

ARQUITETURA PARA MONITORAMENTO CONTÍNUO DE INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Rodrigo de Paula e Silva Ribeiro¹; André Fabiano de Moraes²

RESUMO

O presente trabalho é uma pesquisa em andamento que visa delimitar uma arquitetura baseada em plataforma livre de fácil acesso para monitoramento contínuo de indicadores de qualidade da água. Foram feitos levantamentos bibliográficos a cerca do assunto a fim de fundamentar e ressaltar a importância desses indicadores para uma eficiente gestão hídrica, bem como sobre a tecnologia usada. O projeto se encontra na fase de prototipação e aplicação da arquitetura. Como resultados parciais obtidos até o momento é perceptível a falta do monitoramento contínuo da qualidade da água em âmbito nacional, bem como seu benefício para uso por pequenos empresários tais como piscicultores e grupos de pesquisa.

Palavras-chave: Monitoramento Hidrológico. Plataforma Livre. Qualidade da Água. Gestão Hídrica.

INTRODUÇÃO

A água como recurso natural é de extrema importância para a manutenção da saúde e a vida humana. Porém, em algumas ocasiões, a água pode ocasionar problemas e até mesmo ameaças à vida.

Os desastres relacionados aos recursos hídricos geralmente estão associados ao excesso de água (inundações graduais e bruscas, rompimento de barragens) ou à sua escassez (estiagem, seca, dificuldades no abastecimento de água potável, impactos da agricultura) (OGURA, 2013).

A água proveniente das inundações se mistura a detritos, fezes e urina de animais, animais mortos, chorume e outros poluentes, sendo transportada por meio do escoamento superficial para casas, rios, lagos, reservatórios, podendo também atingir aquíferos e unidades de tratamento de água. Sendo assim, as consequências podem incluir, a saber: morte de peixes, degradação da qualidade da água, consumo de água não potável, poluição estética, poluição bacteriana, deposição de sedimentos, diminuição do oxigênio dissolvido na água, eutrofização, impactos para os organismos aquáticos devido ao contato com material tóxico, contaminação por

¹ Estudante de Graduação em Sistemas de Informação, Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriu, E-mail: rodrigo.ribeiro1984@hotmail.com

² Doutorado em Engenharia Civil, Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriu, E-mail: andre.moraes@ifc.edu.br

metais pesados, diminuição da capacidade de autodepuração dos recursos hídricos (LONDE *et al.*, 2014).

No Brasil, as enchentes causam diversos problemas por todo o território nacional e a todo ano, embora exista monitoramento de níveis, vazão e chuva pela Agência Nacional de Águas (ANA), ainda há áreas sem ou com pouco monitoramento ainda, e principalmente, não há monitoramento contínuo da qualidade da água em tempo real em âmbito nacional, e as tecnologias utilizadas muitas vezes são complexas e pouco acessíveis a indivíduos ou pequenas organizações de pesquisa (ANA, 2017).

De acordo com Londe *et al.* (2014), uma situação de desastre envolve cenários de risco diferentes e interligados. Desse modo, é preciso gerenciar os riscos de maneira integrada para enfrentar tal complexidade, atentando para as atividades nas etapas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. As etapas de Prevenção e mitigação devem ser destacadas como as atividades de minimização dos riscos e de promoção da resiliência em sistemas vulneráveis, reduzindo perdas humanas e materiais.

Para lidar com a condição específica imposta por situações de desastres, o gerenciamento de riscos deve contemplar, a princípio, a gestão do conhecimento, incluindo conhecimento técnico-científico, cenários de risco e bancos de dados geográficos (HEIDI, 1989). Isto pode ser confirmado com a afirmação, a saber:

A utilização de tecnologia com a utilização de sensores e sistemas de telemetria, uma alternativa a outros métodos já existentes, pode viabilizar a obtenção de dados relativos à dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas permitindo o desenvolvimento sustentável das mesmas. O uso dessa tecnologia tem se tornado cada vez mais constante e o monitoramento hidrológico mais confiável, especialmente quando a comunicação de dados ocorre em tempo real. (JAYASINGHE, 2006; WINDARTO, 2010; STUHLER, 2012 apud PORTO JÚNIOR, 2015, p. 20)

Sendo assim um monitoramento contínuo de níveis e qualidades hídricas automatizados é essencial para o planejamento de ações que visam o uso ou manutenção desses recursos hídricos.

Segundo Paiva, Chaudhry e Reis (2004), as proporções continentais do Brasil, impõe limites quando a densidade do monitoramento viável, de forma que é necessário a utilização máxima das informações disponíveis, o que reforça a necessidade de um sistema mais acessível que possa eventualmente ampliar a malha existente e expandir para pequenas bacias, lagos e açudes.

De acordo com Santos (2009), a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos são considerados um dos principais problemas ambientais atualmente. De forma que destaca a importância do gerenciamento adequado dos recursos hídricos tanto em relação as demandas sociais quanto à necessidade de controlar danos causados por desastres naturais ou provenientes de contaminação por atividades agrárias.

Os métodos para avaliar a qualidade da água são baseados em diversas variáveis microbiológicas, físicas e químicas. Porém, segundo Arias *et al.* (2007), vêm se discutindo que tais métodos não são suficientes para definir precisamente o estado de um corpo de água, pois eles refletem a qualidade da água apenas no momento de amostragem.

Ainda neste contexto, Whitfield (2001, p. 990) destaca:

O monitoramento de variáveis físicas e químicas traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, tais como: identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa da variável modificada, e determinação destas concentrações alteradas. Entretanto este sistema apresenta algumas desvantagens, tais como a descontinuidade temporal e espacial das amostragens. A amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica.

Torna-se, portanto, de grande relevância uma estação que possa monitorar não apenas os aspectos de níveis fluviais, mas também possa monitorar indicadores da qualidade da água em tempo real.

Nesse contexto a presente pesquisa objetiva a modelagem e prototipação de uma arquitetura de plataforma livre com a utilização de sensores diversos para o monitoramento contínuo desses indicadores de qualidade da água bem como um sistema para gestão e integração facilitada a sistemas de monitoramento existentes.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é de natureza aplicada e caráter exploratório, no qual se fez uma revisão de literatura sobre a temática “Monitoramento de Recursos Hídricos” e “Indicadores de Qualidade da Água”, dando-se mais ênfase aos estudos realizados pelos seguintes autores: McRoberts (2011), Londe *et al.* (2014), Porto Junior (2015) e Arias *et al.* (2007).

Neste contexto, a pesquisa exploratória segundo Bervian, Cervo e Silva (2007, p 63):

Pesquisa Exploratória: Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisa Bibliográfica e Estudos de Caso... realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre seus elementos... Recomenda-se a pesquisa exploratória quando a pouco sobre o problema a ser estudado.

Contudo, a pesquisa bibliográfica pode ser entendida como um estudo sistemático realizado com base em material publicado em livros, periódicos e redes eletrônicas, como por exemplo, a Internet (VERGARA, 2013). Neste sentido, a referida pesquisa foi utilizada para fundamentar o referencial teórico e suscitar uma reflexão acerca da importância do monitoramento dos indicadores de qualidade da água.

Sendo que para, Souza (2013), tradicionalmente, as análises físicas e químicas da água são as mais usadas na identificação de resíduos e fontes de poluentes, tanto de origem industrial como doméstica. A depender do objetivo da pesquisa e dos critérios adotados pelo pesquisador, diferentes tipos de metodologia podem ser

utilizados. Há também os aspectos microbiológicos, que requerem análise em laboratório.

Neste contexto, para base desta pesquisa foram escolhidos dois índices físicos (Temperatura e Turbidez) e um químico (pH). Onde Barbosa, Batista e Barbosa (2012), citam suas importâncias:

O pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução. As variações nessas medidas fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água.

Já a presença de partículas em suspensão, que causam a turbidez, ou de substâncias na solução, relativas à cor, pode concorrer para o agravamento da poluição, pois a turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização de fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição de oxigênio.

A temperatura pode indicar possível distúrbio no ecossistema aquático, tendo em vista que diferentes espécies aquáticas, como peixes e plantas, possuem limites mínimos e máximo para tolerância térmica. Muito utilizado por piscicultores.

Como instrumento de coleta automatizada, foi escolhido a plataforma Arduino e seus genéricos.

Um Arduino é um microcontrolador de placa única e um conjunto de *software* para programá-lo. O *hardware* consiste em um projeto simples de *hardware* livre para o controlador, com um processador Atmel AVR e suporte embutido de entrada/saída. O *software* consiste de uma linguagem de programação padrão e do *bootloader* que roda na placa (McRoberts, 2011).

Como ambos *software* e *hardware* do Arduino são de fonte aberta, seus projetos podem ser utilizados livremente por qualquer pessoa e com qualquer propósito, mantendo 100% de compatibilidade com suas contrapartes genéricas.

O Arduino ainda possui a facilidade de se utilizar *Shields*, que são placas de circuito contendo outros dispositivos (*gps*, *wifi*, tela, sensores, etc...), que são facilmente implementados em uma solução (McRoberts, 2011).

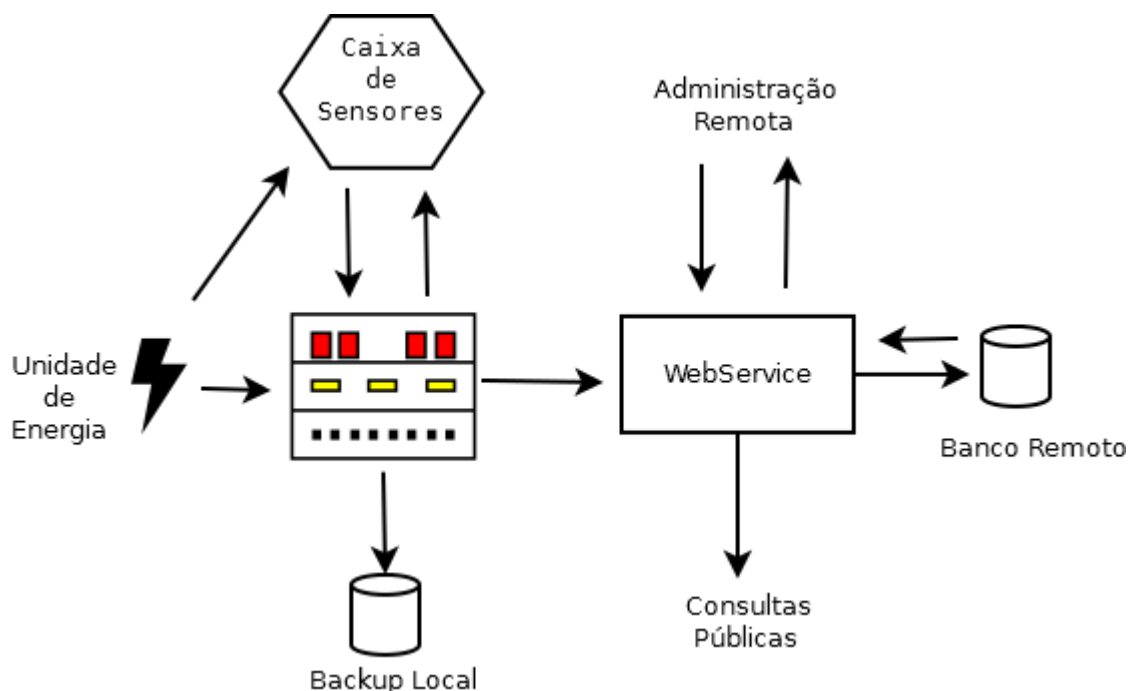
O fluxo da arquitetura segue como na figura 1. Onde o Arduino irá requisitar e receber a leitura dos sensores e enviará para um *webservice* a fim de ser armazenado para que os dados sejam consultados e analisados remotamente, em caso de falha de conexão haverá um banco local que será sincronizado tão logo a conexão se reestabeleça.

Durante o período de testes será analisada a resiliência do equipamento quanto a exposição a natureza, de modo a averiguar as eventuais manutenções necessárias.

Os dados serão comparados com coletas tradicionais manuais afim de se validar a precisão dos sensores.

A princípio, o local para esta implementação será nos açudes presentes nas dependências do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriu.

Figura 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como se trata de um trabalho em andamento e em fase de implementação, os resultados parciais se referem aos achados da pesquisa bibliográfica para a fundamentação, onde nota-se uma ausência de monitoramento da qualidade da água em nível nacional pela ANA, mesmo sendo evidente a importância de se conhecer esses parâmetros, seja para pesquisa ou gestão mais precisa dos recursos hídricos por meios privados ou federais. Espera-se ao final da pesquisa comprovar a eficácia da arquitetura proposta, bem como informações sobre as facilidades ou dificuldades da implementação e manutenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente durante a pesquisa a importância do monitoramento contínuo e em tempo real dos índices de qualidade da água. A arquitetura proposta é simplificada e de fácil implementação, requerendo pouco conhecimento tecnológico, e podendo se adaptar as necessidades do usuário. E com a crescente demanda por dispositivos IOT (Internet das Coisas), a tendência é cada vez ter mais opções de sensores disponíveis no mercado a preços menores. Por se tratar de uma pesquisa em andamento cuja fase de prototipação e implementação está em andamento, não há dados sobre a resiliência e manutenção dos componentes, porém há boas expectativas uma vez que a plataforma Arduino é bem consolidada.

Espera-se que com a conclusão e validação dos resultados, o projeto auxilie e facilite pesquisadores, empreendedores e agências privadas e governamentais a monitorar, estudar e gerir os recursos hídricos seja para qual uso for.

REFERÊNCIAS

- ANA. **Dados Hidrológicos em tempo real**. Agência Nacional de Águas. Disponível em: < <http://mapas-hidro.ana.gov.br/> > Acesso em: Mar. 2017
- ARIAS, Ana Rosa Linde et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro , v. 12, n. 1, 2007, p. 61-72.
- BARBOSA, Erivaldo Moreira; BATISTA, Rogaciano Cirilo; BARBOSA, Maria de Fátima Nóbrega. **Gestão dos Recursos Naturais**: Uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2012. 420 p.
- BERVIAN, Pedro A.; CERVO, Amado L.; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2007. 63 p.
- HEIDE, A. **Disaster Response Principals**. New York, 1989. Disponível em: <<http://library.ndmctsggh.edu.tw/milmed/avitation/file-med/DisasterResponse.pdf>>. Acesso em: Mar. 2017.
- LONDE, Luciana de Resende et al. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 17, n.4, p. 133152, out./dez. 2014.
- MCROBERTS, Michael. **Arduíno Básico**. São Paulo: Novatec Editora, 2011. 456p.
- OGURA, A, T. **Desastres Naturais**. Plenária da Conferência Brasileira de Desastres Naturais – CBDNat. São José dos Campos, 22 de março de 2013.
- PAIVA, João Batista Dias de; CHAUDHRY, Fazal H.; REIS, Luisa Fernanda Ribeiro (Orgs.). **Monitoramento de Bacias Hidrográficas e Processamento de Dados**. São Carlos: RiMa, 2004. 326 p.
- PORTO JÚNIOR, Franklin Delano. **Topologia de um sistema integrado de monitoramento hidrológico em tempo real**. 2015. 135f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, BA, 2015.
- SANTOS, Viviane Rocha. **Avaliação da qualidade da água do rio Andrada através do modelo QUAL2K**. 2009. 142f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.
- SOUZA, Juliana Rosa de. **Avaliação da qualidade da água em trechos do Rio Almada (Sul da Bahia) e seus usos múltiplos**. 2013. 90f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, BA, 2013.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013
- WHITFIELD, John. "**Vital signs**." *Nature*, vol. 411, n. 6841, 2001, p. 989-990