

ClimIFBA: Um sistema de estação meteorológica usando Redes de Sensores Sem Fio em Valença

João Victor dos Santos Silva¹, Danilo Prazeres Santos¹,
João Paulo Just Peixoto¹, Eduardo Cambuzzi¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Valença
Rua Vereador Romeu Agrário Martins, Tendo, s/n – 45.400-000 – Valença – BA – Brazil

jv.13wap@gmail.com, danilo_prazeres04@hotmail.com

{joao.just,ec}@ifba.edu.br

Abstract. *This project proposed the development of a weather station inside the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, Valença, making use of a Wireless Sensor Network (WSN) in a Smart City context, measuring air temperature and relative humidity in the campus and feeding a public online database. It is intended to start the use of WSN technologies in the campus and encourage the research and development of information systems by the Informatics Technician course students. We expect that the students and the institution can contribute in the development of local technologies, bringing benefits for the city.*

Resumo. *Este projeto propôs o desenvolvimento de um sistema de estação meteorológica no campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da cidade de Valença utilizando uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) em um contexto de Cidade Inteligente, o qual faz medições de temperatura e umidade do ambiente do campus, alimentando um banco de dados acessível ao público de forma online. Busca-se com isso dar o pontapé inicial para o uso de tecnologias de RSSF no campus e incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas de informação pelos alunos do Curso Integrado de Técnico em Informática. Espera-se com isso que os estudantes e a instituição possam contribuir com o desenvolvimento de tecnologias locais, trazendo benefícios para a cidade.*

1. Introdução

Os ambientes urbanos tem crescido cada vez mais ao longo dos anos, impondo novos desafios e problemas, frequentemente solucionados através do uso da tecnologia. Neste sentido, o conceito de Cidades Inteligentes surgiu e uniu o uso de diversas tecnologias de sensoriamento para enfrentar problemas de mobilidade, segurança pública, uso eficiente de energia, dentre outros [Costa et al. 2018].

As Cidades Inteligentes são compostas de sensores e outros mecanismos de coleta de dados, utilizados de forma a obterem informações sobre os recursos urbanos a fim de melhor gerenciá-los. Suas aplicações vão desde videomonitoramento, passando por sensoriamento do ambiente (ar, temperatura, umidade, etc.) até o monitoramento da infraestrutura urbana (energia elétrica, abastecimento de água, rede de esgoto, etc.) [Peixoto and Costa 2017]. As Cidades Inteligentes tem sido de extrema importância na solução de problemas urbanos e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Neste contexto, as Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), um tipo de rede composta por vários sensores que coletam dados do ambiente e os enviam para um sistema centralizado, se tornaram fundamentais na construção de sistemas para Cidades Inteligentes [Oliveira et al. 2018]. A aplicação de sensores possibilita todo tipo de monitoramento e sensoriamento necessário em uma Cidade Inteligente, permitindo a coleta de dados em ambientes urbanos e hostis, com muita ou pouca infraestrutura de suporte, colaborando na tomada de decisões por parte dos agentes públicos responsáveis.

Uma das aplicações de Redes de Sensores Sem Fio que vem crescendo é a de monitoramento climático, por exemplo, na coleta de dados de temperatura, umidade ou poluentes no ar em grandes cidades, com a finalidade de permitir o estabelecimento de políticas públicas para melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Outro uso destas redes que tem se tornando frequente é na agricultura de precisão, auxiliando no plantio, na colheita [Ghobakhlou et al. 2009] ou no monitorando e gerenciando de parâmetros de funcionamento em estufas [Chaudhary et al. 2011], entre outras aplicações.

Assim, diante do aumento nos últimos anos do uso das RSSF nas mais variadas áreas, seja em aplicações urbanas ou rurais, torna-se cada vez mais importante para uma nação dominar esta tecnologia. É sob esta perspectiva de domínio tecnológico e desenvolvimento de inovações, que propõe-se a criação de um sistema embarcado para o monitoramento de variáveis meteorológicas utilizando Redes de Sensores sem Fio. Este sistema consiste de uma plataforma de *hardware* baseada em tecnologia aberta e de um sistema de coleta, armazenamento e disponibilização de dados através de um portal *web*. Este sistema e suas múltiplas plataformas de *hardware* e *software* são a base sobre a qual deseja-se fomentar o uso da tecnologia de RSSF no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *campus* Valença e, com a qual, busca-se a criação de elementos de inovação em um ambiente que promova iniciativas tecnológicas para Cidades Inteligentes.

2. Referencial teórico

2.1. Redes de Sensores Sem Fio

Uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) é um sistema de sensoriamento distribuído de fenômenos, cujo objetivo é coletar, processar e disseminar dados e informações de um ou mais observadores. Estas redes costumam ser utilizadas de forma a fazer medições em grandes áreas, sendo muito utilizadas em aplicações para cidades inteligentes ou monitoramento ambiental [Peixoto and Costa 2017]. Tais redes podem também ser utilizadas, por exemplo, em regiões de desastre, nas quais haja a impossibilidade de acesso. Assim, múltiplos sensores podem ser lançados nestas áreas, permitindo seu monitoramento e aviso de novos incidentes.

Uma vez distribuídos em um ambiente, os nós da rede comunicam-se entre si de maneira *ad-hoc*, coletando dados do ambiente no qual estão inseridos. Estes dados podem ser escalares (temperatura, umidade, pressão, vento, etc.) ou multimídia (imagens, sons e vídeos), dependendo da aplicação para a qual a rede foi projetada. Cada nó pode realizar processamento local de seus dados e, posteriormente, disseminar suas informações um ponto de acesso utilizando comunicação multi-saltos. Em uma RSSF, os pontos de acesso são denominados de sorvedouros (*sinks*) e geralmente estes sorvedouros estão conectados

a uma rede externa, através da qual enviam os dados coletados para uma aplicação que os processará.

2.2. Sensoriamento de dados climáticos

Com o advento da tecnologia e o barateamento dos custos dos equipamentos eletrônicos, a computação vem cada vez mais ocupando espaços em outras áreas. Além disso, a tendência mundial de automatização vem produzindo novas soluções e tecnologias que auxiliam as mais diversas atividades.

Na zona rural, a tecnologia já se faz presente, auxiliando produtores de todos os tamanhos. É possível, por exemplo, encontrar RSSF utilizadas para o monitoramento e controle climático em estufas [Chaudhary et al. 2011] ou na agricultura de precisão, reduzindo custos e perdas em plantações [Ghobakhlou et al. 2009]. Ou seja, a tecnologia das RSSF pode ser utilizada na produção agrícola ou agropecuária, facilitando o sensoriamento de variáveis meteorológicas e contribuindo para o aumento da produtividade.

Já em áreas urbanas redes de sensores podem ser espalhadas a fim de mensurar variáveis climáticas, como umidade, pressão, temperatura, luminosidade ou poluentes como, dióxido de carbono ou dióxido de nitrogênio. Com isso, é possível mapear o clima ou a poluição em uma determinada região com maior precisão. Uma vez de posse destes dados, organizações públicas ou privadas podem, por exemplo, traçar planos para redução da poluição e ordenamento de tráfego.

No mercado podem ser encontrados muitos equipamentos para sensoriamento como, sensores de pressão, temperatura, umidade, índice pluviométrico, dióxido de carbono, entre outros. Tais sensores conectados a plataformas de *hardware* livre possibilitam a construção de sistemas simples, baratos e com alto nível de precisão no monitoramento de um prédio, infraestrutura ou de uma determinada região da cidade.

2.3. Arquiteturas abertas de automação embarcada

Para o desenvolvimento de soluções de RSSF e sensoriamento em geral é preciso fazer uso de sistemas embarcados. No mercado podemos encontrar inúmeros sistemas embarcados proprietários para o monitoramento das mais variadas áreas, seja na agricultura, mineração ou sistemas aquáticos. Entretanto, estes sistemas costumam apresentar alto valor de instalação e manutenção, tornando-se inviáveis para pequenas aplicações.

Em contrapartida, o uso de *hardware* livre para construção de sistemas embarcados traz inúmeros benefícios, dentre eles, menor custo, possibilidade de customização do equipamento que se deseja utilizar ou construir, farta literatura e projetos compartilhados. *Hardware* livre consiste em equipamentos cujo diagramas e documentações de desenvolvimento são públicos, de forma que qualquer interessado possa construir suas próprias estruturas e sistemas a partir de outros já consolidados e testados, permitindo também a melhoria ou adaptação de equipamentos já existentes, em seus projetos [Fisher et al. 2015]. Exemplos de tais plataformas livres que podem ser adaptadas para a construção de RSSF, são: o Arduino, o Beaglebone e o Raspberry Pi. Todas estas plataformas podem ser acoplados a placas de expansão, cada uma adicionando funcionalidades específicas e permitindo a criação de complexas redes de sensores sem fio.

3. Sensor meteorológico

Para a construção do sensor meteorológico, foi utilizada uma placa Arduino Uno com módulo ZigBee para transmissão dos dados e um sensor DHT22 para medição da temperatura e umidade relativa do ar. Para alimentação do sistema, foi utilizada uma bateria estacionária de 12 V e 5 Ah acoplada a um controlador de carga e um painel solar de 5 W, de forma a manter o Arduino funcionando ininterruptamente sem a necessidade de alimentação externa. Os equipamentos foram instalados em uma caixa hermética como mostra a Figura 1.



Figura 1. Sensor meteorológico.

O *sink*, responsável por receber os dados do sensor, também é composto por uma placa Arduino Uno e um módulo ZigBee. Porém, como o módulo ZigBee utilizava os pinos digitais da placa Arduino, não permitindo o uso de uma *shield Ethernet* para comunicação com a rede do *campus*, foi adicionado um Raspberry Pi, que se comunica com a placa Arduino através da porta USB. Neste sistema, o módulo de sensoriamento faz as medições através do sensor DHT22, as envia via ZigBee para o *sink* que, através de uma aplicação Python, envia os dados da medição (hora, temperatura e umidade) para um *web service* fora da rede do *campus*.

O algoritmo de medição instalado na placa Arduino de sensoriamento faz uma medição a cada 5 minutos e a envia em uma *string* para a placa conectada ao Raspberry (*sink*), que fará a submissão dos dados para o banco de dados externo via *web service*. Todos os algoritmos utilizados no projeto podem ser obtidos no repositório GitHub em <https://github.com/jpjust/ClimIFBA>.

4. Plataforma *web*

Com os dados armazenados em um banco de dados externo, a plataforma *web* precisa apenas exibi-los de forma amigável ao usuário. No contexto deste projeto é proposto o uso de dados abertos, ou seja, os dados coletados e disseminados serão tornados públicos, sem restrições ao seu uso ou distribuição. Os benefícios do uso de dados abertos são inúmeros, desde a transparência, melhorias de políticas públicas, reuso de dados já coletados, entre outros.

Em uma aplicação de difusão de dados abertos na *web*, é necessário o uso de algumas tecnologias, como *frameworks* de desenvolvimento *web*, sistemas gerenciado-

res de bancos de dados e servidores HTTP. Neste sentido, foi desenvolvido um sistema *web* chamado ClimIFBA na linguagem Python com uso do Flask (uma *framework* para desenvolvimento *web* usando Python).

Ao abrir o portal (acessível em <http://climifba.just.pro.br>), o sistema apresenta ao usuário as medições feitas nas últimas 24 horas. O gráfico com as medições apresenta os valores de temperatura e umidade relativa do ar simultaneamente, como apresentado na Figura 2. Um formulário acima do gráfico permite ao usuário selecionar outro período para obter as medições.



Figura 2. Captura de tela do portal ClimIFBA.

5. Resultados e discussões

O sistema, após instalado, publica continuamente as medições de temperatura e umidade relativa do ar, mantendo estas informações de forma permanente em um banco de dados público, possibilitando consultas à qualquer momento.

Para verificar a precisão das medições, os valores obtidos no sistema foram comparados com as medições obtidas pela estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada no *campus* do IFBaiano na cidade de Valença, BA. Os valores de temperatura medidos em ambos os sistemas são bem próximos, havendo maior variação nos valores de umidade relativa do ar (em alguns momentos, houve diferença de 30 % de umidade). Como a estação do INMET encontra-se a 2,5 Km de distância do *campus* do IFBA, já era esperado algumas diferenças nos valores de umidade e temperatura medidos nas duas estações. Porém, a pequena variação na medição da temperatura é um indicativo de que as medições feitas pelo sensor DHT22 não diferem da realidade. A única discrepância entre as medições até o momento, diz respeito o valor da umidade relativa do ar. Esta variação de valores deve ser analisada com cuidado, pois os valores medidos podem significar tanto um erro de medição como uma diferença devido a localização da estação meteorológica do INMET, a qual fica localizada em uma área rural arborizada, enquanto a estação do IFBA, localiza-se em meio a uma região altamente urbanizada. Tais diferenças ambientais podem causar também diferenças no dados que estão sendo coletados pelos sistemas.

Apesar de atualmente o sistema possuir apenas um nó sensor na rede, sua implantação e monitoramento servirá como base para ampliação da rede em uma região ampliada nos arredores do campus, criando assim uma Rede de Sensores Sem Fio *ad-hoc* de grande abrangência.

6. Conclusão

Neste artigo descreve-se um projeto de uma Rede de Sensores Sem Fio baseada em *hardware* livre para o monitoramento e disponibilização pública através da *web* de dados meteorológicos. O módulo de sensoriamento foi construído a partir das plataformas Arduino e Raspberry Pi, que fornecem dados ao um *sink*, que os armazena em um banco de dados externo.

O principal resultado deste projeto é um sistema embarcado de estação meteorológica funcional, alimentada por energia solar, que oferece medições ininterruptas de temperatura e umidade relativa do ar através de um portal *web*. Os dados coletados foram comparados com os valores reportados pela estação meteorológica do INMET na cidade de Valença, BA.

Na próxima etapa do projeto, pretende-se aumentar o número de sensores na rede, melhorando a precisão das medições e ampliando o número de dados obtidos. Espera-se que estes novos nodos sejam instalados em locais distantes do *campus*, de forma a obter medições em vários locais da cidade, o que proporcionaria dados mais precisos sobre o clima na cidade de Valença, BA. Além disso, pretende-se que esta proposta seja a base para a difusão e uso de tecnologias de RSSF sobre plataformas de *hardware* e *software* livre em futuros projetos para Cidades Inteligentes no *campus* Valença do IFBA.

Referências

- Chaudhary, D., Nayse, S., and Waghmare, L. (2011). Application of wireless sensor networks for greenhouse parameter control in precision agriculture. *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)* Vol, 3(1):140–149.
- Costa, D. G., Duran-Faundez, C., Andrade, D. C., Rocha-Junior, J. B., and Just Peixoto, J. P. (2018). Twittersensing: An event-based approach for wireless sensor networks optimization exploiting social media in smart city applications. *Sensors*, 18(4).
- Fisher, R., Ledwaba, L., Hancke, G., and Kruger, C. (2015). Open hardware: A role to play in wireless sensor networks? *Sensors*, 15(3):6818–6844.
- Ghobakhlou, A., Shanmuganthan, S., and Sallis, P. (2009). Wireless sensor networks for climate data management systems. In *18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia*, pages 13–17. Citeseer.
- Oliveira, E. S., Peixoto, J. P. J., Costa, D. G., and Portugal, P. (2018). Multiple mobile sinks in event-based wireless sensor networks exploiting traffic conditions in smart city applications. In *2018 IEEE 16th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, pages 502–507.
- Peixoto, J. and Costa, D. (2017). Wireless visual sensor networks for smart city applications: a relevance-based approach for multiple sinks mobility. *Future Generation Computer Systems*, 76:51 – 62.