

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA ALERTA DE RISCOS DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

NATHAN BELLUZZO DA SILVEIRA<sup>1</sup>; RODRIGO VALANDRO MAZZARO<sup>2</sup>; LUANA NUNES CENTENO<sup>3</sup>; SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [nathanbelluzzo@hotmail.com](mailto:nathanbelluzzo@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [rvmazzaro@gmail.com](mailto:rvmazzaro@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [luananunescenteno@gmail.com](mailto:luananunescenteno@gmail.com)

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense Câmpus Pelotas – [satolentino@pelotas.ifsul.edu.br](mailto:satolentino@pelotas.ifsul.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Os desastres naturais estão diretamente vinculados à história do homem e ao seu modo de apropriação e uso dos recursos naturais (ZHOU et al., 2018). Segundo Pinho et al. (2019), nas últimas décadas, as pesquisas têm demonstrado que houve um aumento considerável não só na frequência dos desastres naturais, mas também em suas intensidades. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), o Brasil está entre os dez países do mundo com o maior número de pessoas afetadas por desastres causados por catástrofes climáticas entre os anos de 1995 e 2015.

Entre os fenômenos considerados como desastres naturais, podem-se citar as inundações urbanas, as enchentes e as movimentações de massa (MACHADO; MACHADO, 2019). Abdulrazzak et al. (2019), definiram inundação como um fenômeno que resulta da insuficiência provisória de um canal de drenagem de conter, em seu leito menor, o volume de água por ele recebido, levando ao extravasamento da água excedente. Já por enchente compreende-se a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar (SILVA et al., 2019).

Com a finalidade de prever ou mesmo evitar enchentes e inundações, o monitoramento do nível da água nos canais de drenagem, surgem como ferramenta de planejamento e gestão dos riscos aos desastres naturais, pois permite informar antecipadamente a população, através de um sistema de alerta, sobre as alterações que o corpo d'água está sofrendo ao longo do tempo (TAKEUCHI et., 2017). O sistema de alerta é essencial para os eventos que atingem com menor frequência as cotas maiores dos canais de drenagem, auxiliando com a remoção das pessoas das áreas de risco (CHAVES, 2013; TUCCI, 2003).

A medição da altura da lâmina de água de um rio, pode ser feita diretamente através do uso de réguas linimétricas, a qual a medição é realizada por observadores, podendo apresentar erros de leitura (CHAVES, 2013). As réguas linimétricas podem ser substituídas por sensores eletrônicos que muitas vezes apresentam baixo custo e fácil implementação, além de não necessitarem de observadores para realizar sua leitura, apresentando medições confiáveis (AGUIRRE, 2017).

Os sensores para medir a altura da lâmina de água baseiam-se em grandezas físicas, como por exemplo, propriedades elétricas que englobam sensores de nível capacitivos, detectores de nível condutivos, radioativos, ultrassônicos, laser e outros (CASSIOLATO, 2010). Os sensores ultrassônicos utilizam-se da transmissão e recepção de ondas acústicas de alta frequência para realizar o cálculo da distância entre a origem do pulso e algum objeto que se encontre à frente do mesmo (NAKATANI; GUIMARÃES; NETO, 2014). Vários destes sensores podem ser instalados ao longo do canal de drenagem formando uma rede de sensores, o que torna a medição mais precisa das cotas de água e a prevenção dos riscos a inundações mais confiável (SOUZA et al., 2017). Projetos de baixo custo podem auxiliar a Defesa Civil na implementação de monitoramento e planejamento de ações em casos de desastres em regiões de alto risco, sem a necessidade de utilização de altos recursos financeiros que se encontram escassos nas instituições públicas (AGUIRRE et al., 2015).

A cidade de Pelotas encontra-se rodeada por mananciais superficiais que somadas às condições topográficas específicas, apresenta alta suscetibilidade de sofrer inundações

(RASERA; CAMPOS, 2014; HANSMANN, 2013). Mesmo a cidade estando localizada em uma área com elevados riscos de desastres naturais, a mesma não possui nenhum sistema de alerta à prevenção de inundações. Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um protótipo para o gerenciamento dos riscos de inundações no município de Pelotas/RS, utilizando plataforma Arduino e sensor ultrassônico.

## 2. METODOLOGIA

O protótipo proposto neste trabalho, utiliza um sensor ultrassônico modelo HC-SR04, plataforma Arduino Uno, um módulo GSM 800L que é o componente cuja função é avisar o usuário a partir de certos parâmetros definidos, utilizando as portas digitais do arduino. Esse módulo possui um conector para antena externa, o que permite que ele fique selado em um recipiente com o sensor exposto, garantindo segurança e ao mesmo tempo confiabilidade.

Para poder operar, este módulo depende de um *chip* telefônico do modelo micro SIM, inserido na parte inferior da placa, fazendo a conexão com a rede de telefonia e permitindo que o SMS de alerta seja enviado. Para que isso ocorra, a partir do momento que a programação obtiver o sinal de que a distância do nível do rio está subindo, a comunicação serial emite o comando para o envio do SMS para o número definido, podendo ser mais de um, se for necessário, avisando o usuário de forma que ele possa deixar suas casas previamente e em segurança.

O sistema informa os riscos de inundação através de um script em que o sensor ultrassônico faz a leitura do nível de água do rio, informando os riscos de inundação através de um sistema luminoso composto por um conjunto de três LEDs com diferentes cores que são acessas conforme a leitura do sensor ultrassônico. A cor verde, informa que o nível do rio se encontra normal; a cor amarela informa que o nível está subindo e quando o nível atinge uma situação preocupante é acessa uma luz vermelha, juntamente com um aviso sonoro emitido através de uma buzina, que está sendo simulada com o uso de um *buzzer*. O *buzzer* piezoelétrico possui um oscilador interno, composto por 2 camadas de metal com uma camada interna de cristal piezoelétrico entre essas camadas, que, quando alimentado com uma fonte de sinal, vibra na mesma frequência recebida, funcionando como uma sirene (BRAGA, 2014).

Todos os dados coletados pelo arduino serão salvos em cartão de memória, através da utilização de um módulo *Micro SD Card Adapter*, ficando assim disponível para consulta do comportamento do nível do rio posteriormente. O script será desenvolvido no software IDE Arduino.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

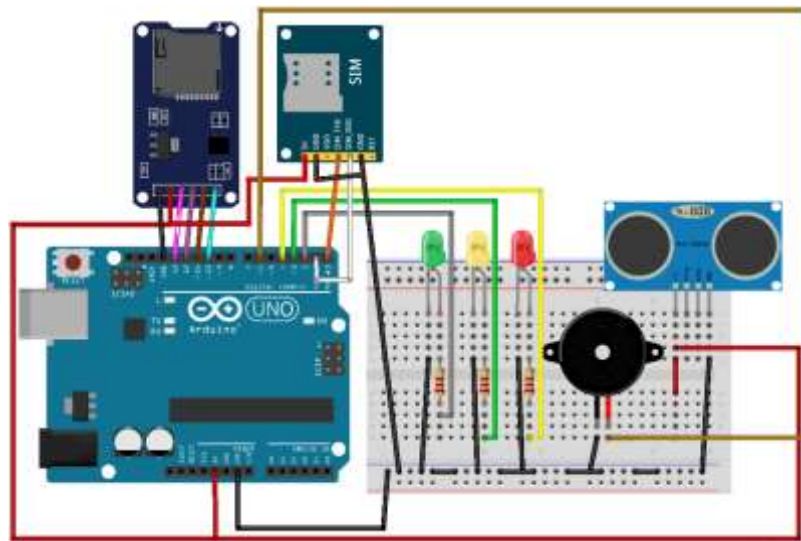
O sensor responsável por realizar a medição do nível do rio, é a peça fundamental para a elaboração deste trabalho. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre alguns modelos de sensores ultrassônicos disponíveis no mercado.

**Tabela 1** – Comparativo entre sensores ultrassônicos disponíveis no mercado.

Modelo	Tensão de operação (V)	Corrente de operação (mA)	Distância máxima (m)	Resolução (mm)	Preço (R\$)
GY-US42	3 – 5	9	7.2	10	26,00
JSN-SR04T	3 – 5,5	30	6.0	1	20,00
HC-SR04	4,5 – 5,5	15	4.0	30	4,00
US-100	2,4 – 5,5	10	4.5	30	10,00

O sensor ultrassônico modelo GY-US42 apresenta a maior faixa de medição, conseguindo alcançar até 7,2 m. Porém, este sensor é um pouco incomum no mercado brasileiro, e para realizar sua aquisição é necessário que este seja importado, gerando assim um grande tempo de espera para que o mesmo esteja em posse para realização do trabalho, por este fato optou-se por utilizar o sensor HC-SR04, que é facilmente encontrado em lojas de eletrônica para a prototipação inicial do sistema de alerta aos riscos de inundação. O sensor GY-US42 será utilizado posteriormente no projeto de pesquisa que

está em andamento. A Figura 1 apresenta o esquema do protótipo para o sistema de alerta aos riscos de inundação para o município de Pelotas.



**Figura 1** – Esquemático de ligação dos sensores no arduino.

O script foi desenvolvido utilizando os valores máximos do sensor HC-SR04. Adotou-se 3 faixas de valores para o acionamento dos LEDs. Quando a distância medida for maior que 3 metros o LED verde, que está ligado na porta digital 3 do arduino, foi acionado. Para uma distância menor que 3 metros e maior que 2 metros o LED amarelo que está ligado na porta digital 4 foi acendido. Por fim, quando a distancia for menor que 2 metros o LED vermelho, ligado à porta digital 5, foi acionado, juntamente com o *buzzer* piezoelétrico que está conectado na porta digital 6. Vale ressaltar que o nível do rio é medido baseado na distancia entre o sensor e o nível da lâmina de água do manancial, ou seja, quanto menor os valores distância apresentados no sensor, maior será o nível do corpo d'água.

Junto com o acionamento do LED vermelho e do *buzzer* piezoelétrico, também foi acionado o módulo GSM 800L, que está conectado nas portas seriais 0 e 1 do Arduino. Quando acionado o módulo GSM, o mesmo envia uma mensagem de texto para os números salvos no *chip* telefônico, quando a mensagem foi enviada também estará registrado no cartão de memória.

Todos os dados medidos, bem como a data e horário da medição foram salvos em arquivo no formato .CSV, onde os valores informados são separados por virgula, podendo assim, importar este arquivo como uma tabela em *softwares* de análises de dados. Esses dados são salvos através do módulo *Micro SD Card Adapter*, o qual é conectado no arduino através das portas digitais 10, 11, 12 e 13. O intervalo de tempo que os dados serão salvos vai depender de futuros testes e do nível de atividade do corpo d'água.

#### 4. CONCLUSÕES

Após a confecção do script e da realização dos teste iniciais do protótipo, pode-se concluir que o mesmo comportou-se de forma esperada, apresentando confiabilidade nos seus resultados. O próximo passo no desenvolvimento do projeto, será realizar o teste do protótipo em um manancial, pois necessita-se verificar se o sensor irá registrar as variações do nível do manancial e se o sistema de envio de mensagens se comportará de forma equivalente aos testes iniciais.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULRAZZAK, M. et al. Flash flood risk assessment in urban arid environment: case study of Taibah and Islamic universities' campuses, Medina, Kingdom of Saudi Arabia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, [s.l.], v. 10, n. 1, p.780-796, jan. 2019.
- AGUIRRE, T. F. A. et al. Antecipação de Enchentes em Córregos Urbanos. *Anais do Brazilian Technology Symposium*, 1., 2015, São Paulo. 5p.

AGUIRRE, T. F. A. **Gerência de risco de enchentes em cidades inteligentes**. 2017. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

BRAGA, Newton C. "Item 3.2 - Alto-falantes, fones e buzzers". 2014. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/blog/2659-cbe003.html?>>. Acesso em 7 de julho de 2017.

CASSIOLATO, C. Medição de Nível. **Smar**, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.smar.com/newsletter/marketing/index39.html>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CHAVES, H. A. T. **Projeto de uma estação fluviométrica automática**. 2013. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2013.

HANSMANN, Henrique Z. **Descrição e caracterização das principais enchentes e alagamentos de Pelotas-RS**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

MACHADO, C. C.; MACHADO, J. P. Análise teórica dos desastres naturais: Gestão e política de assistência social. **Revista Grifos**, [s.l.], v. 28, n. 46, p.160-175, 2019.

NAKATANI, A. M.; GUIMARÃES, A. V.; NETO, V. M. Medição com sensor ultrassônico HC-SR04. **Anais do International Congress on Mechanical Metrology**, 3., 2014, Gramado. 4 p.

**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS**. Brasil está entre os 10 países como maior número de afetados por desastres nos últimos 20 anos. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-brasil-esta-entre-os-10-paises-com-maior-numero-de-afetados-por-desastres-nosultimos-20-anos/>> Acesso em: 18 ago. 2019.

PINHO, G. M. et al. Mapeamento da Vulnerabilidade de Evacuação em Caso de Desastres Naturais Empregando a Sintaxe Espacial. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s.l.], v. 71, n. 2, p.328-366, 2019.

RASERA, G.; CAMPOS, C.R.J. Análise de um caso de enchente ocorrido na região de Pelotas-RS em janeiro de 2009. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, p. 52-60, 2014.

SILVA, B. L. A. et al. Conjunto de drenagem urbana nas cidades e sua importância na redução de inundações e enchentes. **Pesquisa e Ação**, Mogi das Cruzes, v. 2, n. 5, p.205-227, 2019.

SOUZA, S. C. et al. A. Uma infraestrutura para monitoramento de rios para predição de enchentes. **Anais do Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 16., 2017, Resende. 9p.

TAKEUCHI, R. O. A. et al. Sistema de monitoramento remoto de transbordo do rio sesmaria. **Anais do Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 16., 2017, Resende. 16p.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. **Procuradoria Geral da República - Ministério Público Federal**, 2003. Disponível em: <[http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-detrabalho/residuos/docs\\_resid\\_solidos/drenagem1.PDF](http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-detrabalho/residuos/docs_resid_solidos/drenagem1.PDF)>. Acesso em: 18 ago. 2019.

ZHOU, L., et al. Emergency decision making for natural disasters: An overview. **International Journal Of Disaster Risk Reduction**, [s.l.], v. 27, 2018, p.567-576.