

## Arduino: Utilização do Microprocessador de Baixo Custo no Ensino de Química - Eletroquímica.

Paulo Henrique Março (PQ)\*, Mario Henrique Montazzolli Killner (PG), Sérgio Montazzolli Silva (PG), Leandro Wang Hantao (PG). [paulohmarco@gmail.com](mailto:paulohmarco@gmail.com)

Departamento de Química Analítica - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária, Campinas/SP.

Palavras Chave: Instrumentação, Eletroquímica, Ensino, Arduino.

### Introdução

Hoje em dia, o uso de microcomputadores para controle, aquisição e processamento de dados é muito comum. Conseqüentemente isto permite um maior fluxo de informações, tornando os resultados mais rápidos e confiáveis. O interfaceamento é feito utilizando plataformas comerciais, e / ou dispositivos adaptados, tal como uma porta de impressora. Apesar de suas funcionalidades, estes dispositivos apresentam custo elevado para aplicação em laboratórios de graduação.

Neste trabalho foi desenvolvida uma interface de controle e coleta de dados utilizando um microprocessador de baixo custo (aproximadamente R\$ 80) – *Arduino Duemilanove* de 10 Bit. Esta interface foi aplicada no experimento de titulação coulométrica de ácido ascórbico com espécies de iodo. A rotina do Arduino foi programada em linguagem Java (tendo a funcionalidade de uma *Library*), para comunicação USB com um microcomputador através de um programa computacional escrito em *Visual Basic 6.0*. Para a célula eletroquímica foram montados dois dispositivos eletrônicos que utilizam amplificadores operacionais. Uma fonte de corrente constante apropriada para seu uso em coulometria e um conversor corrente-voltagem.

Esta interface foi utilizada para registrar os dados, para permitir a quantificação por integração de área. O software utilizado para integração foi *Origin 6.0*.

### Resultados e Discussão

Para a geração de corrente constante na célula eletroquímica foi utilizada um fonte de corrente constante capaz de fornecer aproximadamente 2,5 mA, acionada pelo programa computacional via uma porta PWM do *Arduino*. Adicionalmente, foi montado um conversor corrente-voltagem para que a leitura pudesse se realizada pela plataforma *Arduino* na forma de ddp, através de uma das cinco portas presentes na plataforma para aquisição de sinal analógico. Nestes dois dispositivos foram utilizados três amplificadores operacionais LF356N.

A amostragem da corrente realizada pela plataforma *Arduino*, a uma frequência de 10 Hz, é

graficada na tela do microcomputador, em função do tempo de titulação, pelo programa computacional desenvolvido e pode ser salva em disco no formato .DAT para posterior integração, para que o usuário encontra a carga gerada na superfície do eletrodo. O programa computacional, além de permitir que o usuário acompanhe o processo de titulação possibilita a interrupção da titulação para que seja verificado com maior precisão o final da titulação.

Para ilustrar a utilização do *Arduino* no ensino de química, foi escolhido um experimento de Coulometria, mais especificamente a coulometria de corrente constante. Neste experimento temos a oxidação do ácido ascórbico por espécies de iodo gerado em um eletrodo de Pt pela oxidação do I<sup>-</sup>, onde o ponto final da titulação pode ser visualizado pela mudança de cor da solução devido à presença do indicador amido (solução de amido a 1%) com excesso de I<sub>2</sub>.

A instrumentação desenvolvida foi avaliada na titulação de uma solução padrão de ácido ascórbico 0,5 g/L. onde o valor de erro relativo médio encontrado para uma série de triplicatas foi de 3,7%.

### Conclusões

A presente proposta de uso da plataforma *Arduino Duemilanove* permite o interfaceamento de um experimento comumente realizado em laboratórios de graduação no ensino de química, com um microcomputador. Isto pode ser feito de forma simples e com baixo custo quando comparado com dispositivos de aquisição de dados comerciais. Além disso, o uso de um microprocessador programável de baixo custo permite também aos alunos de graduação desenvolverem novas rotinas de experimentos e novos interfaceamentos de instrumentos utilizados no laboratório. O que viabiliza um melhor entendimento da parte instrumental dos experimentos realizados.

### Agradecimentos

