

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/281525465>

# ARDWEATHER: UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA BASEADA NO ARDUINO E EM WEB SERVICES RESTFUL

Conference Paper · July 2014

DOI: 10.14684/shewc.14.2014.44-48

---

CITATIONS

0

---

READS

758

4 authors, including:



Thiago Souza

Federal University of Rio de Janeiro

10 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

SEE PROFILE

# ARDWEATHER: UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA BASEADA NO ARDUINO E EM WEB SERVICES RESTFUL

Alexandre Artimos de Araujo Elias<sup>1</sup>, Jefferson Clyton Pereira da Silva<sup>2</sup>, Rafael Napoleão Gonçalves<sup>3</sup>,  
Thiago Silva-de-Souza<sup>4</sup>

**Abstract** — Weather stations are equipment used for weather and climate characterization. Areas such as Agriculture and Civil Defense require daily climate information more specific than those provided by TV programs. However, professional weather stations usually have high cost and complexity of operation, which restricts its use. This paper presents the ArdWeather, an integrated hardware and software system composed by a low cost weather station and a web application. The station uses an Arduino board equipped with sensors to measure the temperature, relative humidity, barometric pressure, wind speed, luminance and rain precipitation. The web application can display the data measured, send alerts via Twitter and manage similar weather stations. The features of the application were developed like RESTful Web Services, enabling other applications to integrate to the system.

**Index Terms** — Arduino, Meteorology, RESTful Web Services, Weather Station.

## 1. INTRODUÇÃO

Estações meteorológicas são equipamentos usados para caracterização do tempo e do clima [12]. Áreas como agricultura, indústria e defesa civil requerem informações diárias sobre tempo e clima mais específicas do que aquelas fornecidas por programas de TV. Atualmente as estações meteorológicas utilizam equipamentos com alto nível de precisão. Entretanto, estações meteorológicas profissionais geralmente têm alto custo e sua complexidade de operação restringe o seu uso.

Outro fator de limitação está na transmissão dos dados. Geralmente, o proprietário de uma estação meteorológica recebe o resultado das medições através de um sistema proprietário, o que inviabiliza o compartilhamento dos dados com seus vizinhos potencialmente interessados nos dados aferidos.

Este artigo apresenta o ArdWeather, um sistema integrado de hardware e software composto por uma estação meteorológica de baixo custo e por uma aplicação Web capaz de exibir dados provenientes de diversas estações meteorológicas.

A estação utiliza uma placa Arduino equipada com sensores para medir temperatura, umidade relativa do ar, pressão barométrica, velocidade do vento, iluminância e precipitação de chuva. Já a aplicação Web é capaz de exibir os dados das medições e enviar alertas via Twitter, além de permitir que outras estações meteorológicas similares utilizem-na. As funcionalidades da aplicação foram desenvolvidas na forma de Web Services RESTful, o que permite que outras aplicações se integrem ao sistema e consumam seus dados.

O trabalho está estruturado em mais três seções. A seção 2 apresenta o referencial teórico. A seção 3 descreve o sistema proposto (estação meteorológica e aplicação Web). Por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo em vista que este trabalho trata de uma estação meteorológica baseada no Arduino e em Web Services RESTful, as subseções seguintes apresentam conceitos relacionados a estações meteorológicas, Arduino e Web Services RESTful, respectivamente.

### 2.1. Estações Meteorológicas

A meteorologia é a ciência que estuda a atmosfera. Suas principais preocupações estão relacionadas à previsão do tempo e à climatologia. Desta forma, torna-se necessário utilizar diversos instrumentos para realizar a medição da temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica e velocidade do vento [12]. Dentre os diversos instrumentos típicos de uma estação destacam-se os seguintes:

- **Termômetro:** o termômetro é um instrumento capaz de medir a temperatura de um objeto ou ambiente. Os mais comuns são feitos de tubos com mercúrio e usam a escala Celsius (C) [6].
- **Luxímetro:** o luxímetro é utilizado para medir o nível de iluminação em ambientes com luz natural ou artificial. A medição é feita em lux (lx) ou lúmens por metro quadrado (lm/m<sup>2</sup>).
- **Pluviômetro:** o pluviômetro é um instrumento meteorológico que determina a quantidade de líquidos ou sólidos (chuva, neve, granizo) precipitados. Tal

<sup>1</sup> Alexandre Artimos de Araujo Elias, Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), Duque de Caxias, RJ, Brazil, [alexandre.artimos@gmail.com](mailto:alexandre.artimos@gmail.com)

<sup>2</sup> Jefferson Clyton Pereira da Silva, Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), Duque de Caxias, RJ, Brazil, [jeff\\_programador@msn.com](mailto:jeff_programador@msn.com)

<sup>3</sup> Rafael Napoleão Gonçalves, Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), Duque de Caxias, RJ, Brazil, [rafaelnapoleao1989@gmail.com](mailto:rafaelnapoleao1989@gmail.com)

<sup>4</sup> Thiago Silva-de-Souza, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), and Serviço Federal de Processamento de Dados, Brazil, [thiagosouza@cos.ufrj.br](mailto:thiagosouza@cos.ufrj.br)

medida é dada em milímetros (mm). Quando se diz que houve 10 milímetros de chuva, se quer dizer que esta é a altura média de água a partir do chão em uma localidade, em um período de tempo (1 milímetro de chuva equivale a 1 litro de água por metro quadrado) [2].

- **Barômetro:** o barômetro tem por objetivo medir a pressão atmosférica, utilizando como unidade de medida o bar (unidade de pressão). Foi desenvolvido pelo matemático e físico italiano Evangelista Torricelli em 1643. Torricelli chegou ao valor de 76 cmHg para a pressão atmosférica ao nível do mar. Para tal ele utilizou um tubo de vidro com o comprimento de 1 metro com um dos lados fechado. Foi colocado mercúrio em seu interior e o lado aberto foi tampado. Em seguida o vidro foi mergulhado em uma vasilha com mercúrio. Ao destampar o tubo percebeu-se que o líquido desceu, medindo 76 cm acima do nível do mercúrio. Assim, foi possível entender que a pressão atmosférica exercida é equivalente a 76 cm de altura [10].
- **Higrômetro:** o higrômetro é um instrumento utilizado para medir a umidade de gás ou vapor na atmosfera. Foi criado em 1820 pelo cientista inglês John Frederic Daniell e é feito de substâncias capazes de absorver a umidade atmosférica, como o cabelo humano [2].
- **Anemômetro:** o anemômetro tem como finalidade medir a direção e a velocidade do vento. É um dispositivo simples, composto por um conjunto de hélices, ligado a um gerador elétrico, tendo como princípio de funcionamento a lei de Faraday. Pela lei de Faraday, surge uma tensão elétrica toda vez que as hélices giram ao receberem um fluido de ar. Este movimento produz uma variação de fluxo magnético no gerador elétrico que pode ser lida por um voltímetro. As unidades de medida são a velocidade instantânea em metros por segundo (m/s) e a velocidade acumulada em quilômetros por hora (km/h) [8].

## 2.2. Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipação eletrônica de hardware livre criada em 2005, em Lvrea na Itália, por Máximo Banzí como uma forma de baratear os projetos de prototipação das escolas locais [1].

A placa consiste em um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, um botão de *reset*, um *led* que indica que a placa está ligada, pinos digitais e analógicos de entrada e saída para a conexão de outros dispositivos, saída USB para conexão com o computador e uma saída para ligação da fonte de alimentação [7]. A Figura 1 representa uma placa Arduino (modelo Uno).

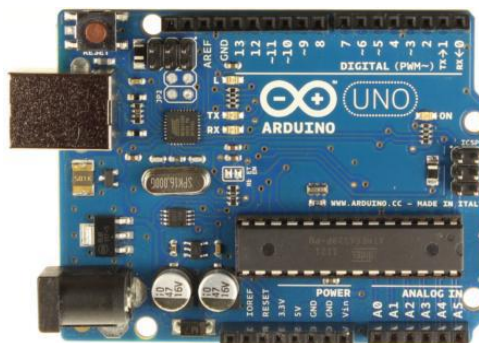


FIGURA 1

PLACA ARDUINO, MODELO UNO.

A placa Arduino foi projetada para atuar de forma modular. À uma mesma placa Arduino pode-se incorporar diversas extensões denominadas “shields”. *Shields* são placas criadas para facilitar o desenvolvimento de projetos que necessitam de funções específicas, eliminando a necessidade da construção recorrente de determinados circuitos utilizados em projetos variados. Neste trabalho foi utilizado um *shield* Ethernet, para realizar conexão entre o Arduino e o servidor onde a aplicação Web foi publicada.

O Arduino também possui um ambiente de desenvolvimento próprio, chamado Arduino IDE. O Arduino IDE possui uma biblioteca chamada “Wiring”, o que permite a programação em C/C++. Também é possível criar programas para o Arduino utilizando outras linguagens de programação, tais como Python e Java através de bibliotecas específicas.

## 2.3. Web Services RESTful

Web Services são funcionalidades disponibilizadas em um ambiente de computação distribuída na forma de serviços [4]. Em uma perspectiva técnica, o termo serviço é usado para se referir a qualquer função de software que implementa uma tarefa do negócio ou realiza uma função genérica como, por exemplo, autenticação ou registro de atividades/ocorrências (*logging*) [3].

Atualmente há duas categorias de Web Services de acordo com seu estilo arquitetural: 1) Web Services WS-\* ou SOAP, aderentes ao estilo arquitetural *Service-Oriented Architecture* (SOA) e 2) serviços alinhados com o estilo arquitetural *Representational State Transfer* (REST), denominados Web Services RESTful.

*Representational State Transfer* (REST) ou Transferência de Estado Representacional é um termo descrito por Roy Fielding [5] em sua tese de doutorado, que representa uma série de restrições que formam um estilo arquitetural de software.

Em uma arquitetura REST o foco são os recursos. Um recurso é qualquer item de informação acessível através de um URI [5]. Segundo Richardson e Ruby [9], um recurso é algo que pode ser armazenado em um computador e ser representado como um documento, uma tupla em um banco de dados ou o resultado da execução de um algoritmo.

Web Services RESTful são serviços desenvolvidos seguindo as restrições impostas pelo padrão REST, tendo como base o protocolo HTTP. De acordo com Richardson e Ruby [9], não há um modelo oficial a ser seguido para os Web Services RESTful, como acontece com os que são baseados em SOAP, em razão de REST ser um estilo arquitetural e não um protocolo.

Uma aplicação REST permite que suas funcionalidades sejam acessadas por outras aplicações através de requisições HTTP. Para tanto, é necessário mapear cada funcionalidade da aplicação em combinações distintas de endereços de recursos (URL) e métodos HTTP (GET, POST, PUT ou DELETE).

### 3. ARDWEATHER

#### 3.1. Visão Geral

O sistema ArdWeather é composto por uma estação meteorológica e por uma aplicação Web utilizada para exibir os dados aferidos pela estação desenvolvida e por outras estações que porventura sejam cadastradas e interligadas à aplicação.

#### 3.2. Estação Meteorológica

A estação meteorológica desenvolvida é baseada em uma placa Arduino composta por uma série de sensores. Tais sensores cumprem o papel dos seguintes instrumentos: termômetro, higrômetro, barômetro, luxímetro, anemômetro e pluviômetro. Há, ainda, um *shield* Ethernet interligado à placa Arduino, para proporcionar a conexão com a Internet. As hélices do anemômetro utilizam caixinhas plásticas de ovos de chocolate, o que confirma o objetivo relacionado ao barateamento dos custos. Todos os componentes foram acomodados em uma pequena caixa de madeira, como mostra a Figura 2.



FIGURA 2

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ARDWEATHER.

A Tabela 1 apresenta os principais equipamentos que compõem a estação meteorológica, com a indicação do valor aproximado de cada um. Assim, pode-se observar que o valor total gasto na compra dos equipamentos (aproximadamente R\$ 350,00) é bem inferior ao valor das estações meteorológicas profissionais que possuem os mesmos instrumentos (a partir de US\$ 1.000,00).

TABELA 1  
PRINCIPAIS COMPONENTES DA ESTAÇÃO

Equipamento	Imagem	Função	Valor Aproximado (R\$)
Arduino Uno		Controle geral da estação	70,00
Ethernet Shield		Conexão à Internet	155,00
Sensor de temperatura e umidade DHT11		Termômetro e Higrômetro	25,00
Sensor de pressão BMP085		Barômetro	59,00
Sensor LDR		Luxímetro	0,50
Motor DC		Anemômetro	10,00
Sensor de nível de água		Pluviômetro	19,30
Caixinha plástica de ovo de chocolate Kinder®		Anemômetro	2 x 5,00 (10,00)
			<b>Total: 348,80</b>

#### 3.3. Sistema de Controle de Estações Meteorológicas

O sistema de controle de estações meteorológicas é uma aplicação Web, desenvolvida em Java, baseada nos *frameworks* JavaServer Faces (JSF) e Jersey. O JSF foi escolhido por se tratar de um *framework* baseado em componentes que agiliza a produção de aplicações Web e, ao mesmo tempo, permite a definição de interfaces com recursos visuais sofisticados. Já o Jersey foi utilizado para implementar as funcionalidades da aplicação na forma de



Web Services RESTful, permitindo sua integração com outras aplicações. Sua escolha deve-se ao fato dele ser a implementação oficial da API JAX-RS.

Os dados de todas as medições são armazenados em um banco de dados MySQL. Sua escolha se deu por sua robustez, pela facilidade de uso e por ser um SGBD livre.

Quanto às funcionalidades, a aplicação permite que usuários comuns consultem dados de quaisquer estações cadastradas, inclusive filtrando períodos anteriores. Usuários com perfil de administrador podem manter o cadastro de estações meteorológicas (cadastrar, atualizar e excluir). Para tal é necessário que o usuário se autentique no sistema. A Figura 3 resume, através de um modelo de casos de uso, as funcionalidades da aplicação.

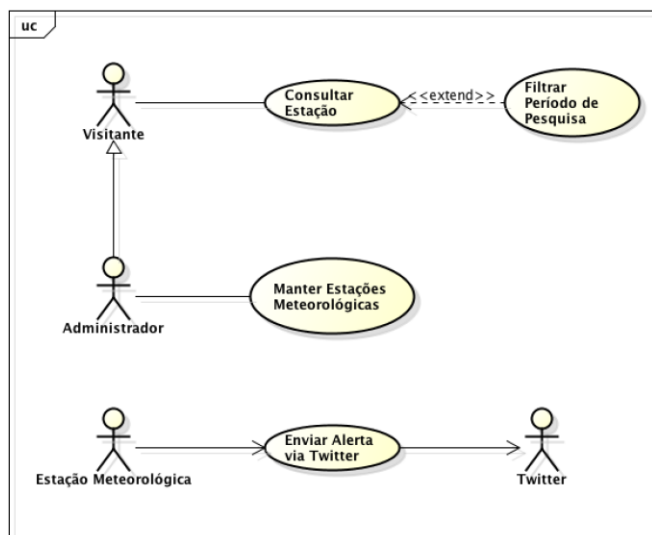


FIGURA 3

MODELO DE CASOS DE USO DA APLICAÇÃO.

A Figura 4 apresenta a tela de cadastro da aplicação Web. Para utilizar essa funcionalidade é necessário que o usuário esteja autenticado no sistema com o perfil de administrador. Vale ressaltar que todos os dados devem ser informados para que seja feito o cadastro da estação meteorológica.

FIGURA 4

TELA DE CADASTRO DE ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS.

A Figura 5 apresenta a tela de consulta aos dados medidos por uma determinada estação meteorológica. Para cada estação cadastrada é possível determinar sua periodicidade de medição. É possível, inclusive, que a medição seja feita a cada segundo. Os dados da medição são exibidos em uma tabela, sendo possível exportá-la em três formatos: PDF, CSV e XLS. Todas essas funções estão disponíveis para qualquer tipo de usuário.

Temperatura (°C)	Umidade Relativa do Ar (%)	Pressão Atmosférica (Pa)	Altitude (Metros)	Chuva	Vento (Km/h)	Illuminância (lux)	Data/Hora da Coleta:
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:57:05
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:45
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:44
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:44
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:44
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:44
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:42
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:41
1	1	1	1	Sim	10	10	15/07/2012, 21:55:08

FIGURA 5

TELA DE CONSULTA AOS DADOS DE UMA ESTAÇÃO.

O sistema ainda é capaz de enviar alertas via Twitter. Para tal foi utilizada a biblioteca Twitter-1.3 [1]. Neste momento, a estação está preparada para enviar alertas pluviométricos quando a intensidade de chuva detectada está compreendida entre 25,1 e 50 mm/h, o que corresponde a uma chuva forte. Para receber tais alertas é necessário que o usuário seja cadastrado no Twitter e que siga o perfil @AlertasArduino. Cada estação meteorológica cadastrada na aplicação Web deverá ter sua própria conta no Twitter para enviar seus alertas específicos. Sistemas de alertas como esse são de suma importância em regiões com frequente risco de inundação e/ou deslizamento. A Figura 6 representa a página do perfil @AlertasArduino.



FIGURA 6

PERFIL DO ARDWEATHER NO TWITTER.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma estação meteorológica integrada à uma aplicação Web. Os principais problemas tratados pela solução proposta são o alto custo e a complexidade de operação de uma estação meteorológica profissional, bem como a dificuldade para transmissão e compartilhamento dos dados.

Em janeiro de 2014 o sistema foi apresentado à Secretaria de Defesa Civil do Município de Duque de Caxias (RJ). Os representantes da Secretaria demonstraram interesse em utilizar a estação meteorológica no âmbito das escolas públicas do município, a fim de fomentar nos estudantes a cultura de cidades resilientes [11].

Apesar dos resultados apresentados, este trabalho possui limitações que poderão ser tratadas em trabalhos futuros. Uma dessas limitações diz respeito à precisão dos instrumentos que compõem a estação. É fundamental avaliar se as medições realizadas pelos sensores são compatíveis com aquelas feitas por estações meteorológicas profissionais. Além disso, é preciso verificar se a estrutura que acomoda o hardware da estação é capaz de protegê-lo se a mesma for exposta ao tempo.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Arduino.cc. *Arduino Uno*, 2010. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 24 outubro 2012.
- [2] Cerqueira, W. D. *Construção de um pluviômetro*, 2012. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/construcao-um-pluviometro.htm>>. Acesso em: 1 julho 2012.
- [3] Daigneau, R. *Service Design Patterns: fundamental design solutions for SOAP/WSDL and RESTful Web Services*. Upper Saddle River: Pearson, 2012.
- [4] Erl, T. et al. *Web service contract: design e versioning for SOA*. Crawfordsville: Prentice Hall, 2008.
- [5] Fielding, R. T. *Architectural Styles and the Desing of Network-Based Software Architectures*. Irvine: [s.n.], 2000.
- [6] Marques, D. *Termômetros e Escalas Termométricas*. Brasil Escola, 2011. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/escalas-termometricas.htm>>. Acesso em: 09 junho 2012.
- [7] McRoberts, M. *Beginning Arduino*. New York: Apress, 2010.
- [8] Netto, L. F. *Meteorologia. Feira de Ciências*, 1999. Disponível em: <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02\\_0m0.asp#Opluviometro](http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02_0m0.asp#Opluviometro)>. Acesso em: 12 jul. 2012.
- [9] Richardson, L.; Ruby, S. *RESTful Web Services*. Sebastopol: O'Reilly, 2007.
- [10] Silva, D. C. M. *Manômetro e Barômetro*. Mundo Educação, 2009. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/fisica/manometro-barometro.htm>>. Acesso em: 13 junho 2012.
- [11] Unigranrio. *Secretaria de Defesa Civil de Caxias elogia projetos de alunos de Sistemas de Informação*, 2014. Disponível em: <<http://www.unigranrio.br/Paginas/Secretaria-de-Defesa-Civil-de-Caxias-elogia-projetos-de-alunos-de-Sistemas-de-Informacao.aspx>>. Acesso em: 13 fevereiro 2014.
- [12] Varejão, M. A. S. *Meteorologia e Climatologia*. 2. ed. Recife: [s.n.], versão digital, 2006.