

## PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA MONITORAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARAÍPE PARA PREDIÇÃO DE ENCHENTES.

***Reginaldo Radinz Gutter<sup>1</sup>, Saymon Castro de Souza<sup>1</sup>, Mateus Mael Silva Gomes<sup>2</sup>, Andréia Lucia Garbercht<sup>2</sup>, Franciely Vidal Lima<sup>2</sup>.***

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Avenida ES-010, Km-6,5, Manguinhos - 29173-087 - Serra-ES, Brasil, reginaldogutter@gmail.com, saymon@ifes.edu.br.

<sup>2</sup> EEEM Fernando Duarte Rabelo, Praça Cristóvão Jaques, 260, Santa Helena - 29055-070 - Vitória-ES, Brasil, mateusmael8462@gmail.com, andgarber1@gmail.com, francielyvidal1801@gmail.com.

**Resumo** – Os bairros em torno da bacia hidrográfica do rio Jacaraípe, no município de Serra-ES, apresenta impactos recorrentes devido as enchentes, por conta da ocupação desordenada, do estreitamento e assoreamento do rio. Uma forma de atenuar tais impactos é monitorar a bacia e alertar preventivamente a população e órgãos de defesa em situações de risco de enchentes. Diante disto, este trabalho apresenta o projeto de um protótipo, para monitoramento do rio Jacaraípe, que adota a plataforma de prototipação Arduino para processamento dos dados.

**Palavras-chave:** redes de sensores, comunicação sem fio, arduino, enchentes, rio jacaraípe.

**Área do Conhecimento:** Técnico

### Introdução

A região de Jacaraípe (Serra-ES), composta por 16 bairros e cerca de 40 mil moradores, sofre com problemas relacionados às enchentes em épocas de chuvas. A bacia hidrográfica do rio Jacaraípe era tipicamente rural até o início da década de 70, quando iniciou-se o processo de ocupação da região, através da instalação de centros industriais (CELANTE et al, 2004). O processo de ocupação rápida e desordenada, sem nenhuma preocupação ambiental, ocasionou impacto na superfície do solo, alterando o escoamento natural das águas da chuva. Ao mesmo tempo, houve assoreamento do leito do Rio Jacaraípe e estreitamento, devido, entre outros fatores, às construções executadas irregularmente em suas margens (PREFEITURA, 2014). A solução definitiva para os problemas supracitados depende de estudos ambientais e obras com eventuais desapropriações. São processos de médio e longo prazo. Realizar o monitoramento constante do nível de água dos elementos que compõem a bacia hidrográfica do rio Jacaraípe, pode ser uma forma imediata, de baixo custo, para atenuar os problemas decorrentes das enchentes.

Na literatura da área, existem vários trabalhos que descrevem protótipos para monitoramento de rios. Exemplos representativos são os trabalhos descritos em (PECHOTO et al, 2013) e (LOFFI et al, 2016), tais trabalhos possuem protótipos de monitoramento distintos, no que se refere a sensores e dispositivos de comunicação sem fio. O dispositivo discutido neste artigo apresenta uma nova alternativa, abordando questões importantes relacionadas ao armazenamento local de dados, informações geográficas, geração de alertas para a população impactada e conexão com a Internet. Desta maneira, potencializando sua implementação em diferentes corpos d'água em regiões urbanas do país.

Este artigo tem como objetivo apresentar um projeto de um protótipo com capacidade de sensoriamento, armazenamento e comunicação sem fio para monitoramento da bacia hidrográfica do rio Jacaraípe para predição de enchentes.

### Metodologia

Para que o projeto atingisse os resultados previstos, o processo de construção do protótipo seguiu as seguintes fases: i. Análise de Requisitos - o escopo foi detalhado e os requisitos identificados; para compreender as características necessárias de hardware e software do dispositivo a ser construído, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o domínio do problema, bem como a funcionalidade

e o comportamento esperados; ii Projeto - nesta fase foram incorporados os requisitos tecnológicos aos requisitos essenciais, documentados na fase anterior e, portanto, requereu que a plataforma de implementação seja conhecida; iii. Implementação - o projeto deve ser traduzido para uma forma passível de execução pela máquina, logo, cada componente detalhado na fase anterior, foi implementado em hardware e software; iv. Testes – esta fase incluiu diversos níveis de testes, tais como, teste de unidade, teste de integração e teste de sistema.

## Resultados

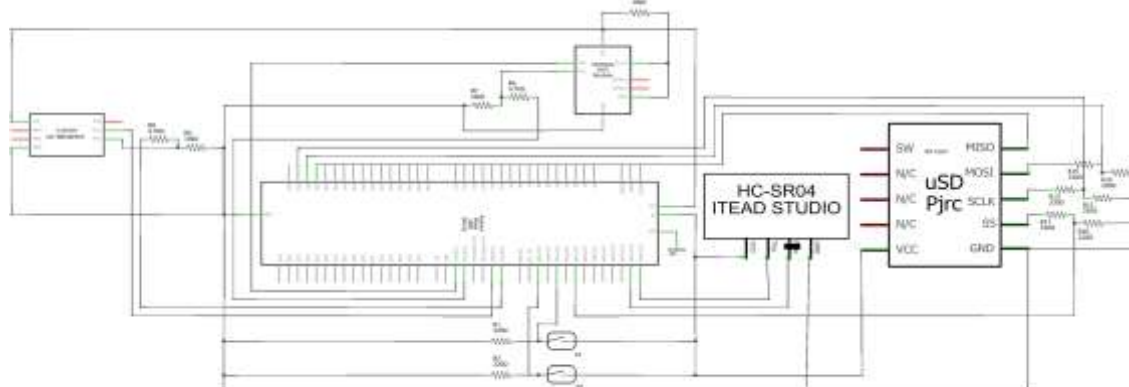
O protótipo apresentado neste artigo é composto por uma plataforma de prototipação, no qual é possível adicionar outros componentes de hardware e software a fim de especializar sua função; um componente de armazenamento de informações coletadas no processo de sensoriamento; um elemento capaz de prover a geolocalização do dispositivo; sensores de nível capazes de monitorar o rio Jacaraípe e uma interface de comunicação sem fio para viabilizar a visualização dos dados em um servidor web.

O protótipo foi desenvolvido conforme a metodologia supracitada, com a premissa da utilização de materiais de baixo custo e ao mesmo tempo resistentes às condições de clima e tempo da região. Verificou-se que o microcontrolador Arduino Mega 2560 poderia ser adotado como plataforma de prototipação (MCROBERT, 2015); para armazenamento dos dados de sensoriamento faz-se o uso de um módulo para cartão SD; os dados de geolocalização são obtidos através do módulo GPS NEO 6M; são utilizados dois tipos de sensores de nível, sendo dois sensores magnéticos (sensores ICOS reed switch) que informam a faixa onde o nível se encontra e um sensor ultrassônico (HC-SR04), que informa, em tempo real, o nível do rio; e finalmente, para comunicação com a internet, faz-se o uso do módulo Wifi ESP8266, utilizado como um servidor TCP.

Um ponto importante a ser mencionado é a escolha do Arduino Mega 2560. As principais diferenças desta placa para outras menores, como a UNO R3, estão na quantidade de pinos digitais e memórias flash e SRAM. Porém, o mais relevante para o dispositivo aqui discutido, é a presença de mais de uma porta Serial física. Os módulos Wifi e GPS utilizam a comunicação Serial do Arduino para informar os dados. Portas Seriais podem ser simuladas no Arduino através da biblioteca SoftwareSerial, porém estas oferecem limitações ao funcionamento dos dispositivos, principalmente relacionados à velocidade de comunicação.

A Figura 1 mostra o circuito do protótipo com todos esses componentes adicionados. Seu desenvolvimento foi feito de maneira incremental, tendo inicialmente apenas os sensores e a placa arduino. Foram então adicionados o módulo de geolocalização, o módulo de armazenamento de dados e o módulo de comunicação Wifi, respectivamente.

Figura 1- Circuito esquemático do protótipo.



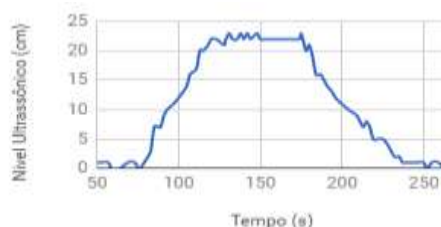
Fonte: Autor (2017) - construído utilizando o software Fritzing.

Os resultados obtidos pelo protótipo desenvolvido foram satisfatórios e apresentam os dados da maneira esperada. Oito diferentes tipos de dados são processados pelo microcontrolador, armazenados como log em um arquivo .csv e enviados ao servidor TCP configurado no módulo Wifi,

são eles: ID do dispositivo; leitura do sensor ICOS inferior; leitura do sensor ICOS superior; leitura do nível do sensor ultrassônico em tempo real (em cm); latitude; longitude; data no formato DDMMYY; e hora no formato HHMMSS.

Os dados do sensor ultrassônico gravados no arquivo .csv, juntamente com os dados de hora do módulo GPS, podem ser utilizados para obter o gráfico do comportamento do nível do rio ao longo do tempo, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Gráfico Nível (cm) x Tempo (s).



Fonte: Autor (2017) .

Através do processamento dos dados dos sensores ICOS é possível informar o estado em que o nível do rio se encontra. Para o protótipo discutido, tem-se os estados NORMAL, ALERTA e EMERGÊNCIA. Além disso, fazendo uso da Google Maps Javascript API, os dados do módulo GPS são utilizados para inserir um marcador no ponto onde o dispositivo estiver instalado. Este marcador também funciona como ferramenta visual para o estado do nível do rio, já que o mesmo muda de cor dependendo da leitura dos sensores.

A Figura 3 mostra a captura de tela da página web criada no servidor do módulo Wifi e o protótipo implementado. Esta página atualiza automaticamente a cada 3 segundos, para exibir os novos dados.

Figura 3 - Dados oriundos do protótipo.



Fonte: Autor (2017).

## Discussão

O dispositivo aqui apresentado passou por diversas melhorias e incrementos ao longo do seu desenvolvimento. Além da adição de novos componentes eletrônicos, novas e mais eficientes bibliotecas de programação foram adotadas e novas técnicas aplicadas para obter os melhores resultados. Na fase atual, o dispositivo mostra-se usual e autônomo, no sentido de realizar o sensoriamento e a comunicação sem fio dos dados. A partir dos resultados obtidos até agora, será



criado um *web service*, hospedado na nuvem (*cloud computing*), que irá receber e processar os dados dos dispositivos e, caso necessário, emitir alertas para os órgãos responsáveis e para a população, através de um aplicativo móvel (por notificação *push*) a ser desenvolvido e por meio de redes sociais (SOUZA, et. al, 2017). Além disso, outros componentes, como painel solar, bateria Li-Po e módulo GSM deverão ser adicionados, a fim de tornar o dispositivo totalmente autônomo.

## Conclusão

A concepção da ideia do projeto aconteceu visando utilizar componentes e tecnologias simples e de baixo custo que atendessem o objetivo de monitoramento e comunicação sem fio do rio Jacaraípe e pudesse ser aplicado na realidade. Acredita-se que é de grande interesse de órgãos competentes e principalmente da população da região, que projetos como este apresentados sejam desenvolvidos, pois podem atenuar os impactos decorrentes das enchentes. Além disso, o uso de aplicativo e redes sociais para a emissão de alertas, foi adotado pois vivemos em uma época onde cerca de 70% da população brasileira possui um *smartphone* (27ª Pesquisa Anual de Administração e Uso de Tecnologia da Informação nas Empresas - FGV-SP, 2016) e 59% utiliza o aparelho para acesso à internet (Google Consumer Barometer, 2016). O projeto encontra-se em andamento e depois de finalizado, ficará disponível no site do projeto e em serviços como o GitHub, sob licença GNU, com devida documentação.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPq, FAPES e Prefeitura Municipal da Serra, por meio do Edital 014/2014 CNPq/FAPES - Programa de Iniciação Científica Júnior.

## Referências

CELANTE, JOVANIA. "Mapeamento da dinâmica do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaraípe- potencialização dos impactos ambientais sobre a qualidade dos recursos hídricos", Vitória, 2004.

ALBUQUERQUE, LETÍCIA. "Ocupação de Áreas de Interesse Ambiental: um desafio da gestão da cidade no século XXI", Vitória, 2010.

COMETTI, Any. Audiência pública apresentará EIA/RIMA de obras no Rio Jacaraípe. Disponível em: <<http://seculodiario.com.br/15840/10/audiencia-publica-apresentara-eiarima-de-obras-no-rio-jacaraípe-1>>. Acesso em 18 de março de 2016.

LOFFI, LEANDRO ET AL. MONIT-RIO – Tecnologia da informação de comunicação para monitoramento de rios em casos de cheias, XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT). 2016.

MCROBERT, M. Arduino básico. São Paulo, Brasil: Novatec Editora, 2a edição (2015).

PECHOTO, MURILO M.; UEYAMA, JÓ; PEREIRA, J. P. A. E-noé: Rede de sensores sem fio para monitorar rios urbanos. In: Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais. 2012.

PREFEITURA DE SERRA. 2014. Disponível em: <<http://www.serra.es.gov.br/cg-coordenadoria-de-governo/2014/04/obra-de-limpeza-e-dragagem-do-rio-jacaraípe-segue-a-todo-vapor>>.

SOUZA, S. C.; VIANNA, L. F.; GUTTER, R. R.; GARBERCHT, A. L.; BALDEZ, V. C. A. Uma infraestrutura para monitoramento de rios para predição de enchentes, XIV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT). 2017.