

# Sistema de medição e controle do consumo de água utilizando Rede de Sensores Sem Fio

Marcos Frei Campos da Silva<sup>1</sup> / Daniel Patrick Pereira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Informática – Universidade do Estado do Amazonas – UEA

<sup>2</sup> Centro de Tecnologia do Polo Industrial de Manaus – CTPIM

marcosfcds@hotmail.com, dpatrick@ctpim.org.br

**Abstract.** *Water has becoming a commodity of rising costs and increasingly scare. Currently, the waste is being pointed out as a major enemy to be combated, as the population in general does not give due weight to the liquid of life, whichever is the illusion of an inexhaustible well, many places do not have water potable. This paper presents the prototype of a system of measurement and control of water through Wireless Sensor Network. The system aims to educate the user presenting the daily graph for separate rooms in home or industries. In addition, the system can help detect leaks.*

**Resumo.** *A água está se tornando um bem de consumo de custos crescentes e cada vez mais escasso. O desperdício é apontado hoje como um dos principais inimigos a serem combatidos, visto que a população de um modo geral não dá o devido valor ao líquido da vida, prevalecendo à ilusão de um bem inesgotável, sendo que muitas localidades ainda não têm acesso a quantidades de água com características potáveis. O presente artigo apresenta o protótipo de um sistema de medição e controle do consumo de água utilizando redes de sensores sem fio. O sistema visa conscientizar o usuário por meio de gráficos o consumo diário separado por cômodos em residências ou indústrias. Além disso, o sistema pode auxiliar na detecção de vazamentos.*

## 1. Introdução

A água está se tornando um bem de consumo de custos crescentes e cada vez mais difícil. O Brasil possui a maior reserva de água do planeta, aproximadamente 8% da água doce disponível. Apesar disso, muitas localidades ainda não têm acesso a quantidades de água com características de potabilidade adequadas às necessidades do consumo humano, visto que 80% das águas nacionais estão na Amazônia, onde a população é de apenas 5%; e os 20% restantes ficam responsáveis pelo abastecimento de 95% da população [Grassi 2001].

De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), dentro de 25 anos, aproximadamente, um terço da população mundial enfrentará graves problemas com a falta de abastecimento de água, ainda de acordo com a ONU, a escassez da água é agravada pela poluição, pelo uso ineficiente e pelo consumo insustentável dos lençóis subterrâneos através dos poços artesianos, além da degradação ambiental que contamina os mananciais [Sabesp 2011].

O desperdício é apontado hoje como um dos principais inimigos a serem combatidos, visto que a população de um modo geral não dá o devido valor ao líquido da vida, prevalecendo à ilusão de um bem inesgotável. O desconhecimento, a falta de orientação e informação aos cidadãos são os principais fatores que levam ao desperdício, que ocorre na maioria das vezes, nos usos domésticos, ou seja, na própria residência.

Uma residência com economia controlada apresenta consumo médio da ordem de 20 m<sup>3</sup> mensais, uma residência com hidrômetro danificado consome em torno de 30 m<sup>3</sup> e aquela que não tem medidor consome aproximadamente 60 m<sup>3</sup> por mês [Whately et al., 2008]. Atualmente há no mercado dispositivos especiais de medição de consumo de água, os quais são testados e lacrados, estes são utilizados em larga escala pelas empresas de saneamento básico para medir o consumo dos seus clientes.

As redes de sensores sem fio (RSSFs) são compostas por dezenas ou milhares de dispositivos autônomos com sérias restrições de memória, bateria e processamento. É uma tecnologia segura e dispensa instalações de cabos ou a necessidade de obras, este sistema pode ser unidirecional ou bidirecional. Cada dispositivo é capaz de monitorar (temperatura, umidade, vibração e etc.) e/ou atuar (acionamento de luz/*led*, motores e etc.) no ambiente. Nos dias atuais, as RSSFs têm sido aplicadas em diferentes áreas, tais como: comercial, industrial, militar, ambiental e saúde. E aplicações mais específicas, por exemplo, no monitoramento de animais [Pereira 2007], monitoramento e controle estufas [Ahonen 2008], monitoramento de bebês em maternidades [Safavi 2010] entre outras.

O presente artigo apresenta o protótipo de um sistema de medição e controle do consumo de água utilizando redes de sensores sem fio. O sistema visa conscientizar o usuário por meio de gráficos o consumo diário separado por cômodos em residências ou indústrias. Além disso, o sistema pode auxiliar na detecção de vazamentos e reduzir a disponibilidade de água utilizando uma válvula para controle da taxa de fluxo. A próxima seção apresenta os trabalhos correlatos, seguido do projeto de hardware e software e por fim a conclusão.

## **2. Trabalhos Relacionados**

A fim de agrupar referências sobre os trabalhos relacionados uma pesquisa bibliográfica dos principais conceitos, ferramentas e técnicas resultaram nos trabalhos a seguir.

Sistema eletrônico de monitoramento de consumo de água residencial [Fernandes 2007] é um sistema de monitoramento eletrônico de consumo de água residencial para o prédio experimental da estação de tratamento de esgoto da UFES. O sistema baseia-se numa rede de comunicação aberta (protocolo *Modbus*) sobre RS-485. Esse sistema consiste em uma estrutura de comunicação da forma mestre/escravo, sendo utilizado o mestre remoto (o computador) para o registro das informações e módulos escravos baseados em microcontrolador para interface com os hidrômetros.

HDD - Hidrômetro digital residencial [Pereira et al., 2006] é um protótipo de um instrumento microcontrolado de medição de volume de fluidos, com ênfase em medição de consumo de água, com objetivo de melhorar a precisão da medição do consumo de água, sem aumentar os custos de medição.

Monitoramento remoto do consumo de água utilizando *software* de interface homem-máquina [Morais et al.,2008] este sistema consiste no *software* de interface homem-máquina (IHM) responsável em apresentar o consumo de água para o Aeroporto Internacional de São Paulo, interfaceado com o sistema de aquisição do consumo de águas do Aeroporto de Guarulhos baseado em uma rede *ZigBee*.

SITH: Sistema de telemetria para medição de consumo de água [Silva et al., 2007] o SITH é uma solução que permite a monitoração das micromedições em grandes consumidores, realizadas em intervalos de tempo parametrizados pelo operador do sistema, utilizando a telemetria através de sistemas de telefonia celular, aplicada à solução de monitoramento ótico do movimento do hidrômetro.

Os sistemas apresentados são protótipos concebidos como alternativa de ações de uso racional e conservação da água, o presente projeto apresenta uma solução baseada em uma rede *ZigBee* responsável pela aquisição de dados e uma interface para apresentação dos dados referente o consumo em tempo real para o usuário. O sistema apresentado em Morais et al.,2008 também é uma solução de monitoramento do consumo de água em tempo real baseada na tecnologia *ZigBee*. A principal diferente entre os sistemas é que o proposto atua no monitoramento residencial apresentando o consumo dos diversos pontos da residência, além disso, pode atuar no ambiente monitorado fechando a válvula quando o limite do consumo diário é ultrapassado.

### 3. Projeto de *Hardware* e *Software*

O modelo funcional proposto para o sistema é composto basicamente por três dispositivos: Centra remota, estação central e estação intermediária. A Figura 1 apresenta a implementação do protótipo funcional do *hardware* do sistema.

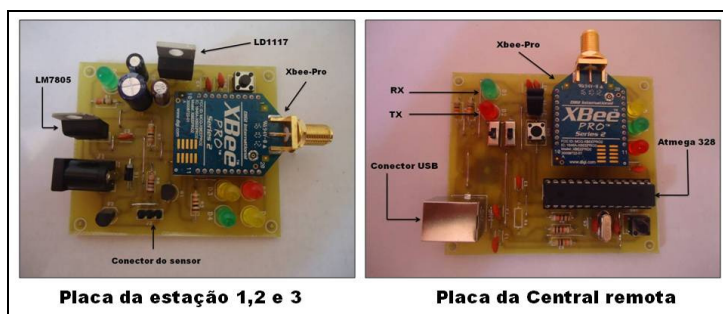


Figura 1 - Componentes da arquitetura do *hardware*

#### 3.1. Módulo transceptor

Atualmente existem várias empresas membros na *ZigBee Alliance*, e cada uma disponibiliza no mercado produtos baseado na pilha de protocolo *ZigBee*. Os módulos denominados de *Xbee/Xbee-Pro* têm como uma das características mais atrativas a facilidade de operação e manipulação de seus parâmetros, pois os mesmos já saem de fábrica pronto para trabalharem numa rede ponto-a-ponto, ou seja, todos os módulos podem se comunicar entre si, sem que seja necessária uma única configuração.

O módulo transmissor da central remota apresentado na Figura 1 é implementado de forma simples, pois somente foram utilizados os pinos de RX (Entrada de dados da UART), TX (Saída de dados da UART), RSSI (Indicador de Força

do sinal de RF), *Sleep* (Linha de Controle da Função soneca) e Associação (Indicador que o nó sensor está conectado). Os módulos transmissores das estações 1, 2 e 3 (Figura 1) somente foram utilizados os pinos *Sleep*, Associação, ADO (para recuperar dados referentes ao consumo de água) e os pinos para controlar a válvula utilizados somente na estação 3 (AD1 e AD2).

### 3.2. Sensor de fluxo de água

Para a implementação deste protótipo, uma busca na rede mundial de computadores sugeriu a utilização do G1/2 *Water Flow sensor* do *Seeed Technology*, empresa do segmento de tecnologia [Seeed 2011].



Figura 2 - Estrutura Hidráulica

O sensor de fluxo de água foi inserido em uma tubulação fechada, como ilustrado na Figura 2 submeteu-se o sensor a uma série de testes que se resultou em uma contagem de pulsos, como apresentado na Tabela 1, onde cada litro se computou a quantidade de pulsos.

Tabela 1 - Teste de calibração do sensor

Teste	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quantidade de pulsos	110	116	119	112	112	111	109	114	110	112

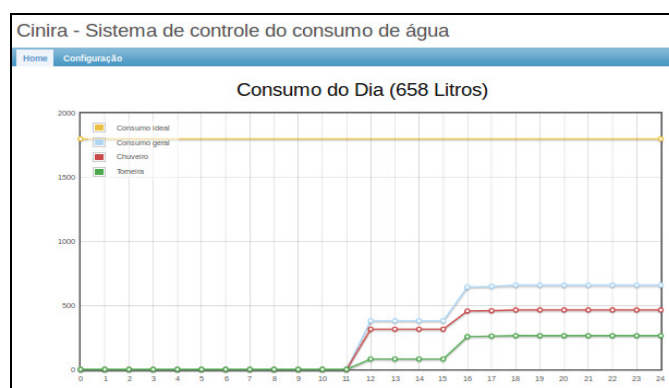
Com base nos resultados do teste de calibração, chegou-se a um valor para ser tomado como referência para os cálculos na aplicação. Esse valor foi obtido por meio da média aritmética entre os testes realizados, que resultou em 112,5. Sendo assim, calibramos o sistema para que a cada 112 pulsos gerados equivalessem a um litro. De acordo com o *datasheet* do sensor a precisão é de 3% na faixa 1 a 10 litros, o que resulta em um percentual de erro de +/- 3,375.

### 3.3. Interface com o usuário

A interface de comunicação com o usuário permite a visualização através de gráficos o consumo de água da residencial. Além disso, o usuário poderá consultar o consumo em tempo real e até mesmo visualizar o histórico dos dados a fim de conscientizar os usuários do consumo excessivo da água.

O *software* é composto por uma aplicação administradora e um protocolo de troca de informações entre o computador e o módulo da central remota. Tal aplicação mantém um histórico do consumo medido para possíveis consultas.

A tela principal é responsável por fornecer informação referente o consumo através de um gráfico onde o usuário do sistema poderá verificar o consumo geral, chuveiro e torneiro da cozinha e o mesmo poderá ainda verificar se a instalação hidráulica possui vazamentos, por exemplo, fechar os pontos de consumo e verificar no gráfico o atual processo de consumo. A Figura 3 ilustra o gráfico apresentado pelo sistema.



**Figura 3 – Tela Principal**

Uma segunda tela será responsável pela inserção de informações como, por exemplo, quantidade de pessoas na residência e consumo ideal (pessoa/mês). Essa operação é de suma importância, pois o gráfico da tela principal será baseado em informações proveniente desta tela.

#### **4. Conclusão**

Os resultados apresentados, mesmo que ainda não tenham sido monitorados todos os pontos de consumo da residência, demonstram que o trabalho realizado contribuiu para ampliar o conhecimento sobre as necessidades de uso consciente dos recursos hídricos no que diz respeito à utilização deste bem de forma racional, propiciando ao usuário de sistema ações de combate ao desperdício de água. Pois o uso da interface humana diminui o tempo de disponibilização da informação permitindo uma análise crítica dos dados recebidos.

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, considera-se que o monitoramento do consumo de água residencial via sistema de informações remoto é uma excelente ferramenta para uma gestão podendo ser aplicada em diversos setores desde o comercial até o industrial. Com as informações do sistema inúmeros problemas podem ser evitados e um serviço de melhor qualidade pode ser oferecido aos usuários. Sendo assim, com a implantação deste projeto espera-se que a utilização adequada traga benefícios, contribuindo para a economia deste bem.

#### **References**

Grassi, M. T. (2001) “As águas do planeta Terra”, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição Especial.

Sabesp (2011) “USO racional da água”, disponível em: [http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso\\_R](http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_R)

- acional\_Agua\_Generico&db=&docid=DAE20C6250A162698325711B00508A40, acesso em 13 de julho de 2011.
- Whately, M., Blauth, F. e Weis, B. (2008), "Água nas metrópoles, o risco da escassez", Le Monde Diplomatique Brasil.
- Pereira, D. P. (2007) "Arquitetura para a Integração entre Identificação por Radio Freqüência e Rede de Sensores Sem Fio para Rastreamento de Animais", Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação), Faculdade de tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Ahonen, T., Virrankoski, R. e Elmusrati, M. (2008) "Greenhouse Monitoring with Wireless Sensor Network", Mechatronic and Embedded Systems and Applications - MESA 2008. IEEE/ASME International.
- Safavi, A.A., Keshavarz-Haddad, A., Khoubani, S., Mosharraf-Dehkordi, S., Dehghani-Pilehvarani, A. e Tabei, F.S. (2010) "A remote elderly monitoring system with localizing based on Wireless Sensor Network", Computer Design and Applications (ICCD). (ICCD).
- Fernandes, Bruno Coutinho. Sistema eletrônico de monitoramento de consumo de água residencial. 2007.65p. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.
- Pereira, A.P., Mendes, A., Mayor, J.T. HDD - Hidrômetro digital residencial. 2006.48p. Trabalho de diplomação. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica do Paraná, 2006.
- Morais, A.L., Sousa, W.C., Ribeiro, A.N. (2008), "Monitoramento remoto do consumo de água utilizando *software* de interface homem-máquina", II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste.
- Silva, A., Sampaio, A., Araújo, A., Dantas, B. (2007), "SITH: sistema de telemetria para medição de consumo de água", V Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica e Graduação da Sétima Escola Regional de Computação Bahia-Sergipe.
- Seed Technology (2011) "G1/2 water flow sensor", disponível em: [http://www.seedstudio.com/depot/g12-water-flow-sensor-p-635.html?cPath=144\\_151](http://www.seedstudio.com/depot/g12-water-flow-sensor-p-635.html?cPath=144_151), acesso em 13 de Julho de 2011