

Solução para o Problema do Monitoramento Remoto de Bacias Hidrográficas Integrando RSSF e SIG*

César Huegel Richa¹, Leonardo Bidese de Pinho¹

¹Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Bagé – RS – Brasil

huegelcesar@gmail.com, leonardopinho@unipampa.edu.br

Abstract. *Water resources have been impacted in the last years due to several factors, especially by disordered population growth and industrial expansion. In this context, an effective monitoring of water quality along a river basin is essential for the correct diagnosis and efficient management of water resources to minimize such factors. This work proposes a solution for planning and implementation of a system based on WSN and GIS tools designed for remote monitoring of water considering application's scenario characteristics.*

Resumo. *Os recursos hídricos têm sofrido, nos últimos tempos, impactos decorrentes do crescimento populacional e expansão industrial acentuados e desordenados. Neste contexto, o monitoramento efetivo da qualidade da água ao longo da bacia hidrográfica é essencial no processo de gestão hídrica eficiente, e com isso alcançar a minimização destes impactos. Assim, este trabalho propõe uma solução para o planejamento e implementação de um sistema, baseado em RSSF e ferramentas SIG, projetado para realizar o monitoramento remoto da qualidade da água considerando as características particulares do cenário de aplicação.*

1. Introdução

Os impactos sofridos pelos recursos hídricos em função do crescimento populacional e a expansão industrial, acentuados e desordenados dos últimos tempos, dentre outros fatores, levam à sua degradação. Quaisquer medidas adotadas para a minimização destes impactos exigem o diagnóstico correto e a gestão eficiente destes recursos, geralmente amparados por um monitoramento periódico ao longo da bacia hidrográfica, comumente realizado de forma manual, por meio de coleta frequente de amostras de água nos pontos de interesse, como em Costa (2013). Isto implica em diversos desafios, com destaque para a necessidade de coletas simultâneas e com uma frequência de amostragem significativa, em conformidade com a necessidade da aplicação, o que dificulta um monitoramento efetivo.

Neste contexto, uma solução baseada em Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), capaz de realizar o monitoramento remoto da qualidade da água em pontos de interesse, constitui uma ferramenta de significativo potencial e desafios associados, como os

* Apoiado pelos Editais UNIPAMPA PDA 2016 e FAPERGS PqG 2012 – Processo 1910-2551/12-0

apresentados por Antonopoulos *et al.* (2016). A partir destas premissas, o presente trabalho apresenta o projeto de uma solução para o planejamento e implementação de uma RSSF para monitoramento remoto da qualidade da água ao longo de bacias hidrográficas, tendo como usuários finais seus gestores, ajustadas às características do cenário de aplicação, possibilitando que esta seja adequada, escalável e custo-efetiva.

2. Materiais e Métodos

O desenvolvimento deste projeto tem como guia uma metodologia baseada no modelo PDCA (*Plan, Do, Check, and Action*). As fases estão definidas conforme segue: *Plan*, onde estão previstas etapas de pesquisa histórica, contextualização do problema, planejamento da execução e planejamento da verificação; *Do*, dividida em planejamento da RSSF, estudo de caso com elemento sensor analógico, estudo das alternativas para alimentação dos elementos da RSSF, implementação de um sistema de armazenamento e integração deste sistema à uma plataforma SIG (Sistema de Informação Geográfica) *open source*; *Check* e *Action*, prevendo a validação da solução e o disparo de ações para solução de falhas e otimização da solução proposta.

3. Proposta e Discussão da Solução

A solução proposta (Figura 1), sistema de monitoramento, constitui-se de um conjunto de componentes que, ao serem integrados, dão suporte ao planejamento, implementação e uso de uma RSSF para o monitoramento da qualidade da água ao longo de uma bacia hidrográfica.

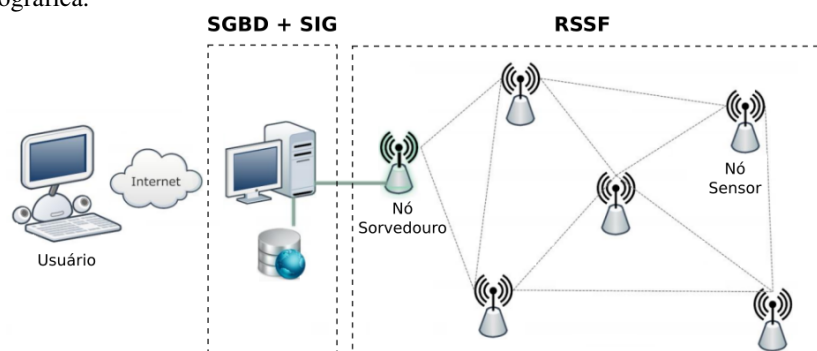


Figure 1. Visão geral do sistema de monitoramento (adaptado de Soares (2012))

Os componentes da solução proposta, necessitam de ajustes para que a mesma satisfaça os requisitos da aplicação, estando agrupadas em dois grandes componentes: “SGBD + SIG” e “RSSF”. O primeiro é composto por um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) *open source* integrado a um conjunto de ferramentas SIG, e é responsável por dar suporte ao planejamento, implementação e uso da RSSF em conformidade com o método de *planning* e as necessidades da aplicação. Esse SGBD é dotado de funcionalidades específicas para o tratamento de dados (por exemplo: temperatura, turbidez, pH, entre outros) especializados. Já o segundo, “RSSF”, resume-se na rede de monitoramento composta por um nó coordenador, nós finais e, eventualmente, nós roteadores, adaptados por meio do acoplamento de elementos sensores capazes de amostrar parâmetros físico-químicos da água.

Como parte da solução, é proposto um método de *planning*, focado no *placement* dos elementos da rede. Este método, ilustrado na Figura 2, possui como entradas: Modelo Digital de Elevação (MDE); pontos de monitoramento; e os Cursos D'água. O processo de *planning* consiste em uma sequência de etapas que geram as saídas do método: pontos de interconexão, que representam pontos com grande potencial de operação; alturas mínimas, indicando a relação de alturas mínimas do transmissor e receptor (TX/RX) para estabelecimento do *link* de rádio; e eventualmente novos pontos de monitoramento, considerando alternativas de otimização da solução.



Figure 2. Diagrama conceitual do método de planejamento

A aplicação deste método requer a utilização de ferramentas SIG que suportem as diferentes operações necessárias em sua execução. Dentre as ferramentas disponíveis, o *software open source* GRASS GIS (<http://grass.osgeo.org/>) foi identificado como relevante pois apresenta uma gama significativa de funcionalidades e contempla as operações fundamentais para a solução proposta. O diferencial deste método, em relação a outros descritos no estado da arte, como o utilizado por Mustafa *et al.* (2012), está nas suas etapas de verificação e otimização da solução, levando em consideração as características do cenário e a flexibilidade da aplicação.

A partir da definição do posicionamento e topologia da RSSF, resultantes da aplicação do método de *planning*, o desafio passa a ser a adaptação dos nós sensores, em especial sobre os seus subsistemas, definidos por Dargie e Poellabauer (2010), conforme segue: *processing*, que para o monitoramento da qualidade da água não foi identificada, até o momento, a necessidade de pré-processamento dos dados no próprio nó sensor; *power*, que apesar de reconhecida sua importância, será foco de trabalhos futuros; *communication*, o qual exige ajustes em relação às antenas quanto ao seu tipo e ganho; e *sensing*, cujo desafio está em realizar o efetivo acoplamento de elementos sensores ao nó sensor. Neste contexto, foi realizada uma avaliação prática da dificuldade de acoplamento, considerando elementos sensores de características elétricas similares às necessárias para a aplicação. Para tanto, como prova de conceito, foi utilizado o módulo de rádio comercial XBee Series 2, fabricado pela Digi International (<http://www.digi.com/>) e o sensor resistivo Watermark Soil Moisture Sensor (sensor de umidade do solo), modelo 200SS, fabricado pela Irrometer Company (www.irrometer.com/).

A solução proposta para o acoplamento deste sensor ao módulo de rádio consiste em um divisor de tensão, cuja configuração coloca a entrada analógica em nível máximo de tensão quando o sensor estiver apresentando resistência máxima. As Figuras 3.a e 3.b apresentam, respectivamente, o diagrama elétrico de acoplamento e o resultado da sua avaliação experimental preliminar. Percebe-se a existência de amostras com valores atípicos (*outliers*), o que indica a necessidade de tratamento estatístico destas.

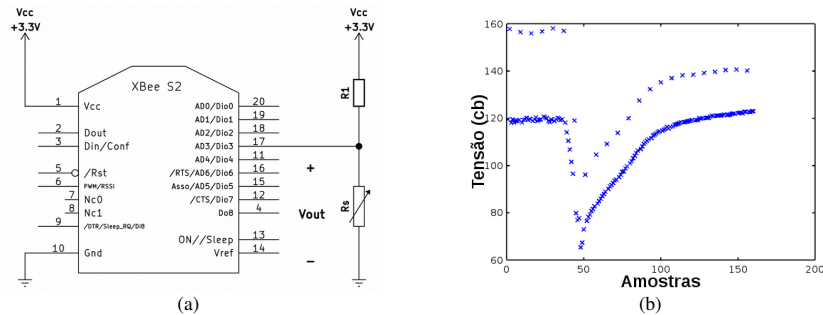


Figure 3. Diagrama elétrico de acoplamento e resultados experimentais.

4. Considerações Finais

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de solução para o monitoramento remoto da qualidade da água em bacias hidrográficas. Este envolve um novo método de *planning* com significativo potencial no que se refere à otimização da solução final, resultando em minimização do número de elementos da rede e da quantidade de estruturas em termos da elevação das antenas, além de diminuir o custo de *survey in loco*. Por fim, a análise experimental do acoplamento de um elemento sensor a um nó sensor demonstrou ser uma tarefa, em geral, simples. Trabalhos futuros estão concentrados nas estratégias de validação do método proposto e de avaliação da implantação de uma RSSF, bem como na integração dos demais componentes do sistema e, por fim, na ampliação do escopo do trabalho com o estudo detalhado sobre alternativas para o subsistema de energia.

Referências

- Antonopoulos, C. *et al.* (2016). "Integrated Toolset for WSN Application Planning, Development, Commissioning and Maintenance: The WSN-DPCM ARTEMIS-JU Project". In *Sensors*, v. 16, n. 2, p. 804-843.
- Costa, T. P. (2013). "Avaliação e modelagem da qualidade da água através do modelo QUAL2K: Estudo de caso do Arroio Bagé.", Universidade Federal do Pampa.
- Dargie, W., & Poellabauer, C. (2010). "Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice", John Wiley & Sons.
- Mustafa, I. S. *et al.* (2012). "Use of Geographic Information System (GIS) tools as network planning aid for antenna mounting in remote areas", In: International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT).
- Soares, S. A. F. (2012). "Rede de Sensores Sem Fio para localização e monitoramento de pequenos ruminantes", Universidade Federal do Vale do São Francisco.