

MONITORING SYSTEM FOR ENVIRONMENT AND ENERGY CONSUMPTION USING SENSORS

Gabriel S. Dalpiaz, Gabriel H. Nehls, Janine Kniess, João P. Moreano, Pedro B. Filho

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Departamento de Ciência da Computação, Campus universitário – Joinville – SC

janine.kniess@udesc.br. pedro.bertermes@udesc.br

Abstract. – This paper presents an application system that uses sensors for monitoring variables such as temperature, humidity and luminosity. The monitoring data are transmitted over a wireless network and visualized via web.

Palavras-chave: Monitoring, WiFi 802.11, Arduino

1. INTRODUÇÃO

As redes sem fio representam uma ótima solução para redes de comunicação, por exemplo, quando uma rede cabeada precisa ser instalada em locais de difícil acesso. Diversos tipos de aplicações podem se beneficiar da flexibilidade e baixo custo de instalação das redes sem fio como por exemplo, aplicações de monitoramento através de sensores. Desde o seu lançamento no mercado, as tecnologias e técnicas que envolvem a criação de uma rede sem fio evoluíram muito possibilitando a integração de dispositivos heterogêneos. Segundo Zanella et. al [1], conceito de Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT) é resultado deste avanço do *hardware* e *software* associado as redes sem fio. Vale também destacar o positivo desenvolvimento de circuitos integrados e outros componentes eletrônicos que propiciam a criação de sensores robustos, eficientes, inteligentes e em menor escala.

Neste artigo apresenta-se uma aplicação para monitoramento de variáveis climáticas em diferentes pontos do Centro de Ciências Tecnológica (CCT/UDESC). A aplicação

transmite via uma interface *Web* os dados de medição como, umidade, temperatura e luminosidade obtidos de sensores distribuídos em diversos pontos do CCT. O objetivo é fornecer estas informações via *Web* para que estas variáveis possam ser gerenciadas visando aumentar a vida útil do *hardware* disponível nestes ambientes. Por exemplo, a aplicação monitora a luminosidade das salas do campus e emite alertas se a luz ficar acessa em horários fora do estabelecido. Com isto, a aplicação contribui para a economia de energia.

Os dados capturados dos sensores são enviados via rede sem fio para um servidor *Web* e disponibilizados para o usuário via um navegador da *Web*.

Este artigo é organizado como segue. Na Seção 2 apresenta-se o *hardware* utilizado no desenvolvimento da aplicação. Na Seção 3 apresenta-se a aplicação *Web*. Na Seção 4 apresentam-se os resultados computacionais. Na Seção 5 apresentam-se as conclusões.

2. PLATAFORMA DE HARDWARE

Para a captura de dados dos sensores utilizou-se como microcontrolador o Arduino UNO onde implementou-se o programa para a leitura dos dados dos sensores. A Fig. 1 ilustra o esquemático aplicado para os testes. Foram utilizados sensores de temperatura, umidade (DTH11), e luminosidade (LDR). Além dos sensores citados, foi utilizado um sensor WiFi-500 do fabricante *Measuriment Computing* [2]. Através deste sensor foi possível medir

temperatura e umidade e comparar os dados obtidos com aqueles gerados através do Arduino.

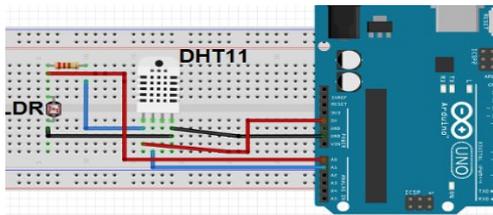


Fig. 1. Arduino UNO com os respectivos sensores.

Conectou-se o sensor Wifi-500 via interface USB a um computador e via o *software* de configuração fornecido pelo fabricante foram realizadas as configurações que o conecta na rede sem fio. O sensor pode ser configurado para enviar os dados para o computador local ou para a nuvem. Após a instalação e configuração, o sensor envia os dados de medições e alarmes via *WiFi* pela rede na qual foi configurado.

3. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DE MONITORAMENTO

3.1. Captura de Dados

Uma aplicação em *Processing* foi realizada para a captura dos dados obtidos pelo Arduino e pelo sensor Wifi-500. Na Fig. 2 apresenta-se a interface gráfica da aplicação de captura de dados. Na interface gráfica o botão “Sensor1” representa os sensores de umidade e temperatura através do DHT11. O botão “Sensor2” representa os sensores de umidade e temperatura através do sensor WiFi-500. O botão “Sensor3”, é o sensor de luminosidade através do LDR.

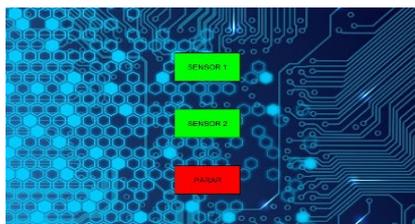


Fig. 2. Interface de Captura de Dados.

Ao se clicar no botão “Sensor1” uma mensagem é enviada via serial ao Arduino solicitando medições do respectivo sensor, assim iniciando a captura de dados. A aplicação, por sua vez, vai alocando estes dados em uma tabela com a identificação da grandeza, data e horário da medição. Quando a captura termina a aplicação salva a tabela no formato *Comma-separated values* (CSV). No caso do sensor *Wifi*, a aplicação acessa os dados de um arquivo no formato CSV gerado pelo *software* do fabricante e enviado pelo sensor ao computador.

A aplicação de monitoramento desenvolvida combina aos dados vindos dos sensores de forma padronizada. Com este recurso, sensores de diferentes fabricantes podem operar de forma transparente para a aplicação.

A aplicação está organizada em duas partes: o programa do Arduino em Linguagem C e o programa do *Processing*. A primeira parte consiste na configuração dos sensores DHT11 e LDR, através da inclusão de suas bibliotecas, instruções de operação e da interface serial com o *Processing*. A segunda parte consiste numa interface gráfica desenvolvida no *Processing* que é responsável por solicitar a medição de um sensor específico através de botões (como mostra a Fig. 2) que solicitam o início e término da medição ao Arduino e organiza os dados gerando a tabela de saída.

3.2. Interface Web da Aplicação

A interface *Web* da aplicação para monitoramento foi desenvolvida com as linguagens, HTML e CSS e com o *software* Dreamweaver. No desenvolvimento do projeto optou-se por utilizar um design formal pelo fato da aplicação requerer um módulo administrativo. No módulo administrativo um usuário com perfil de administrador realizará a adição dos locais a serem monitorados, sensores a serem

distribuídos e poderá dar alguns privilégios administrativos a outros usuários do sistema. Ao acessar a aplicação através de uma URL em um navegador o usuário administrador visualiza a opção de *login* (ver Fig. 3). Após o *login*, o usuário é direcionado para a tela de cadastro e visualização do modo administrativo (Fig. 4).



Fig. 3. Tela de login.

Na Fig. 4 o menu lateral a direita permite que o administrador do sistema cadastre os dados. Nos quadros centrais visualiza-se as informações cadastradas.

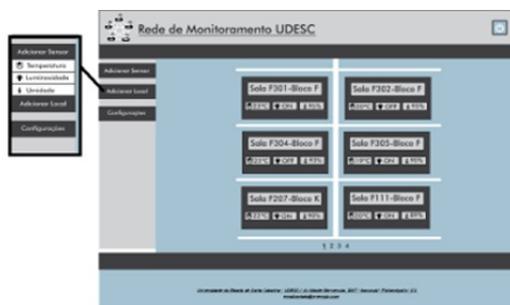


Fig. 4. Tela de Cadastro

A Fig. 5 representa a tela de consultas. Através de um navegador *Web* os usuários do sistema podem consultar dados de temperatura, umidade e luminosidade de diferentes locais do campus. Para a configuração do servidor *Web* utilizou-se o sistema operacional Linux Ubuntu e o HTTP Apache. Os dados são armazenados em um banco de dados MySQL. Optou-se pelo MySQL por sua robustez considerando que os sensores enviam os dados ao servidor em

curtos instantes de tempo, a quantidade de dados armazenados no banco é significativa.

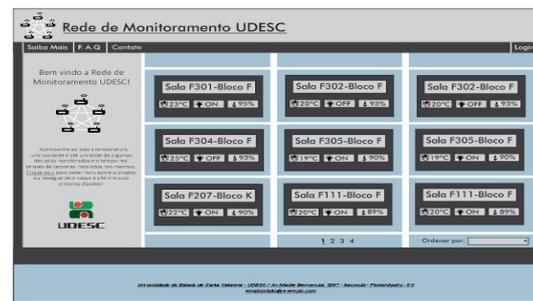


Fig. 5. Tela de Monitoramento – Usuário.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

Para avaliar a aplicação foram realizados experimentos em diferentes locais do CCT. No primeiro experimento realizou-se monitoramento com o Arduino e os sensores DHT11 e LDR no laboratório F109 no bloco F do CCT. Escolheu-se este laboratório devido ao fato de uma Nuvem Computacional estar localizada nele.

O teste consistiu na obtenção dos dados dos sensores durante um período de 30 min, com os sensores enviando dados a cada 2 min. Variações na luminosidade foram aplicadas para observar o comportamento do sensor LDR. A Tabela 2 apresenta os dados obtidos. Como se pode observar as 4 primeiras colunas dizem respeito ao sensor DHT11 e as 3 subsequentes dizem respeito ao sensor LDR. Como o ambiente possuía condicionamento de ar, era esperada pouca variação na temperatura e umidade, porém, a partir da pequena variação encontrada é possível observar a relação entre umidade e temperatura, em que o aumento da primeira ocasiona o aumento da temperatura no ambiente.

Quanto à luminosidade, foi observada uma variação de até 3% na iluminação do ambiente, quando o sensor não possuía nenhum bloqueio na recepção de luz. Quando impostas algumas formas de bloqueio à luz de chegar ao sensor, nota-se

que o sensor respondeu bem apresentando valores entre 19 e 22%.

Tabela 2. Dados monitorados na sala F109.

umidade_s1	temperatura_s1	data_s1	horario_s1	luminosidade_s3	data_s3	horario_s3
65,00	23,00	03/06/2016	16:35:12	72	03/06/2016	17:08:38
65,00	23,00	03/06/2016	16:37:12	72	03/06/2016	17:10:38
65,00	23,00	03/06/2016	16:39:12	72	03/06/2016	17:12:38
65,00	23,00	03/06/2016	16:41:12	73	03/06/2016	17:14:38
65,00	23,00	03/06/2016	16:43:12	22	03/06/2016	17:16:38
63,00	22,00	03/06/2016	16:45:12	19	03/06/2016	17:18:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:47:12	21	03/06/2016	17:20:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:49:12	74	03/06/2016	17:22:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:51:12	75	03/06/2016	17:24:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:53:12	22	03/06/2016	17:26:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:55:12	22	03/06/2016	17:28:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:57:12	63	03/06/2016	17:30:38
64,00	22,00	03/06/2016	16:59:12	75	03/06/2016	17:32:38
64,00	22,00	03/06/2016	17:01:12	75	03/06/2016	17:34:38
64,00	22,00	03/06/2016	17:03:12	75	03/06/2016	17:36:38
65,00	23,00	03/06/2016	17:05:12	75	03/06/2016	17:38:38

Realizou-se outro teste no laboratório de instrumentação eletrônica E09 do Bloco E do CCT para a aquisição de dados dos sensores. O microcontrolador Arduíno foi programado para que os sensores, LDR e DHT11 fizessem leitura a cada 10 segundos, para que obtivessem uma melhor precisão nos dados. Como o objetivo do uso do sensor de luminosidade era verificar se a sala estava com a luz ligada ou desligada, na Tabela 3 apenas foi mostrado suas mudanças instantâneas de “ON” para “OFF”. O teste foi realizado durante aproximadamente 1 hora. Nos primeiros 20 min foi medido a luminosidade, temperatura e umidade. Em seguida foi desligada a luz durante 5 min, e colocou-se a temperatura de 19°C no ar-condicionado durante mais 20 min. Depois de 5 min com a luz apagada, ligou-se a luz por 30 min e depois desligada novamente por mais 5 min. A Tabela 3 apresenta parcialmente¹ os resultados deste teste.

Tabela 3. Dados monitorados na sala E09

ON	34,00	25,00	1.110,0	66,00
ON	35,00	24,00	1.120,0	65,00
OFF	35,00	24,00	1.130,0	65,00

1. Por limitação de espaço não apresentou-se a Tabela 3 completamente, bem como os resultados obtidos com o sensor WiFi.

O sistema envia um e-mail de alerta ao usuário administrador avisando que a luz está acesa ou a temperatura do ambiente está muito alta. Em ambos os experimentos constatou-se que a aplicação envia corretamente os dados pela rede sem fio.

5. CONCLUSÕES

Neste artigo apresentou-se uma aplicação de monitoramento através da qual os dados são disponibilizados via *Web*. Os resultados confirmaram que a aplicação realiza corretamente, o monitoramento e o envio dos dados para um servidor *Web* que também foi desenvolvido no contexto deste projeto. Nos testes realizados os dados foram enviados via as redes *WiFi* do CCT. Futuramente os dados serão enviados via uma rede *Mesh*. Já dispomos do *hardware* necessário para tal e a rede está em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Zanella and N. Bui and L. Vangelista and M. Zorzi. “Internet of Things for Smart Cities,” *IEEE Internet of Things*, vol. 1, no. 1, Feb. 2014. 22-32.
- [2] Measuring Computing. WiFi-500 Sensor Series. Disponível em: <http://www.mccdaq.com/wireless-data-acquisition/WiFi-500-Sensor-Series.aspx>.