonos e os sensores por marcações semelhantes às representações de um ponto de coordenada.

Cada elemento também possui uma coloração para representar sua situação em determinado momento. Os setores podem possuir a cor vermelha, representando a ausência de abastecimento, amarela para indicar que há um abastecimento, mas não é o total ou azul para indicar que todos os sensores estão detectando um abastecimento. Com os sensores, dois estados são representados: (i) detectando um abastecimento, que é representado pela cor azul e (ii) não detectando um abastecimento, que é representado pela cor vermelha.

Nesta tela, além de visualizar os sensores e setores, é possível visualizar suas informações, pois ao clicar em um sensor são exibidas as informações sobre seu status, o abastecimento total em litros e, caso não esteja detectando um abastecimento, irá informar a última vez que detectou um abastecimento. No caso do setor é informado seu status e a última vez que foi abastecido.

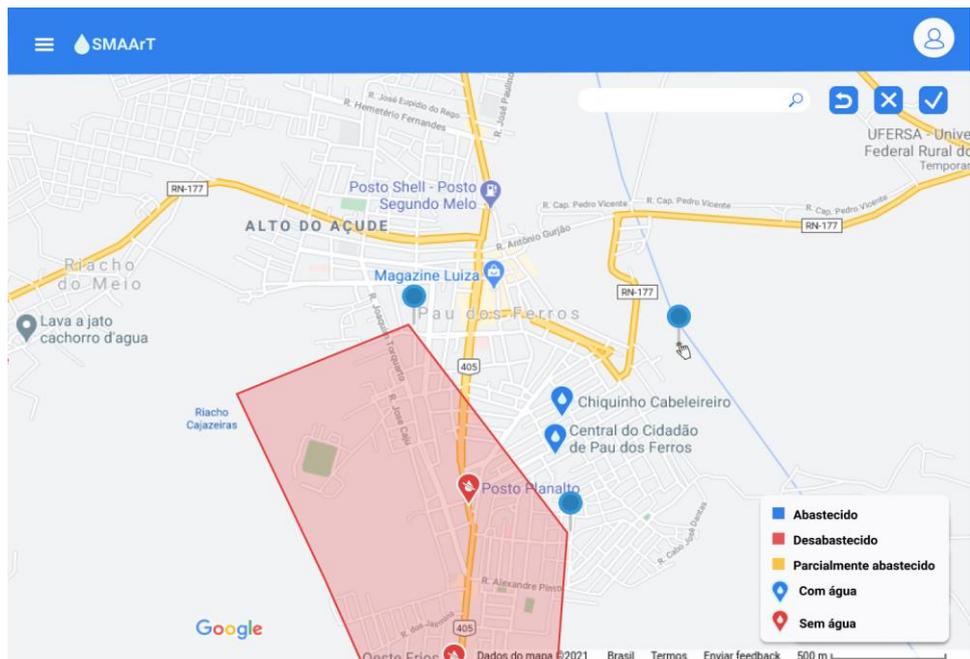
Figura 2 – Tela de visualização do mapa



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 3, pode-se observar a ação de adicionar um novo setor ao sistema. Ao selecionar a opção adicionar setor, presente na tela de visualização do mapa, é iniciada a operação de “desenhar” o setor, em que cada ponto clicado no mapa ganhará um marcador e cada um se tornará um vértice do polígono representante do setor. Ao iniciar essa operação, o sistema disponibiliza um pequeno painel de controle, localizado no canto superior direito. Nele é possível desfazer um marcador, cancelar a operação ou finalizar. Caso seja finalizada a operação, o sistema irá solicitar um nome de identificação, estado e cidade do setor, como é mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Ação de adicionar setor



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 4, tem-se a tela de listagem dos setores, em que é possível visualizar as informações de todos os setores do sistema, como também emitir um relatório contendo as informações sobre o setor e seus sensores, excluir o setor e visualizar sensores associados ao setor.

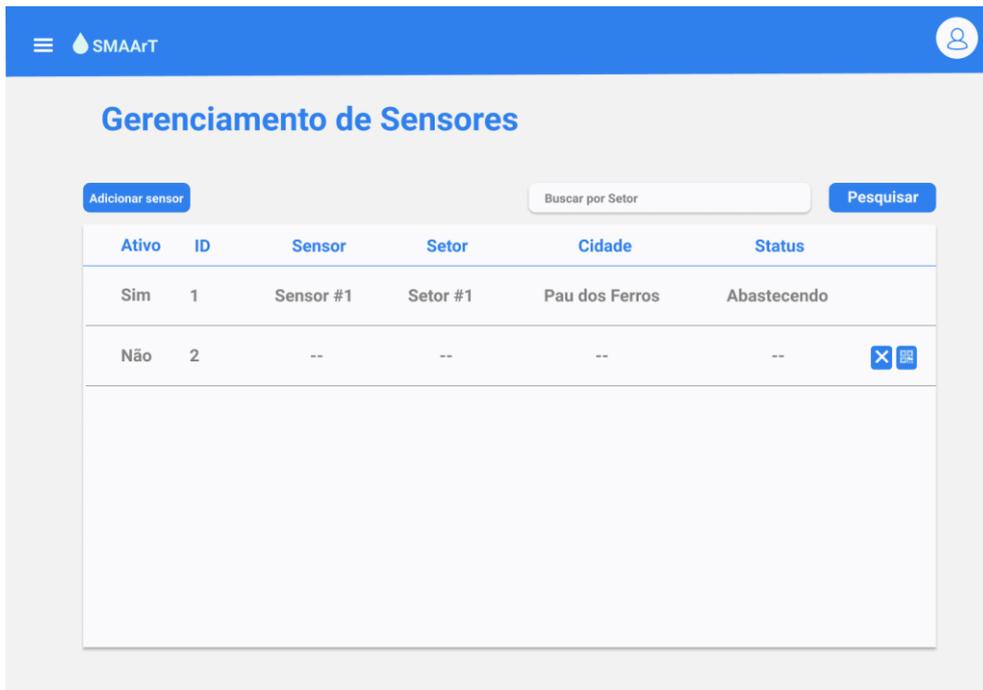
Figura 4 – Listagem de setores



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 5, pode-se observar a tela de visualização dos sensores, responsável por exibir as informações de todos os sensores e possibilitar a geração de um novo registro de sensor. Este registro é responsável por gerar um QR code que será anexado ao sensor, possibilitando sua ativação por meio do módulo cliente.

Figura 5 – Gerenciamento de sensores



Ativo	ID	Sensor	Setor	Cidade	Status
Sim	1	Sensor #1	Setor #1	Pau dos Ferros	Abastecendo
Não	2	--	--	--	--

Fonte: Autores (2022)

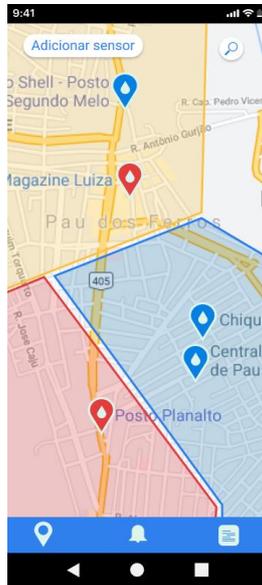
Protótipo mobile

O módulo cliente do sistema SMAArT será uma aplicação *mobile*, com isso, para auxiliar no seu desenvolvimento, foi elaborado um protótipo de alto nível. Essa versão do sistema deve conter as funcionalidades de ativação de sensor, notificar abastecimento nos setores, visualizar o mapa e baixar os relatórios fornecidos pelo sistema.

Na Figura 6, pode-se observar a visualização do mapa no sistema mobile. Essa interface busca seguir um *design* semelhante ao do módulo administrador do sistema web para prover uma padronização entre os módulos. Apesar de a visualização ser semelhante

ao sistema web, não é possível adicionar setores ao sistema, a versão *mobile*, possibilita adicionar sensores.

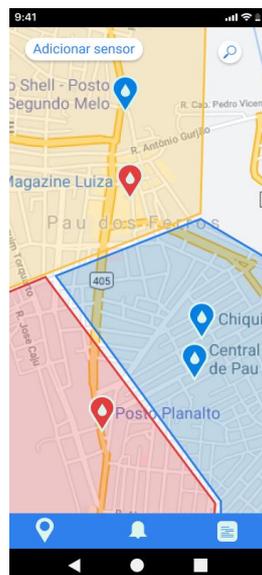
Figura 6 – Protótipo da tela de visualização do mapa



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 7 é possível observar a tela para ativar notificações em setores específicos da cidade, ao ativar uma notificação, sempre que houver alguma alteração no *status* do setor, o usuário deverá receber uma notificação no seu dispositivo, informando sobre a alteração de *status*.

Figura 7 – Protótipo da tela de notificação



API do sistema

Tendo em mente os dois módulos do sistema e sensor de abastecimento, é necessária a elaboração de uma forma de comunicação entre os módulos e o sensor. Para satisfazer esta necessidade, foi desenvolvida uma API. Uma aplicação responsável por receber dados em requisições HTTP e armazenar em um banco de dados, possibilitando capturar os dados dos sensores.

A API possui diversas rotas para manipulação das entidades do sistema (setores, sensores e usuários), mas uma das principais rotas é a que receberá os dados dos sensores (Quadro 2), nela o sensor irá informar a mudança de estado ao identificar o início ou encerramento de um abastecimento.

Além de coletar as informações dos sensores e fornecer elas para os módulos, a API é responsável por estabelecer a associação entre os setores e sensores registrados no sistema. Essa operação é realizada com auxílio da extensão PostGis, que possibilita verificar se um ponto de coordenada, que representa o sensor, está localizado dentro do polígono que representa o setor, fazendo assim a API ser um dos fatores chaves para o funcionamento do sistema.

Quadro 1 – Requisição realizada pelo sensor

REQUISIÇÃO		
Método	Endpoint	
PUT	"/sensor"	
CORPO DA REQUISIÇÃO		
Variáveis	Descrição	Exemplo
sensor_id	Variável do tipo <i>string</i> que receberá um UUID que serve como identificador do sensor.	"f8bca0b8-ba8a-49ef-bc0e-734044e60988"
consumo	Variável do tipo <i>float</i> que receberá o total	20.8

	abastecido em litros.	
tem_agua	Variável do tipo <i>boolean</i> que receberá o status de abastecimento.	true
Respostas da Requisição		
Código	Mensagem	
200	Envio de dados realizado com sucesso.	
404	Não foi possível encontrar o sensor.	
400	Dados inválidos.	
500	Ocorreu um erro interno.	

Fonte: Autores (2022)

CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou um sistema como solução para os problemas de desinformação da população a respeito do abastecimento hídrico. O sistema proposto é capaz de estabelecer comunicação com sensores, provê um auxílio no monitoramento do abastecimento residencial, possibilitando se ter uma visualização da situação do abastecimento.

A partir da implantação dos sensores pela cidade, o sistema permite coletar as informações das caixas d'água e exibir de formas visuais para o usuário. Mesmo que o foco do sistema seja proporcionar informações sobre o rodízio da cidade, o sistema poderá ser facilmente modificado para que os usuários convencionais possam adquirir sensores e utilizar o sistema como monitoramento de sua caixa d'água residencial.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, C. G. F. Diagnóstico do sistema de abastecimento de água pela percepção do usuário na cidade de Pau dos Ferros/rn. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. **Engenharia de Software-8ª Edição**. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.

ROQUE, F. S.; BEZERRA, J. M.; MOURA, B. M. D.; COSTA, T. T.; RÊGO, A. T. A.; SOUZA, R. S.; COSTA, H. C. G.; JÚNIOR, A. B. Q.; LIMA, R. I. B. R. Índice de satisfação do sistema de abastecimento hídrico na zona urbana de pau dos ferros/rn. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 4, p. 180–190, 2020.

SILVA, Alex Armando da. **DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN**. 2017. 55 f. Tese (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2017.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. [S.l.]: São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. v. 9. ed.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. Revista USP, n. 70, p. 24–35, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13529>. Acesso em: 25 mai. 2022.

Recebido em: 30/04/2022

Aprovado em: 25/05/2022

Publicado em: 01/06/2022