



II Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica
II EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
26 e 27 de Outubro de 2017



USO DA PLATAFORMA ARDUINO NA MONITORIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE TEMPERATURA E UMIDADE DE SISTEMA DE REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

RAFAEL OLIVEIRA RIBEIRO¹, THIAGO GUARNIARI CORRÊA DA SILVA¹,
AMANDA D. ESCOBAL², ANDRÉ DE SOUZA TARALLO³, GLÁUCIA MARIA DALFRÉ⁴

¹Graduandos em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsistas PIBIFSP, IFSP Campus Araraquara, rafaeloliveiraribeiro@hotmail.com, thiagoguarniari@gmail.com

²Graduanda em Engenharia Civil, Bolsista Fapesp, UFSCar Campus São Carlos, amandadescobal@hotmail.com

³Docente na área de Informática do IFSP Campus Araraquara, andre.tarallo@ifsp.edu.br

⁴Docente do curso de Engenharia Civil da UFSCar - Campus São Carlos, glauucia.dalfre@ufscar.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Hardware – 1.03.04.01-0

RESUMO: Este trabalho usa técnicas computacionais e eletrônicas para automatizar a obtenção de dados de umidade e temperatura, as quais serão utilizadas para a análise de degradação das resinas epoxídicas aplicadas no sistema de reforço de estruturas de concreto armado expostas à condições de agressividade ambiental. Neste caso, o processo foi automatizado com o uso da plataforma Arduino e sensores específicos. No campo do uso de sistemas de reforço, a durabilidade das resinas, sua ligação ao substrato de concreto e, principalmente, seu desempenho face ao processo de envelhecimento em longo prazo são pouco conhecidos, o que justifica a utilização da plataforma Arduino para monitoração automática, incluindo um módulo de cartão *SD* para backup das informações. Neste âmbito, um programa experimental está sendo realizado de modo a verificar a possível degradação de resinas epoxídicas frente a sua exposição a umidade constante por meio do acompanhamento da evolução temporal de propriedades mecânicas de resinas usualmente utilizadas em sistema de reforço externo quando exposto a intempéries, ciclos de umidade, umidade constante e envelhecimento acelerado. Os resultados obtidos até o momento mostram que a automatização atende as necessidades especificadas.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino; monitoramento automático; temperatura; umidade; intempéries; sistema de reforço externo

INTRODUÇÃO

Hoje em dia muito se tem estudado sobre as possibilidades de avanço tecnológico levando em consideração a informática, a eletrônica e a junção destes dois no campo da ciência, visando a automatização dos meios para o qual se obtêm determinados objetivos estipulados por seus usuários. Uma das tecnologias utilizadas para automatizar aplicações de diversas áreas é o uso da plataforma Arduino, que une os conhecimentos das duas áreas anteriormente citadas.

Alguns trabalhos encontrados na literatura nacional apresentam a utilização da plataforma Arduino para aplicações relacionadas a Engenharia Civil. Ferreira e Junior (2015) monitorou parâmetros atmosféricos em ambientes externos visando a construção de uma pequena estação meteorológica com o uso da plataforma Arduino. Câmara (2016) monitorou a temperatura e umidade de um ambiente utilizando o protocolo *ZigBee* e a plataforma Arduino. Para isso, fez-se a utilização de sensores, instalados em um *drone*, para o monitoramento da temperatura e umidade de diferentes ambientes e espaços. Esses dados foram obtidos com o uso dos sensores DHT11 e do DS18B20, associados ao Arduino e fixados no *drone*, para que essa coleta de dados pudesse ser capaz de realizar as aferições necessárias nos lugares que são considerados inviáveis ou de difícil complexidade de acesso. Melo *et al.* (2017) avalia, de maneira quantitativa, as condições ambientais as quais os trabalhadores de uma determinada obra, localizada no município de Cajazeiras – PB, estavam expostos. Foi desenvolvida uma estação de baixo custo para monitoramento de parâmetros ambientais com a utilização da plataforma Arduino. A partir da análise dos resultados desta pesquisa melhorias nas condições de trabalho frente as condições climáticas analisadas foram propostas.

Neste âmbito, este trabalho tem como objetivo registrar dados de umidade e a temperatura local, considerando os fatores climáticos externos e monitorar a umidade e temperatura em corpos de prova com resina epoxídica, por meio de um circuito eletrônico com a plataforma Arduino.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Montar circuito elétrico utilizando o sensor de umidade e temperatura (DHT22), o qual ficará exposto às intempéries, e com o sensor de umidade a prova d'água (DS18B20), o qual fará aferição de temperatura de água de tanques internos, e ambos utilizando o módulo *SD Card* para gravação de resultados;
- b) Implementar os algoritmos para que os sensores realizem as leituras, em tempos pré-definidos;
- c) Realizar testes, individualmente, no monitor serial da própria IDE do Arduino, monitorando o ambiente de teste e verificando a gravação de resultados no cartão SD.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto, de baixo custo e simples implementação. Para sua utilização, basta enviar ao microcontrolador da placa eletrônica um conjunto de instruções, utilizando a linguagem de programação Arduino (baseada em C/C++) por meio da IDE Arduino (*Integrated Development Environment*) (ARDUINO, 2017).

Sua versão mais simples, o Arduino Uno, possui um microcontrolador ATmega328P, 16 MHz, com 14 pinos de entrada e saída digitais, 6 pinos analógicos e tensão de funcionamento variando entre 7 a 12V (Figura 1). Os sistemas podem ser desenvolvidos pela interligação entre os sensores inseridos nos pinos analógicos ou digitais com a utilização de uma *proto-board* para facilitar o planejamento do circuito (ARDUINO, 2017).



Figura 1 – Plataforma Arduino UNO.
Fonte: Thomsen, 2014.

Neste trabalho dois sensores distintos foram utilizados: o DHT22 e o DS18B20. O sensor DHT22 (Figura 2a) tem baixo consumo de corrente (2,5 mA durante medições e 100-150 μ A em *standby*), e possui internamente um sensor de umidade capacitivo e um termistor, além de um conversor analógico/digital para comunicação com o micro controlador (ARDUINO E CIA, 2016). Existe também o sensor de temperatura DHT11, que pode ser considerado como origem do DHT22, com maior velocidade de funcionamento. Porém sua capacidade de medir faixas de temperatura e umidade são menores.

O dispositivo DS18B20 (Figura 2b) é um sensor de temperatura digital, mede a temperatura em graus Celsius com resolução de 9 bits (0,5 °C) até 12 bits (0,0625 °C) e tem uma função alarme para os pontos limites (SANTOS, 2015). O DS18B20 tem comunicação serial que, por definição, necessita de apenas uma linha de comunicação com o microprocessador. Ele opera entre as temperaturas limites: $-55\text{ °C} \leq T \leq 125\text{ °C}$. Cada DS18B20 tem um código serial de 64 bits que permite vários deles utilizarem a mesma linha serial para se comunicar com o microprocessador (FILIPEFLOP, 2015). Este sensor possui precisão satisfatória ($\pm 0.5\text{ °C}$ exatidão) e proporciona leituras de temperatura de até 12-bits (configurável) com o uso de uma conexão de dados de apenas 1 fio com o seu microcontrolador Arduino ou *Raspberry Pi* por exemplo (FILIPEFLOP, 2015).

O módulo *SD Card* (Figura 2c) é um dispositivo muito utilizado para fins de backup dos diversos projetos, em geral, que utilizam microcontroladores, o que permite com que se tenha relatórios de resultados dos diferentes sensores, das reações dos dispositivos ligados em conjunto com o módulo SD, promovendo um controle, em forma de histórico, dos resultados registrados. Segundo Ferreira e Junior (2015), este módulo permite a leitura e escrita em cartão SD com fácil ligação ao Arduino e outros microcontroladores. Todos os pinos de ligação estão identificados no módulo, que suporta formatos de arquivo FAT16 e FAT32, e

possui alimentação de 3.3V ou 5V. A comunicação é feita pela interface SPI (pinos MOSI, SCK, MISO e CS), e o nível de sinal é de 3.3V, exigindo um divisor de tensão para ligação à microcontroladores que trabalhem com 5V, tal como acontece na utilização do Arduino.



Figura 2 – Sensores, (a) DHT22 (AM2302), (b) DS18B20, e (c) Módulo *SD card* utilizados neste trabalho.
Fonte: Filipeflop, 2015 e Arduino e Cia, 2016.

METODOLOGIA

Inicialmente, fez-se uma discussão sobre quais sensores e componentes eletrônicos atenderiam as necessidades do projeto para um funcionamento eficaz do mesmo. Posteriormente, levou-se em conta qual seria a melhor forma de implementar o projeto em si, envolvendo questões de código, hardware e eletrônica, de forma que tanto o código quanto a montagem do circuito eletrônico ficassem flexíveis, didáticos e de fácil entendimento para possíveis modificações futuras visando sempre o aprimoramento e a otimização das técnicas utilizadas. Algumas das considerações levadas em conta neste projeto podem ser citadas: utilização de boas práticas de projeto, cópias de segurança (Backup), uso independente das bibliotecas requisitadas pela Linguagem C na IDE do Arduino e algumas sugestões para a realização dos testes e validações. Isso proporcionou ao projeto alguns requisitos não funcionais tais como: usabilidade, eficiência, confiabilidade e portabilidade, tentando prever todas as possíveis lacunas de erros em virtude do uso inadequado dos futuros usuários nos diferentes contextos em que o projeto está inserido.

Após a conclusão dos testes iniciais com os sensores e módulo selecionados neste trabalho, além do *SD Card*, o próximo passo foi unir os circuitos, bem como seus respectivos códigos de programação, de forma com que o DHT22 e o DS18B20 funcionem com o módulo *SD*.

A Figura 3a retrata a montagem do sensor de umidade DS18B20 na *proto board*, que está associada e energizada pelo Arduino Uno, tendo alguns dos seus pinos analógicos e digitais referenciados no código do projeto, enquanto a Figura 3b apresenta a montagem do sensor de umidade e temperatura DHT22, em que possui associação direta com a *proto board*, e a mesma com o Arduino UNO.

Um teste realizado foi a montagem de um único circuito eletrônico com os dois sensores: DHT22, DS18B20 e o módulo *SD Card*, associados à uma única *proto board* e esta, por sua vez, está sendo diretamente energizada pelo Arduino. Neste ponto teve-se um pequeno problema, pois até então o projeto estava sendo alimentado por um pino do Arduino que fornece tensão de 3,3V e alguns sensores, após toda a integração em um mesmo circuito, começaram a apresentar pequenas falhas no funcionamento. Então, verificou-se que o circuito estava sendo levemente sobrecarregado energeticamente, não conseguindo alimentar todos os sensores de uma só vez, ou seja, a tensão que o projeto estava sendo submetido era ineficiente, então a tensão de operação foi aumentada para outro pino, com 5V. Esse teste foi realizado com o objetivo de compartilhar um único módulo *SD*, por questões de economia de recursos físicos. Para isso, também foi necessária a substituição do Arduino Uno pelo Arduino Mega uma vez que este apresenta maior capacidade de memória.

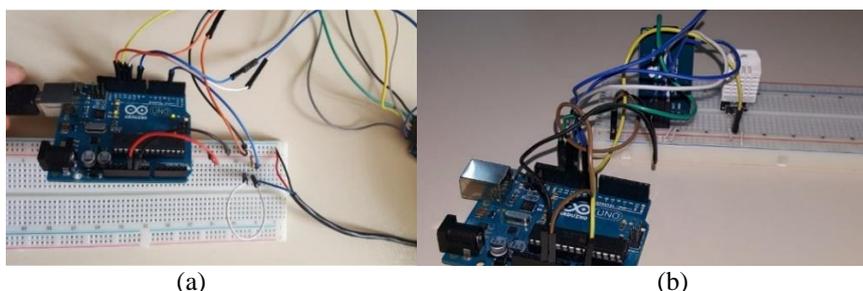


Figura 3 – Montagem dos circuitos separados: DS18B20 e (b) DHT22
Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

Este trabalho usa técnicas computacionais e eletrônicas para automatizar a obtenção de dados de umidade e temperatura, as quais serão utilizadas para a análise de degradação das resinas epoxídicas aplicadas no sistema de reforço de estruturas de concreto armado expostas à condições de agressividade ambiental.

Após todas as implementações, testes, associações e ligações, conclui-se que é possível desenvolver projetos utilizando a plataforma Arduino para solução de diversas necessidades por meio da diversidade de sensores e dispositivos disponíveis no mercado. Conclui-se, também, que é possível desenvolver projetos com o objetivo de se mensurar e manipular dados relacionados ao clima, tais como temperatura e umidade, com o uso dos sensores DHT22 e do DS18B20. Alguns problemas foram encontrados no decorrer deste trabalho tal como a sobrecarga no Arduino UNO, o qual rapidamente foi solucionado com o aumento da tensão de alimentação para 5V e posteriormente substituição do Arduino Uno pelo Arduino Mega, o qual apresenta maior capacidade de memória. O próximo passo deste trabalho é implementar a coleta de dados com indicação de data e hora de sua leitura, requisito indispensável para realização de qualquer trabalho na área da Engenharia.

Atualmente este projeto se encontra em fase final de desenvolvimento, dando mais ênfase na parte de testes, instalação e implantação no local solicitado, levando em consideração as políticas adotadas de segurança e prevenção, bem como medidas cabíveis pensando em futuras modificações, caso necessário.

Agradecimentos

O primeiro e segundo autor agradecem ao IFSP (Edital nº 11/2016 – PIBIFSP) e a terceira autora agradece a FAPESP (Processo 2016/20025-6) pelo apoio e bolsa de iniciação cedida, o que tornou possível a elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. *What is Arduino?* Disponível em: <[https://www.arduino.cc/en/Guide/ Introduction](https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction)>. Acesso em 15 mai. 2017.

ARDUINO e CIA. *Sensores de temperatura e umidade*. Disponível em:< <http://www.arduinoocia.com.br/2015/02/sensor-de-temperatura-e-umidade-dht22.html>>. 2016. Acesso em: 19/08/2017.

CÂMARA, M. L. N. *Monitoramento de temperatura e umidade de um ambiente utilizando o protocolo ZigBee*. 64p. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), 2016.

FERREIRA, E. A.; JUNIOR, M. A. F. *Aplicação da plataforma Arduino para a determinação de parâmetros atmosféricos e ambientais*. 15º Congresso de Iniciação Científica (CONIC-SEMESP) – Ribeirão Preto – SP (UNAERP), 2015.

FILIFELOP. *Medindo temperatura debaixo d'água com DS18B20*. Disponível em:< <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-temperatura-ds18b20-arduino/>>. Acesso em: 19/08/2017, 2015.

MELO, R. H. F.; OLIVEIRA, E. B. S.; ANDRADE, H. T. A.; NETO, A. C. W. *Avaliação das condições ambientais do trabalho em canteiro de obra de uma edificação vertical no Município de Cajazeiras - PB*. Anais: Revista Práxis: saberes da extensão, v. 5, n. 8, p. 89-100, ISSN 2525-5355, 2017.

SANTOS, J. A. *Instrumentação eletrônica com o Arduino aplicada ao ensino de física*, Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

THOMSEN, A. *O que é Arduino?* Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 15/08/2017, 2015.