

## Uma nova proposta para experimentos de calorimetria utilizando microescala, placa Arduino e plataforma ThingSpeak.

Ricardo Cenamo Cachichi<sup>\*1</sup>, Marcio Yuji Matsumoto<sup>1</sup>, Marcio Vinícius Corrallo<sup>1</sup>, José de Alencar Simoni<sup>2</sup>

1. Professores e pesquisadores do Depto. de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP\* [rcachichi@ifsp.edu.br](mailto:rcachichi@ifsp.edu.br)

2. Pesquisador do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Palavras Chave: *Transmissão de dados, Arduino, Calorimetria*

### Introdução

A experimentação química em microescala pode ser um importante recurso didático para a integração da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), pois é baseada na prevenção da poluição produzida usando vidrarias em miniatura e em quantidades reduzidas de reagentes. Por outro lado, observa-se, nos últimos anos, um aumento significativo de propostas de experiências didáticas em ciências assistidas por microcomputadores, sendo estes responsáveis pelo controle, aquisição e análise de dados.<sup>1</sup> Outra necessidade recente que tem sido muito pesquisada é a implementação da parte experimental no ensino a distância. Para tal fim, é adequada a coleta de dados por placas de aquisição e sua conseqüente integração com as plataformas de ensino-aprendizagem, tais como o MOODLE, que possibilita a transmissão de dados e vídeos em tempo real. Este trabalho, então, propõe utilizar o Arduino, uma placa com microcontrolador Atmel e um ambiente integrado de desenvolvimento, como interface para coletar os resultados experimentais quantitativos e transmiti-los para diversas estações de trabalho através da plataforma ThingSpeak que, posteriormente, poderá ser integrado ao MOODLE, apresentando-os na forma de planilhas e gráficos, valorizando as múltiplas formas de linguagem nas ciências. O experimento clássico de físico-química adaptado para nosso propósito foi a determinação da entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio.

### Resultados e Discussão

Foi realizada a programação da placa Arduino com o módulo WiFi ESP8622 acoplado, e foram coletados dados de temperatura com o sensor DS18B20 à prova d'água, os quais foram transmitidos para a plataforma web <https://thingspeak.com/> e para o aplicativo iCharts num dispositivo Android 4.4.

O calorímetro constituiu-se de uma garrafa térmica de 250 mL com uma tampa de borracha perfurada. Em seu interior, foi colocada uma barra de agitação magnética de 1,0 cm de comprimento. Para determinar sua capacidade calorífica, foram misturados 50 g de água fria (a 25 °C) e 50 g de água quente (a 65 °C). Foram medidas, em triplicata, as temperaturas da fase fria e da fase quente através do sensor digital DS18B20 e do termômetro digital Instrutherm THR080, para comparação. As variações de temperatura foram determinadas graficamente, corrigindo a perda constante de calor durante o processo. A capacidade calorífica do calorímetro foi calculada utilizando a seguinte equação:  $m(\text{água fria}) \times c(\text{água}) \times \Delta T(\text{fase fria}) + C(\text{calorímetro}) \times \Delta T(\text{fase fria}) = m(\text{água quente}) \times c(\text{água}) \times \Delta T(\text{fase quente})$ .

Comparando-se os resultados obtidos com o termômetro digital (34,5 J/°C) e com o sensor microcontrolado (34,8 J/°C), pode-se considerar que os resultados estão próximos e satisfatórios, ponderando-se a precisão do sensor de temperatura na faixa utilizada (+/- 0,5 °C). Um

dos limitadores a serem avaliados é que o sistema depende de uma boa conexão 3G com a internet, pois utiliza-se do dispositivo Android como roteador. Alguns experimentos foram repetidos por essa dificuldade de comunicação. Outro problema enfrentado foi a taxa de renovação de dados na plataforma ThingSpeak, que necessita de 15 segundos entre uma leitura e outra, dificultando sua interpretação em tempo real. Por esses limitadores, a análise gráfica para a determinação da variação de temperatura foi essencial para que os resultados fossem satisfatórios.

Já, para determinação da entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio, foram realizadas medidas, em triplicata, da variação de temperatura durante a decomposição de uma solução 2,71% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, utilizando o sensor de temperatura DS18B20 microcontrolado, simultaneamente ao termômetro digital THR080. A decomposição foi catalisada pela adição de Iodeto de Potássio sólido. Com a variação da temperatura, foi calculada a entalpia de decomposição através da equação:  $m(\text{peróxido}) \times c(\text{água}) \times \Delta T + C(\text{calorímetro}) \times \Delta T = Q(\text{liberado})$ . O cálculo de Q(liberado) a partir dos dados obtidos com o sensor DS18B20 foi, em média, 87,1 kJ/mol(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), enquanto que o cálculo feito com os valores medidos no termômetro THR080 resultou em 90,5 kJ/mol(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Considerando-se o valor da literatura para entalpia de decomposição de -94,5 kJ/mol(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), podemos conceituar que os resultados estão de acordo com o esperado, julgando que o calorímetro não corresponde ao ideal. A perda de calor durante todo o processo, apesar de serem realizadas as correções gráficas, explicam a diferença entre o valor esperado e o obtido.

### Conclusões

A proposta de transmitir os dados obtidos via internet através do ambiente ThingSpeak foram satisfatórios, mesmo considerando-se as dificuldades de transmissão dos dados, por falhas de comunicação com a rede 3G e as limitações do sistema. Mesmo assim, o erro foi de cerca de 8% em relação aos valores da literatura, bastante razoável se considerarmos as condições do experimento. Como esperado, os resultados utilizando um termômetro digital de alta precisão foram mais próximos aos valores catalogados.

### Agradecimentos

À CAPES, pelo Projeto PRODOCENCIA /2013.

<sup>1</sup>CACHICHI, R. C. ; UNTEM, M. S. G. ; MATSUMOTO, M. Y. ; SIMONI, J. A. Revista de Química Industrial, v. 747, p. 72-76, 2015.