

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO - *CAMPUS* BRAGANÇA PAULISTA
CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

GEOVANNA VITÓRIA MAZIERO COSTA
MARIA EDUARDA DOS SANTOS RODRIGUES
SARA SILVA ROCHA

**SAEG – Sistema de alerta e monitoramento de Enchentes, alagamentos e
inundações**

BRAGANÇA PAULISTA
2024

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO - *CAMPUS* BRAGANÇA PAULISTA
CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

GEOVANNA VITÓRIA MAZIERO COSTA
MARIA EDUARDA DOS SANTOS RODRIGUES
SARA SILVA ROCHA

SAEG – Sistema de alerta e monitoramento de Enchentes, alagamentos e
inundações

Endereço da Instituição: Av. Major Fernando Valle, 2013 - São Miguel - Bragança
Paulista - SP, Brasil - CEP 12903-000

Período de desenvolvimento do projeto: março de 2023 – Setembro de 2024

Orientador: Prof^o Adilson de Souza Cândido

Coorientadora: Prof.^a Ana Cristina Gobbo César

BRAGANÇA PAULISTA
2024

AGRADECIMENTOS

Aos professores Ana Cristina e Adilson Cândido pelo apoio e ajuda durante o desenvolvimento do projeto.

A Ana Clara Santos, importante colaboradora, durante a criação e desenvolvimento do projeto.

RESUMO

Em diversos lugares do Brasil, observa-se a ocorrência de fortes chuvas que, muitas vezes, causam enchentes e alagamentos, levando a perdas materiais e de vidas, assim como doenças para as pessoas afetadas. Com o objetivo de evitar tais acontecimentos, este projeto pretende desenvolver um protótipo eletrônico integrado a um aplicativo que permita detectar a elevação do nível de água com o objetivo de alertar os moradores locais e evitar a ocorrência de danos. O protótipo foi desenvolvido por meio da plataforma Arduino e periféricos eletrônicos adicionais, como o *Ethernet Shield*, o sensor ultrassom e o módulo de comunicação *bluetooth*. Embora a presente solução apresente limitações em relação a necessidade de uma conexão *bluetooth* ou *ethernet*, é possível comprovar a viabilidade técnica e econômica desta proposta. Ademais, acredita-se que este protótipo poderá contribuir ativamente na prevenção de desastres causados por enchentes e alagamentos.

Palavras-chave: Enchente, Alagamentos, Prevenção, Arduino

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. DESENVOLVIMENTO	9
4. RESULTADOS	10
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais têm sido cada vez mais frequentes nas áreas urbanas, em função, principalmente, da ocupação desordenada e uso indiscriminado dos recursos naturais solo e água (Botelho, 2004). Assim, um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades brasileiras é a ocorrência de inundações ou enchentes, que têm causado grandes prejuízos financeiros e até mesmo perdas de vidas humanas, decorrentes de efeitos imediatos (como afogamentos) ou indiretos, como doenças infectocontagiosas devido o contato com água contaminada.

Eventos de inundações, alagamentos e enchentes, entre outros impactos, são fenômenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Estes eventos naturais têm sido intensificados, principalmente nas áreas urbanas (Braga, 2016).

Adicionalmente, é possível observar um agravamento da intensidade e dos danos causados por alagamentos, como, por exemplo os ocorridos na cidade de Socorro/SP em janeiro de 2023 (Estância de Socorro, 2023), ou mesmo o desastre do ano de 2024 no estado do Rio Grande do Sul em que 172 pessoas foram mortas e mais de duas milhões de pessoas afetadas (CNN, 2024).

A ocorrência de cheias ou o transbordamento das águas dos canais fluviais pode ser um fenômeno natural, característico das áreas de baixo curso dos rios e responsável pela formação das planícies (Botelho, 2004).

As cheias podem ser controladas pelo volume e distribuição das águas das chuvas, pelo tipo e densidade da cobertura vegetal, pelas diferenciações na cobertura pedológica, substrato geológico, características do relevo, como declividade e forma das encostas, e geometria do canal fluvial. Tais fatores atuam sobre a quantidade e a distribuição das águas, determinando a frequência e a intensidade das cheias em uma bacia hidrográfica (Botelho, 2004).

Em um artigo de revisão sobre enchentes e saúde pública, Freitas e Ximenes (2012) analisaram 70 artigos científicos publicados entre 1949 e 2011 e, destes, 27 artigos relatavam sobre as causas das enchentes. A maioria, cerca de doze artigos, indicou as mudanças climáticas e o aquecimento global como causas incluindo furacões, ciclones tropicais, monções, derretimento intensivo de neve e geleiras, *E/*

Niño e tsunamis. Outros cinco artigos relacionaram as enchentes com o aumento de chuvas intensas e localizadas podendo ser agravadas por atividades humanas como o uso e ocupação irregular do solo, descarte inadequado de lixo, intensificação da agricultura, construções de barragens e hidrelétricas, desmatamento, erosão do solo resultando no assoreamento dos rios e a rápida urbanização sem planejamento adequado.

Outro problema causado pelas enchentes e alagamentos são as doenças como a leptospirose. É uma doença infecciosa causada por uma bactéria do gênero *Leptospira* presente na urina dos roedores. Em situações de enchentes a urina destes mistura-se à enxurrada e à lama, aumentando o risco das infecções por essa doença (Pinna et al., 2018). No estudo sobre os óbitos por leptospirose em locais com ou sem enchentes na região norte do Brasil, Pinna et al. (2018) observaram que o número de óbitos foi maior em períodos de maior precipitação.

Com o intuito de empregar a tecnologia para evitar ou diminuir os possíveis estragos causados por alagamentos, enchentes e inundações, foi desenvolvido um protótipo que ao detectar a elevação do nível da água em bueiros, na área urbana, este envia sinais de alerta para as pessoas que residem perto dessas áreas de risco, permitindo assim que elas possam proteger sua vida e seus bens materiais dos alagamentos. Para isso, a solução desenvolvida emprega um *hardware* equipado de um sensor ultrassônico de nível, integrado a um aplicativo de monitoramento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo eletrônico integrado a um aplicativo que permita detectar a elevação do nível de água, possibilitando emitir sinais de alertar aos moradores locais, para que se evite a ocorrência de danos causados por alagamentos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver um sistema de auxílio a moradores de áreas de riscos de alagamentos e enchentes;
2. Realizar uma revisão da literatura sobre a temática de enchentes e inundações;
3. Desenvolver um aplicativo integrado a um *hardware* de monitoramento remoto do nível da água;
4. Desenvolver um site, para que o sistema desenvolvido se torne mais abrangente, tornando possível para mais pessoas a utilização do aplicativo ou site;
5. Habilitar o site para fornecer previsões de temperatura, umidade do ar e precipitação de chuva aos usuários;
6. Avaliar os aspectos de custo-benefício da solução proposta.



3. DESENVOLVIMENTO

Este projeto utilizou o método de engenharia para desenvolver um protótipo eletroeletrônico integrado a um aplicativo para auxiliar na prevenção de eventuais danos causados por alagamentos.

Para auxiliar no desenvolvimento do projeto foi realizada uma revisão da literatura, por meio de palavras-chaves “enchentes” e “inundações”, usando a base de dados Google Acadêmico. As informações obtidas foram usadas para a elaboração deste documento.

Para o desenvolvimento do protótipo foi empregado um microcontrolador da família Arduino, juntamente com uma placa individual para fornecer a conectividade entre o hardware com o aplicativo por meio da tecnologia *bluetooth* e *ethernet*. Para acomodar a placa e demais componentes foi construído um suporte resistente em acrílico, para uma primeira versão, usando a impressora 3D do IFSP-BRA.

Para criação do aplicativo móvel foi usada a ferramenta MIT APP Inventor, uma ferramenta de programação por bloco, o que tornou mais fácil sua utilização, porém o mesmo é apenas compatível com aparelhos que possuam o sistema operacional Android. O aplicativo foi responsável pela recepção dos dados transmitidos pelos sensores que ficam em lugares estratégicos para sinalizar a elevação do nível da água. Os dados obtidos pelo aplicativo foram tratados e armazenados em um banco de dados retirado do próprio MIT APP INVENTOR.

O aplicativo também foi habilitado para fornecer previsões de temperatura, umidade do ar e precipitação de chuva aos usuários, a partir do site do clima tempo, é possível que o usuário obtenha o clima da região em que está. Além desta ferramenta, o aplicativo também redireciona o usuário para uma página que contém o mapa da região de São Paulo. Este site mostra, além das áreas de alagamentos, ferramentas como dicas e curiosidades.

4. RESULTADOS

Foi desenvolvido um protótipo eletroeletrônico integrado a um aplicativo para ajudar na prevenção contra perdas de vidas e de bens materiais dos moradores de áreas que sofrem com enchentes e alagamentos.

Como identidade visual do projeto foi criado um logotipo, representado na Figura 1, usando a ferramenta Canva, que apresenta o nome do projeto que é composto de um sensor e algumas gotas de água.

Figura 1 – Logotipo do Sensor de Enchentes.



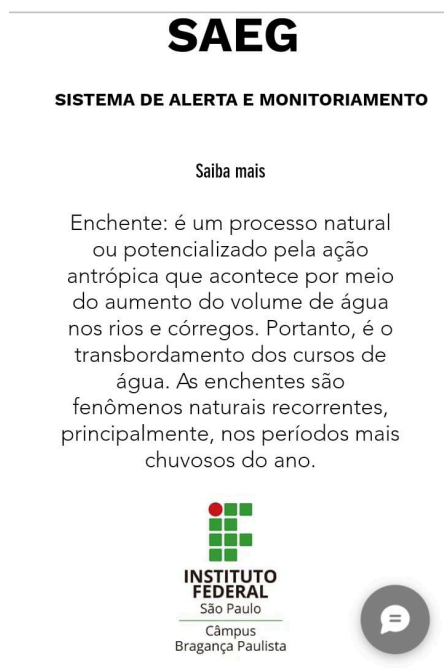
Fonte: Elaboração própria.

Um site foi desenvolvido com a intenção de contribuir com o bem estar do usuário e também uma opção para aqueles que desejam fazer uso das funcionalidades do aplicativo e que preferem não o instalar no celular. Para criação deste site foi usada a plataforma Wix.

Essa página *web* pode ser usada pelo morador ou visitante para ver quais são as áreas de alagamentos, a previsão do tempo, ter acesso a dicas sustentáveis, a área de cadastro e também um *Qr Code* para abrir o aplicativo.

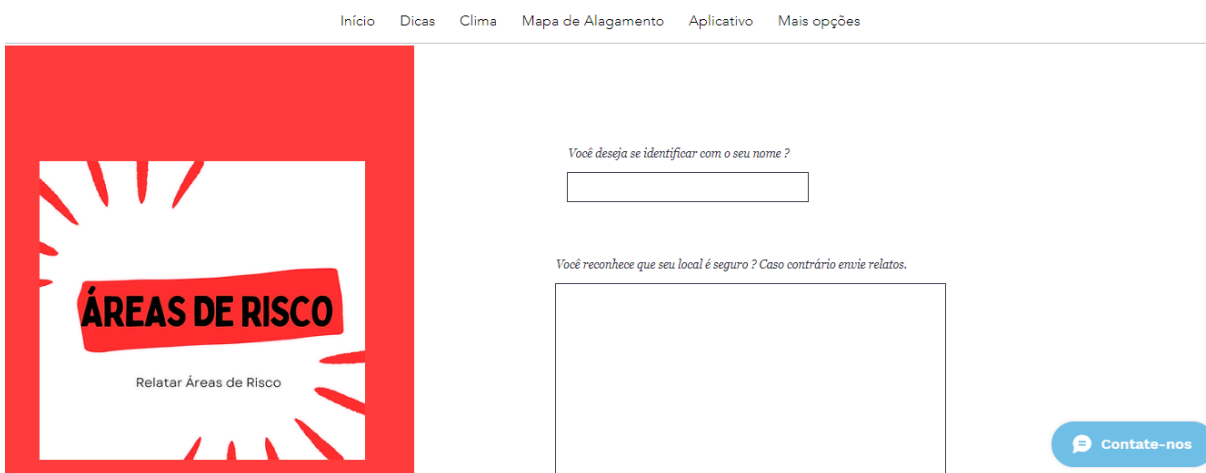
Na Figura 2 observa-se a tela inicial do site, contendo um resumo sobre enchentes e um ambiente para cadastro de novas áreas de riscos, representado na Figura 3. Há a opção de “saber mais” com dicas sustentáveis para evitar o problema, representado na Figura 4, previsão do tempo e possíveis áreas de alagamentos próximas a localização do usuário (Figura 5). Adicionalmente, a Figura 7 apresenta uma frase motivacional ao final do *site* desenvolvido.

Figura 2 – Tela inicial do site desenvolvido.



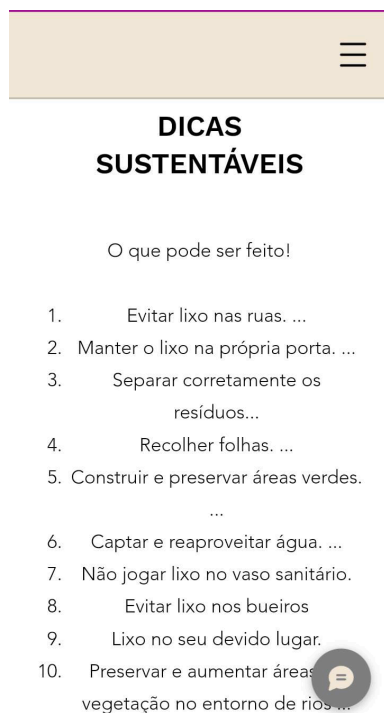
Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 – Ambiente para que o usuário inclua novas informações de áreas de risco.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4 – Seção de dicas para evitar alagamentos.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 – Apresentação da previsão do tempo e identificação de possíveis áreas de alagamentos próximas ao usuário.

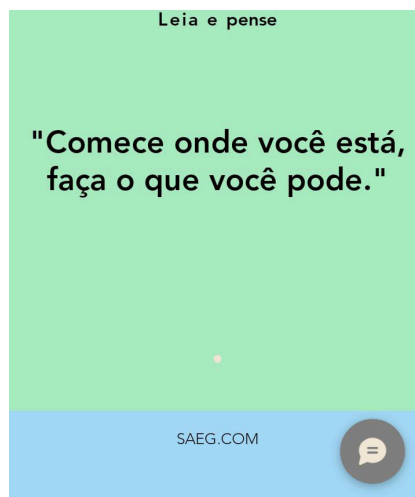


Fonte: Elaboração própria.

Figura 6- Qr Code para acessar o aplicativo



Figura 7- Frase motivacional presente no site.



Fonte: Elaboração própria.

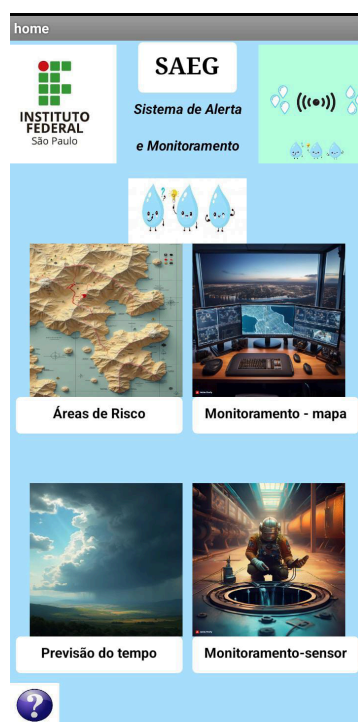
O aplicativo foi desenvolvido com a intenção de o morador monitorar sua cidade ou outras cidades, podendo ver quais os pontos de alagamentos, previsão do tempo, dicas de sustentabilidade e, caso haja dúvidas sobre o uso dessa ferramenta terá uma tela onde explica-se como usar o aplicativo.

Para desenvolvimento do aplicativo foi usada a ferramenta APP Inventor, pois o mesmo possui uma organização por blocos e várias opções de ferramentas que facilitaram o desenvolvimento.

Na tela inicial do aplicativo (Figura 8), encontram-se as localizações das áreas com risco, monitoramento destas áreas em tempo real por meio de um mapa, monitoramento em tempo real por meio de um sensor instalado nos bueiros, previsão do tempo referente a localidade do usuário e a opção de ajuda caso o usuário tenha alguma dificuldade na utilização do *software*.

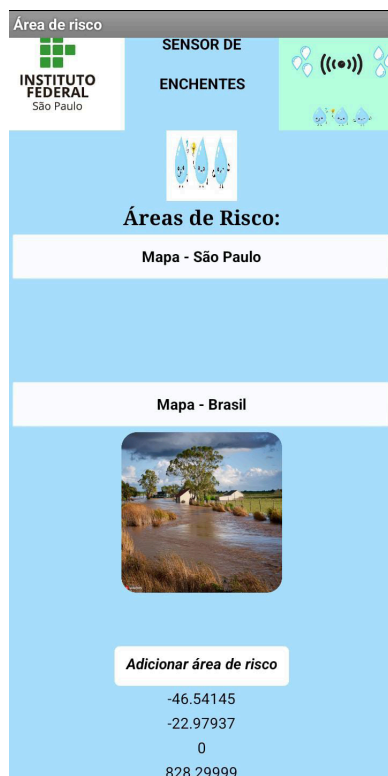
A Figura 8, apresenta outra tela do aplicativo, onde o usuário encontrará um mapa atualizado em tempo real com as áreas de risco no estado de São Paulo e em outras regiões do Brasil, possibilitando que ele possa identificar os lugares que devem ser evitados naquele momento. Além disso, o usuário também poderá adicionar locais onde apresenta risco.

Figura 8 – Tela inicial do aplicativo.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9 – Mapa com as áreas de risco, que devem ser evitadas pelo usuário.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 10 representa a tela do aplicativo em que o usuário encontrará a previsão do tempo de sua cidade.

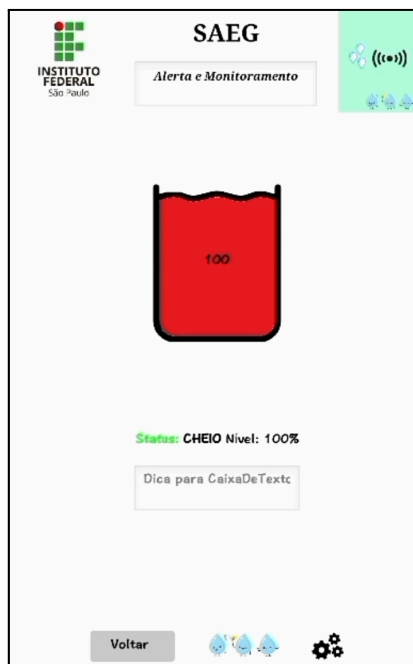
Figura 10 – Tela com a previsão do tempo da cidade do usuário.



Fonte: Elaboração própria.

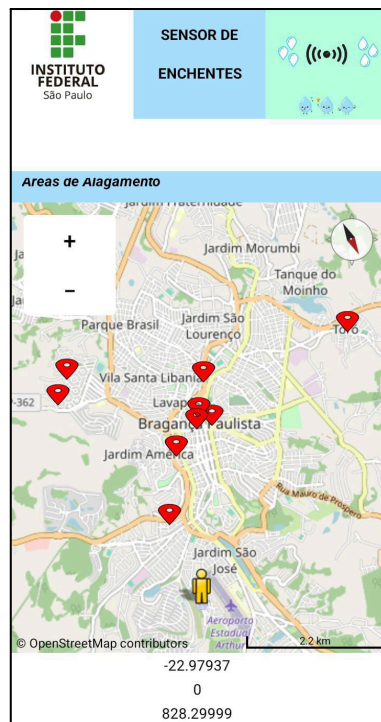
A Figura 11 apresenta a tela do aplicativo em que o usuário poderá acessar, em tempo real, o nível da água medido pelo protótipo “sensor de enchentes” instalado em um bueiro que monitorará a elevação do nível de água e, conseqüentemente, acompanhar o risco de alagamento. Funcionalidade semelhante está representada na Figura 12, em que há o monitoramento, em tempo real, por meio de informações compartilhadas da defesa civil, as regiões do município que usualmente apresentam alagamentos e enchentes.

Figura 11 – Nível da água do bueiro, que sinaliza se no local há risco da ocorrência de uma Enchente.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 12– Monitoramento em tempo real das regiões de risco por meio de um mapa.

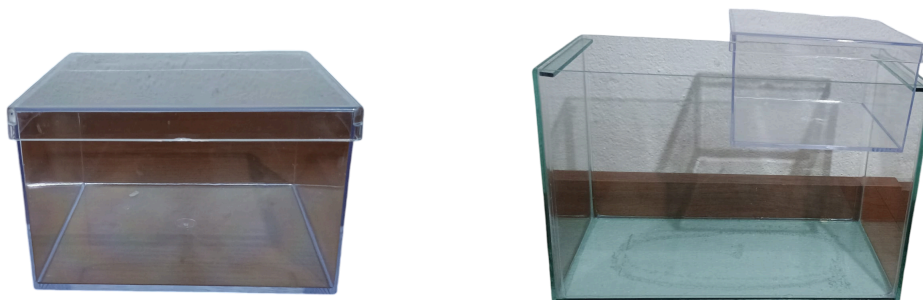


Fonte: Elaboração própria.

De modo a validar a solução, foi utilizado um recipiente de acrílico posicionado sobre um aquário de vidro, conforme representado na Figura 13, o qual

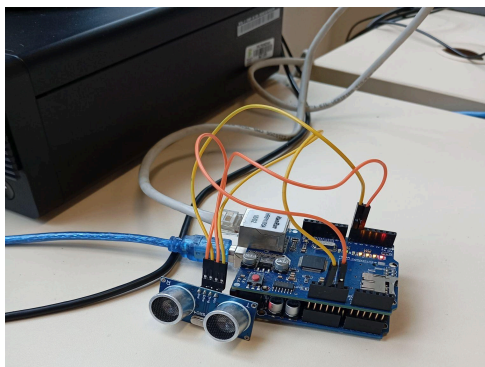
abrigará o *hardware* desenvolvido, representado na Figura 14, e que monitorará o nível de água no bueiro.

Figura 13 – Ambiente de demonstração e validação da solução constituído de um recipiente de acrílico e aquário de vidro.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 14 – Hardware desenvolvido para validação da solução.



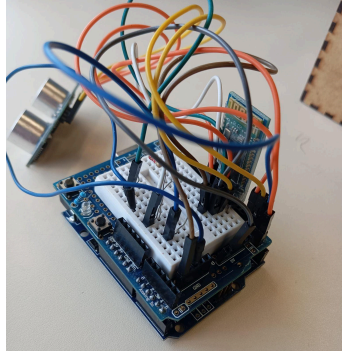
Fonte: Elaboração própria.

O *hardware* de monitoramento apresenta os seguintes componentes: 1) Arduino Duemilanove; 2) módulo ethernet; 3) sensor ultrassônico. Embora esta solução para teste em bancada utilize um módulo *ethernet* que exige conexão por meio de cabo, propõe-se a substituição desta solução por outras opções *wifi*. No entanto, devido a limitações financeiras e de recursos, não foi possível a apresentação desta solução *wifi*.

Este protótipo está relacionado com uma atualização da versão anterior apresentado no ano de 2023, representado na Figura 15, que utilizava a conexão por *bluetooth*. No entanto, o *bluetooth* apresenta como desvantagem a baixa região

de abrangência e conectividade, o que motivou a substituição desta solução por outros meios de comunicação que apresentam elevada disponibilidade e abrangência, como as redes *wifi*.

Figura 15– Protótipo do ano de 2023 que utiliza comunicação *bluetooth*, bateria de 9V, sensor ultrassônico e o Arduino Uno.



Fonte: Elaboração própria.

Desta forma, o protótipo do “SAEG - sistema de alerta e monitoramento de enchentes, alagamentos e inundações”, embora esteja em fase de desenvolvimento, apresenta um elevado potencial de ser empregado em situações reais e contribuir com a redução de danos causados por enchentes e alagamentos.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O protótipo “SAEG - sistema de alerta e monitoramento de enchentes, alagamentos e inundações” integrado a um aplicativo, poderá ajudar muitas pessoas, evitando ou minimizando os problemas enfrentados pelas vítimas das enchentes e os danos materiais causados por esse tipo de situação.

Também foi possível realizar um teste de conceito. A partir da montagem de um circuito elétrico que, juntamente com o aplicativo, permitiu identificar potenciais melhorias futuras no projeto, como, por exemplo, a substituição do módulo *ethernet* por um sistema *wifi*.

Pretende-se dar continuidade ao desenvolvimento deste projeto, finalizando a programação e a interação entre o protótipo “SAEG - sistema de alerta e monitoramento de enchentes, alagamento e inundações” e ao aplicativo, além da validação do sistema em situações reais.

Ademais, pretende-se modificar o método de conexão entre o *hardware* e o aplicativo permitindo que isto ocorra para áreas de maior abrangência. Além de mudar alguns dos componentes do protótipo para que o mesmo alcance maior distância com mais eficiência. Outro aspecto a se observar recai na bateria que deve ser substituída por outra solução sustentável, como o uso da energia solar, auxiliando no combate ao desperdício de energia.

Pretende-se também, utilizar ferramentas que tornem o *site* e aplicativo mais dinâmico e intuitivo para seus usuários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, R. G. M. Enchentes em áreas urbanas no Brasil. In: Seminário A Questão Ambiental Urbana: expectativas e perspectivas, 2004, Brasília. Anais [...]. Brasília: 2004. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=problemas+com+enchentes&oq=problemas+com+enchent#d=gs_qabs&t=1683422259082&u=%23p%3DwxvdUvqRAXcJ.. Acesso em: 05 jun. 2022.
- BRAGA, Júlia Oliveira. Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria - DF. 2017. 33 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1926>. Acesso em 12 out. 2023.
- FÉLIX, Thiago . Rio Grande do Sul terá tempo chuvoso nesta segunda (3). CNN, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rio-grande-do-sul-tera-tempo-chuvoso-nesta-segunda-3/>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- MARACCINI, Gabriela. Enchentes no RS trazem risco à saúde mental da população; veja como obter ajuda. CNN, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/enchentes-no-rs-trazem-risco-a-saude-mental-da-populacao-veja-como-obter-ajuda/>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ESTÂNCIA DE SOCORRO, Prefeitura Municipal. Atualização sobre emergência causada pelas chuvas em Socorro/SP (13/01/2023). Prefeitura Municipal da Estância de Socorro, 2023. Disponível em: <https://www.socorro.sp.gov.br/noticias/nota-oficial-atualizacao-sobre-emergencia-causada-pelas-chuvas-em-socorro-sp-13-01-2023>. Acesso em: 29 abril. 2023.
- FREITAS, C. M. DE; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1601–1616, jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/bkRHD6mZpb737QGcRfn3g5M/#>. Acesso em: 11 jun. 2023.
- PINNA, F. V. et al. Óbitos por leptospirose em períodos com e sem enchentes no ano de 2014, na região norte do Brasil. *Revista Amazônia Science & Health*, v. 6, n. 2, 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1uMkMD60NGBv6V76Xop5sm44wiBWm2lf4/view?usp=drivesdk>. Acesso em: 23 jun. 2023.