

# PROTÓTIPO DE LEITURA SEM FIO PARA FLUXOS DE GÁS E ÁGUA EM RESIDÊNCIAS E CONDOMÍNIOS

Miqueias Battisti<sup>1</sup>  
Roberson Junior Fernandes Alves<sup>2</sup>

## RESUMO

Neste artigo apresenta-se um protótipo para coletar remotamente a leitura obtida dos medidores de água e gás de residências e condomínios. A partir de tecnologias de baixo custo disponíveis no mercado, foi possível adquirir equipamentos para que a montagem do protótipo fosse realizada. O protótipo utiliza o microcontrolador Arduino e a comunicação sem fio para a coleta da leitura dos medidores via internet. Em casos em que gerenciadoras de condomínios utilizam água e gás individualizados, o trabalho na coleta e cobrança das faturas de cada unidade é facilitado e poderá, até mesmo, ser automatizado pelo protótipo. O protótipo é formado por equipamentos instalados em cada medidor, para coletar os dados, no qual é utilizada radiofrequência para enviá-los a uma central. A central recebe os dados, identifica cada medidor e envia para um *webapp* que registra os valores coletados e mantém um histórico do consumo. Os resultados alcançados a partir dos testes demonstram uma redução de custos no trabalho de uma empresa gerenciadora das leituras de água e gás para efetuar a coleta nos medidores por meio da minimização da complexa logística para executar a tarefa e, ainda, facilitando o fechamento da fatura de cobrança. É estimada uma redução de aproximadamente 20%, comparando-se com os métodos tradicionais, nos custos envolvendo equipamentos, leituristas e impressão de faturas. Palavras-chave: Água. Gás. Protótipo de leitura. Condomínios. Residências.

## 1 INTRODUÇÃO

A conscientização da população sobre o consumo excessivo de água sempre esteve presente na mídia, em propagandas e, até mesmo, nas escolas. O conceito de individualização dos medidores de água em condomínios é uma das consequências dessa preocupação. Prevenção de vazamentos, maior controle do consumo individualizado, entre outros benefícios também são problemas a serem resolvidos na distribuição de gás individual.

Vantagens da individualização de água e gás em condomínios, conforme o Conselho em Revista (2007), são que o consumidor pagará apenas pela água que consome e pela sua parcela de área comum, além de uma rápida detecção de vazamentos e isolamentos de unidades afetadas em caso de manutenção. Afirma-se também que foi comprovado que a implantação de medição individualizada reduz o consumo geral dos condomínios em 20%, trazendo grandes benefícios ao meio ambiente.

Neste artigo é apresentado um protótipo para suprir a necessidade de modernização da coleta de dados dos medidores e facilitar o controle de consumos e faturas. Ele é formado por equipamentos instalados em cada medidor, para coletar os dados, e utilizando radiofrequência para enviá-los a uma central. Conectada à internet a central recebe os dados, identifica cada medidor e envia para o software. O software, por sua vez, registra os valores coletados e mantém um histórico do consumo.

Algumas tecnologias foram estudadas para encontrar uma ou mais formas de como corrigir os problemas detectados. Com tais tecnologias, como sensores de pulso, sensores de comunicação por radiofrequência, placas microcontroladoras, entre outras, foi possível obter um protótipo básico para o problema em destaque.

<sup>1</sup> Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; mikebattisti@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Computação Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Professor do Curso de Ciência da Computação da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; roberson.alves@unoesc.edu.br

O presente artigo foi organizado em seções. Na seção 2 são apresentadas as definições e funcionamentos da medição e leitura de gás e água. Na seção 3 descrevem-se os materiais e métodos. Na seção 3.1 descrevem-se os equipamentos, dividindo-se nas seções 3.1.1 e 3.1.2, que detalham cada um dos componentes. Na seção 3.2 apresenta-se a aplicação; nela destacam-se as ferramentas e métodos utilizados no seu desenvolvimento. Na seção 4 são relatados os resultados e discussões.

## 2 MEDIÇÃO E LEITURA DE GÁS E ÁGUA

No Brasil os sistemas de abastecimento de água são controlados por grandes empresas estatais. Segundo Ramos ([199?]) quando a população em uma comunidade aumenta, é necessária a implantação de um sistema de abastecimento de água. O fornecimento de água deve ter como princípios a quantidade e a qualidade. Em quantidade de modo que atenda a todas as necessidades de consumo e em qualidade adequada às finalidades a que se destina.

De acordo com Yassuda e Nogami (1976),

A água para uso doméstico corresponde a sua utilização residencial, tanto na área interna como na área externa da habitação. Na área interna, a água pode ser utilizada para bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupa, lavagem de utensílios domésticos e limpeza em geral. Para área externa, utiliza-se a água para rega de jardins, limpeza de piso e fachadas, piscinas, lavagem de veículos etc. Para a área interna, o consumo mínimo varia de 50 a 90 litros de água por habitante por dia.

Com a adoção de sistemas de medição individualizada do consumo de água e gás, o sistema de leitura, que em grande parte é feito visualmente pelo trabalho de um leiturista, funcionário encarregado de ler as marcações de consumo de água, gás e luz, surge a necessidade de sistemas mais avançados de leitura dos medidores.

Sistemas de Medição Remota (SMR) são uma alternativa para viabilizar a leitura de vários hidrômetros praticamente dispensando a mão de obra e agilizando o processo de coleta de dados. Conforme Carvalho (2010), são vantagens dos SMR o fato de não necessitar que alguém passe em todos os andares para efetuar a leitura mês após mês, gerando mais segurança aos moradores e reduzindo custos para o responsável pela emissão das contas individualizadas, seja a concessionária, o próprio condomínio, seja empresa terceirizada. É ocorrência comum nas medições visuais que o leiturista não tenha acesso ao hidrômetro em razão da ausência do responsável pela edificação. Nesses casos é necessário o retorno do leiturista ao local ou mesmo que a cobrança seja efetuada por estimativas, situações que, em caso de adoção de SMR, não acontecem. Tais situações também ocorrem na leitura dos medidores de gás.

Assim, o desenvolvimento de uma tecnologia inovadora, como o protótipo proposto, é uma alternativa para o melhoramento dessas medições.

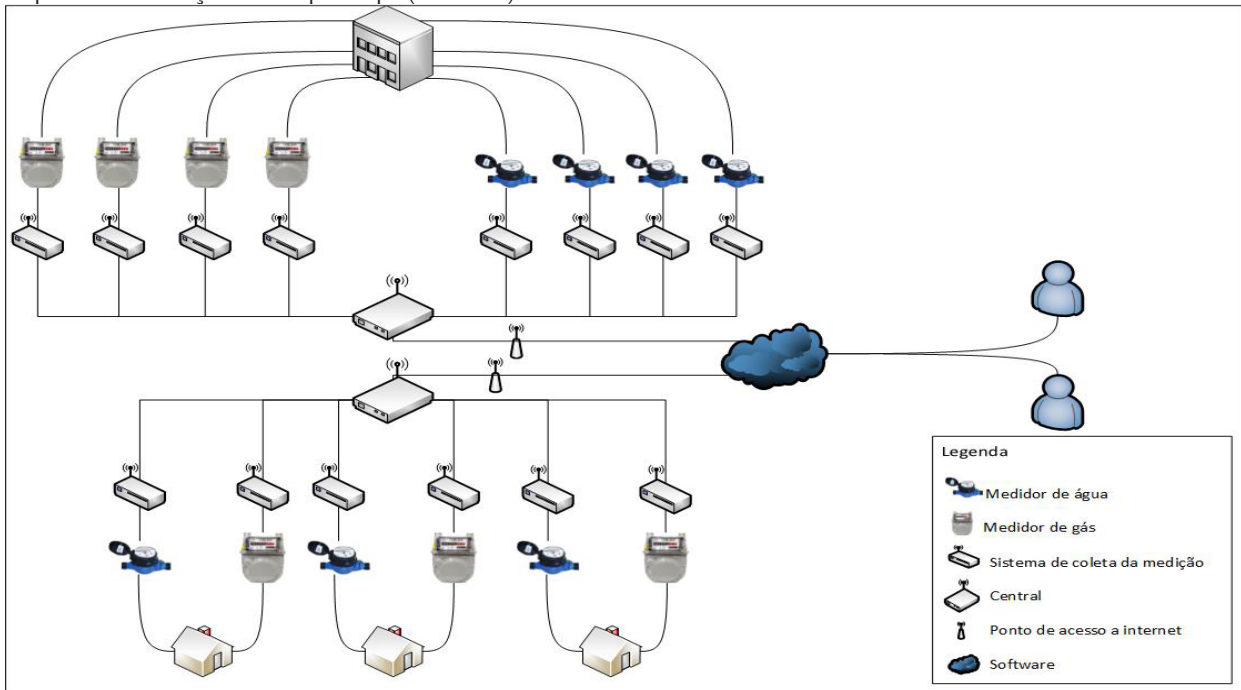
## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de criar um protótipo inteligente para a coleta da medição de um hidrômetro remotamente, por meio de pesquisas em tecnologias disponíveis e avaliação de custos, estudaram-se novas possibilidades para inovar e, assim, solucionar problemas ainda existentes nas leituras de água e gás.

No Esquema 1 é apresentado basicamente como funciona a troca de informação dentro do projeto. É possível compreender o processo desde a coleta das informações até a apresentação para o usuário do software.

Equipamentos ficarão conectados aos medidores com objetivo de coletar a medição. Uma central será interligada com os equipamentos de coleta (por radiofrequência) e com o software de gerenciamento (conexão com a internet). No Esquema 1 são apresentados os equipamentos de coleta da medição que ficarão nos medidores das residências e dos condomínios, conectados por radiofrequência com uma central, que estará identificada e conectada à internet para o acesso do software.

Esquema 1 – Interação entre o protótipo (hardware) e o software



Fonte: os autores.

O desenvolvimento do protótipo consiste em duas partes, o hardware e o software. A seguir são especificadas cada uma delas.

### 3.1 EQUIPAMENTOS

Para o hardware, em razão da necessidade e dificuldade de acesso aos aparelhos de medição, foi escolhida a aplicação de aparelhos com comunicação sem fio e com acesso à internet. A comunicação entre os sistemas de medição e a central será feita por radiofrequência.

A Tabela 1 detalha os custos estimados para cada um dos equipamentos (central e sistema de coleta da medição). Os custos de cada item são listados separadamente, em dólares, pois para o desenvolvimento desse protótipo os equipamentos foram importados.

Tabela 1 – Custos (valores sujeitos à cotação do dólar do dia)

Central	Valores \$	Sistema de coleta da medição	Valores \$
Arduino Pro Mini 328	1,80	Arduino Pro Mini 328	1,80
Mb102 Breadboard Power Module	0,80	Mb102 Breadboard Power Module	0,80
Mini 3.3 v ENC28J60 Ethernet LAN	5,44	Battery 9v	3,00
Wireless Transceiver NRF24L01	0,80	Wireless Transceiver NRF24L01	0,80
Total	8,84	Total	6,40

Fonte: os autores.

Foram necessários equipamentos extras para complementar a montagem do protótipo completo. Esses equipamentos são descritos no Tabela 2.

Tabela 2 – Custos extras (valores em dólares sujeitos à cotação do dólar do dia)

Descrição	Valores (R\$, \$)
FT232RL FTDI USB Serial Adapter Module	\$ 2,10
BreadBoard	\$ 2,00
BreadBoard	\$ 2,00
Hidrômetro Saída Pulsada + Conexões 1/2	R\$ 160,00
Conversor Usb Rs232	R\$ 20,50
Jumpers	R\$ 5,00

Fonte: os autores.

A comunicação sem fio junto com o acesso à internet solucionará os problemas nos sistemas de coletas de dados para as faturas, tanto no deslocamento de um leitorista para efetuar as leituras quanto em casos de difícil acesso aos medidores.

### 3.1.1 Sistema de coleta da medição

O sistema de coleta da medição é composto por equipamentos que ficarão no medidor de fluxo, tanto de água quanto o de gás. Utilizam-se equipamentos já existentes no mercado chamados de geradores de pulso, também conhecidos como sensores; é uma das partes mais importantes de um sistema de medição individualizada, pois eles são os responsáveis pela conversão da indicação mecânica do consumo de um medidor de água ou gás em um sinal elétrico pulsado.

Um Arduino Pro Mini acoplado ao medidor e conectado ao gerador de pulso receberá os pulsos elétricos e efetuará o cálculo do fluxo. Cada pulso elétrico é derivado de uma quantidade de  $m^3/s$  que passa pelo medidor. Com o Arduino Pro Mini será incluído um *shield* com comunicação sem fio para a recepção e a transferência de informações.

Utilizam-se baterias para facilitar a instalação, eliminando a necessidade de fios de energia para alimentar os equipamentos.

### 3.1.2 A central

A central é onde se realiza a comunicação com os equipamentos de coletas, obtendo-se os dados e enviando-os ao software.

Basicamente, a central também é composta por um Arduino Pro Mini junto com um *shield* (componente extra), com comunicação por radiofrequência, que manterá a conexão com o sistema de coleta de dados. Além desses componentes, ela contará com outro *shield* com acesso à internet, que cria a comunicação entre o software e ela. Basicamente, a central é a ligação entre o medidor e o software.

## 3.2 APLICAÇÃO

Para o software, foi utilizada a linguagem de programação Personal Home Page (PHP) com banco de dados MySQL composto por telas de cadastros. Para a troca de informações, foi utilizada a estrutura JavaScript Object Notation (JSON), muito utilizada em *webservices*. A central cria uma estrutura em JSON com os dados que serão transmitidos ao software que manipulará os dados recebidos.

No desenvolvimento do software, foi adotado o processo incremental iterativo, pois com isso ele teve um processo de evolução constante com o objetivo de implementar suas funcionalidades e avaliar o resultado. O fato de os clientes poderem experimentar o sistema gradualmente facilita o esclarecimento das funcionalidades para os incrementos subsequentes, e, à medida que novos incrementos são concluídos, eles são integrados às iterações existentes, de modo que o sistema melhora a cada novo incremento entregue (SOMMERVILLE, 2011).

O protótipo necessitava de um software para o cadastramento do IP de uma central e de suas respectivas estações ou sistemas de coletas. Para isso, ele é composto por cadastros de pessoas, condomínios e unidades, que atendem

às necessidades do protótipo. No cadastro de condomínio, será atribuído o IP da central. Para as unidades, foi criado um campo para informar a identificação da estação correspondente.

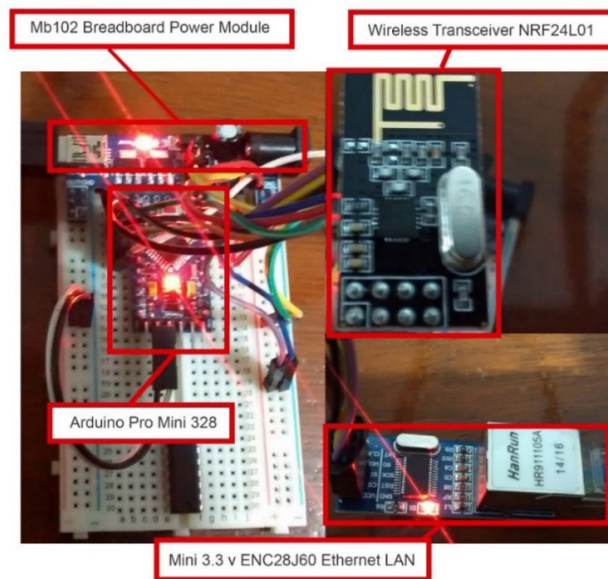
Para que fosse possível o desenvolvimento do software, foi necessária a estruturação da base de dados, definindo quais seriam as tabelas necessárias, também a definição das telas de cadastros, e por fim a estruturação do projeto utilizando o *framework* Symfony. Após a definição, o desenvolvimento iniciou a partir da criação de sessão de usuário, composta por tela de início de sessão e definições de permissões. Com isso pronto foram desenvolvidas as telas de cadastros de pessoas, condomínios e unidades, e, então, foi estabelecida a comunicação entre o protótipo e o software por meio da comunicação Asynchronous Javascript and XML (AJAX) com funções utilizando a estrutura JSON.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do conhecimento adquirido, foi desenvolvido um protótipo básico que atendeu aos pontos levantados. O desenvolvimento partiu do estudo e disponibilidade de equipamentos no mercado para definir a estrutura e os detalhes do protótipo. Após essa definição foram adquiridas as placas microcontroladoras, os sensores de radiofrequência, as placas de acesso à internet, um equipamento de medição de água (hidrômetro), incluindo um emissor de pulso e diversos outros equipamentos eletrônicos necessários para a montagem do protótipo.

A Fotografia 1 indica e descreve os equipamentos que compõem a central. A maior parte do circuito elétrico são as alimentações e ligações necessárias de cada componente para que o Arduino possa manipulá-los.

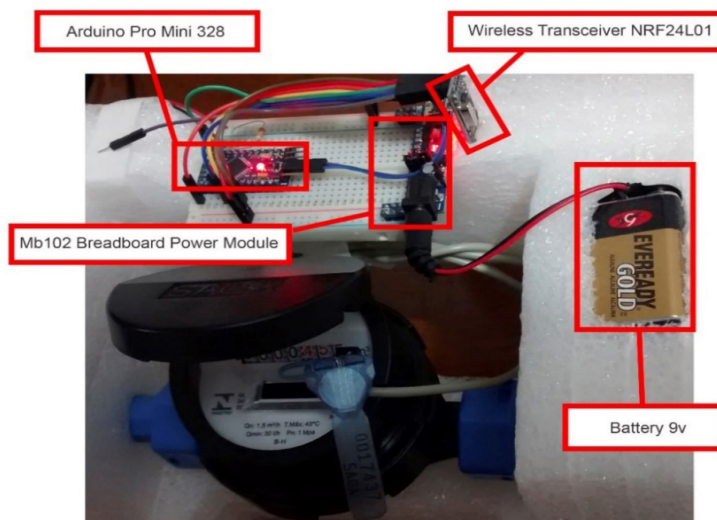
Fotografia 1 – Foto com a descrição dos componentes da central



Fonte: os autores.

A Fotografia 2 destaca os equipamentos inclusos no sistema de coleta, que diferentemente da central é composto por uma bateria e um hidrômetro e não contém o *shield* de comunicação com a internet.

Fotografia 2 – Sistema de coleta da medição



Fonte: os autores.

O emissor de pulso incluso no medidor é acionado a cada 0,0001 m<sup>3</sup> de forma eletromagnética gerando um pulso. Com isso, foi possível obtê-lo e atribuí-lo a um contador. Para essa parte, foi utilizada uma porta do Arduino que fica monitorando e atribuindo ao contador a cada pulso recebido.

Para que seja enviada a leitura adquirida, utilizaram-se dois sensores de radiofrequência. Um dos sensores foi atribuído ao sistema de coleta e fica em modo de leitura esperando receber o contato da central. Já o outro sensor ficou na central; este, por sua vez, é somente ativado quando o software envia uma solicitação de leitura. Cada sistema de coleta será identificado pelo sensor de radiofrequência com um valor que definirá seu endereço, possibilitando, assim, a leitura de um único sistema de coleta ou de todos conectados na central. Na linguagem de código 1 é demonstrada a parte da configuração do Arduino em que são identificados os sistemas de coletas por meio do endereço registrado.

Imagem 1 – Linguagem de código 1: configuração na central dos endereços dos sistemas de coletas conectados

```
// Endereço pipe para duas estação para comunicação.
const uint64_t pipes[3] = { 0xF0F0F0F0E1LL, 0xF0F0F0F0D2LL, 0xF0F0F0F0D3LL};
```

Fonte: os autores.

Com a comunicação entre a central e os sistemas de coletas estabelecida, basta agora o envio das medições ao software. Para isso, foi adicionado à central um *shield* com acesso à internet, o qual receberá um IP de acesso para que o software possa identificá-lo e conectá-lo para estabelecer as transferências de informações. Para que a leitura seja feita, o software conectará o IP configurado, informando um protocolo que definirá a finalidade da solicitação. Os códigos pertencentes ao protocolo estão listados no Quadro 3. O protocolo define se será uma atualização do sistema de coleta ou uma solicitação de leitura. Também será necessária a identificação da estação (sistema de coleta).

Quadro 3 – Protocolo definido para comunicação com a central

Descrição	Código do protocolo	Estação	Valor
Atualização do contador em um sistema de coleta	100	XXX	XXXX
Solicitação de leitura	101	XXX	Sem valor

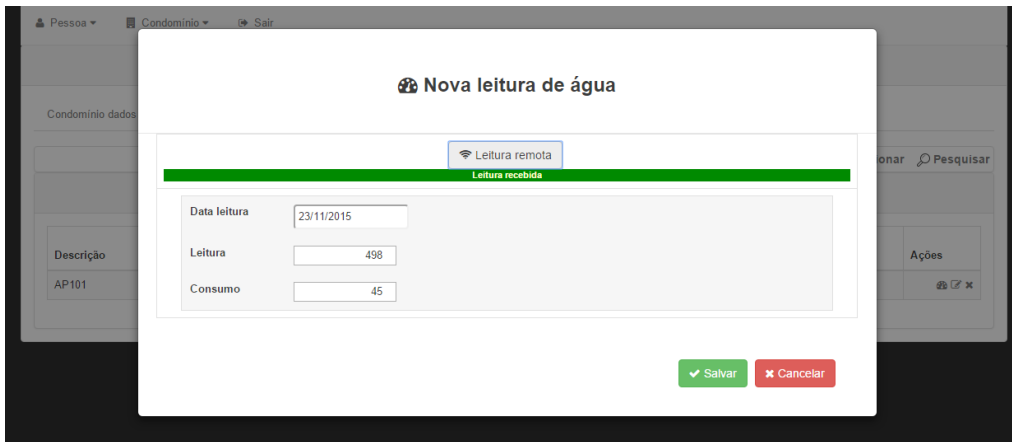
Fonte: os autores.

Ao receber o protocolo a central efetuará a ação respectiva a ele e gerará uma estrutura JSON, que conterà um valor de status e um valor da medição. No caso do protocolo 100 (atualização do contador), apenas será considerado o



valor do status. Já no protocolo 101 (solicitação de leitura) considerará os dois valores. No software, por sua vez, serão apenas conexões por AJAX e avaliação do resultado, por meio do IP como já foi citado. Na Imagem 2 é apresentada a tela do software onde será feita a solicitação da leitura.

Imagem 2 – Solicitação de leitura de uma unidade de um condomínio



Fonte: os autores.

A linguagem de código 2 demonstra a estrutura JSON retornada ao software ao receber a solicitação de leitura.

Imagem 3 – Listagem de código 2: Exemplo de estrutura JSON recebida pelo software

```
{ "status": "400", "leitura": "498" }
```

Fonte: os autores.

Por fim, o software receberá a leitura e calculará o consumo subtraindo da última leitura cadastrada. Serão salvas as leituras em uma base de dados MySQL, permitindo o registro do histórico dos consumos, possibilitando futuras avaliações e a geração de relatórios.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na simulação do protótipo em funcionamento, desde a coleta da medição até o cadastramento na unidade, demonstram o potencial e as possibilidades da tecnologia. Equipamentos eletrônicos cada vez mais são desenvolvidos, possibilitando que sejam criados projetos para solucionar ou aprimorar atividades existentes e carentes de tecnologias.

Os conhecimentos adquiridos com os resultados demonstram a importância do desenvolvimento do protótipo de leitura sem fio para fluxos de gás e água em residências e condomínios, o qual disponibilizará uma nova tecnologia na coleta das leituras, atingindo os objetivos iniciais com o projeto.

Contudo, por se tratar de desenvolvimento de software juntamente com eletrônica, as dificuldades foram maiores no desenvolvimento do protótipo, pois exigiu maior estudo, que basicamente duplicou as pesquisas para que se pudesse obter uma interação entre essas duas tecnologias, concluindo que, por maior que sejam os esforços, basta ter criatividade e buscar o conhecimento, pois as ferramentas estão disponíveis.

De modo geral o trabalho pode apresentar uma possível inovação em uma área carente de tecnologia, mas existem muitas melhorias que poderiam ser aplicadas para um completo produto ser alcançado. Entre elas, um estudo aprofundado no consumo de energia de cada componente presente no sistema de coleta (equipamento acoplado aos medidores), que identificasse a eficiência de uma bateria, vida útil, evitando uma repetitiva manutenção.

## ***Wireless reading prototype for flow of gas and water in homes and condominiums***

### *Abstract*

*This article presents a prototype to remotely collect the reading obtained from the water and gas meters of residences and condominiums. From low-cost technologies available in the market, it was possible to acquire equipment to assemble the prototype. The prototype uses the Arduino microcontroller and wireless communication for the collection of meter reading via the internet. In cases where management of condominiums using individualized water and gas, the work in collecting and collecting invoices from each unit is facilitated and may even be automated by the prototype. The prototype is formed by equipment installed in each meter, to collect the data, where radiofrequency is used to send them to a plant. The control panel receives the data, identifies each meter and sends it to a webapp that records the collected values and maintains a consumption history. The results obtained from the tests demonstrate a reduction of costs in the work of a company that manages the water and gas readings to collect the meters by minimizing the complex logistics to perform the task and also facilitating the closing of the collection invoice. A reduction of approximately 20% is estimated, compared to traditional methods, in costs involving equipment, readers and invoice printing.*

*Keywords: Water. Gas. Prototype reading. Condominiums. Homes.*

### **REFERÊNCIAS**

CARVALHO, W. de F. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 2010. 89 p. Monografia (Especialização em Construção Civil)–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg2/51.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

CONSELHO em revista: melhor para o consumidor, melhor para a natureza. **CREA-RS**, n. 29, jan. 2007.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

RAMOS, Á. A. **História do saneamento básico em Santa Catarina**. [199?]. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/historia-do-saneamento-basico-em-santa-catarina-2#0>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

YASSUDA, E. R.; NOGAMI, P. S. Consumo de água. In: OLIVEIRA, W. E. (Org.). **Abastecimento e tratamento de água**. São Paulo: Cetesb, 1976. p. 107-134.