https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2020

Um dispositivo quantitativo baseado em sensores eletrocatalíticos

A quantitative device based on electrocatalytic sensors

Lucas Tadeu Marculino
ltadeu6@protonmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Pedro Yahico Ramos Suzaki
pedrosuzaki@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Dionatan Augusto Guimarães Cieslak
dcieslak@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

RESUMO

O presente trabalho busca entender, aperfeiçoar e adaptar técnicas já conhecidas para a obtenção de dados quantitativos a partir de sensores eletrocatalíticos para o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo, portátil e de resposta rápida capaz de determinar a concentração de substâncias gasosas. Este equipamento pode ser usado em diversas aplicações como: proporcionar uma maior segurança em minas, uma rápida quantificação da produção de um biorreator, monitorar concentrações gasosas atmosféricas ou outras quantificações que necessitam de sensores caros ou de equipamentos como cromatógrafos gasosos. Por meio da utilização de um sensor catalítico e um microcontrolador Arduino Uno, foi possível desenvolver um dispositivo que responde a variações gasosas rapidamente com um custo de cerca de duzentos reais. Desenvolvimentos futuros podem torná-lo capaz de analisar amostras gasosas laboratoriais e também permitir o acoplamento a um reator para realizar a amostragem e análise de forma simples no decorrer de todo o experimento.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino. Hidrocarbonetos. Gás.

ABSTRACT

The present work seeks to understand, improve and adapt already known techniques for obtaining quantitative data from electrocatalytic sensors for the development of a low-cost, portable and fast response device capable of determining the concentration of gas samples. This equipment can be used in several applications such as: providing greater safety in mines, a rapid quantification of the production of a bioreactor, monitoring atmospheric gas concentrations or other quantification analysis that require expensive sensors or equipment such as gas chromatographs. Through the use of a relatively low-cost catalytic sensor and an Arduino Uno microcontroller, it was possible to develop a device that responds to gas variations quickly for about two hundred reais. Future developments may make it able to analyze laboratory gas samples and also allow coupling to a reactor to perform sampling and analysis in a simple way throughout the entire experiment.

KEYWORDS: Arduino. Hydrocarbons. Gas.

Recebido: 19 ago. 2020.
Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

INTRODUÇÃO

Diversas reações químicas de interesse científico e industrial liberam gases. Conhecer a concentração destes gases liberados pode ser necessário, entretanto, sua quantificação é difícil se comparada a análises de soluções.

Um dos métodos comumente utilizados é a cromatografia gasosa (CREMONEZ, 2020). Tal técnica apresenta resultados precisos, mas frequentemente as amostras precisam ser enviadas a laboratórios externos, além disso, o equipamento necessário é de alto custo.

Assim, este estudo busca uma forma mais barata e rápida de quantificar as concentrações de alguns destes gases. A escolha inicialmente foi dos principais gases gerados, CH_4 (50-86%) e CO_2 (25-35%) (TATLIDIL; BAYRAMOGLU; AKTURK, 2012).

Os sensores catalíticos utilizados possuem ainda diversos fatores que podem interferir na sua resposta, tais como: umidade, pressão e temperatura do ambiente e a presença de contaminantes que resultam em variações indesejáveis. (SOMOV et al., 2015) Assim, tais variáveis devem ser medidas e controladas para garantia de uma leitura precisa e exata.

Sensores de óxidos metálicos são conhecidos por possuírem uma rápida variação em suas respostas a variações de concentrações gasosas, cerca de 15 segundos, e uma grande durabilidade, 5% de redução na sensibilidade após 500 horas de teste (SEKHAR et al., 2016). Isto demonstra um grande potencial para o uso em testes analíticos destes sensores com o auxílio de calibração regular.

O sensor MQ-4 é altamente sensível a CH_4 e gás natural com pequena sensibilidade a álcool e fumaça além de outros compostos orgânicos (HANWEI ELECTRONICS GROUP CORPORATION, 2019b). Já o sensor MQ-135 é sensível a NH_3, NO_X, álcool, benzeno, CO_2 e também a outros compostos orgânicos. (HANWEI ELECTRONICS GROUP CORPORATION, 2019a). Ambos os sensores possuem semicondutores de óxido metálico nos quais a resistividade varia com a concentração do analito presente na atmosfera após ser adsorvido na superfície.

Geralmente, estes sensores são usados como uma medida qualitativa de avaliar se a concentração presente destes gases é ou não perigosa para humanos. Entretanto, Yang et al (2019) não apenas demonstraram que os sensores são viáveis quantitativamente como também desenvolveram um dispositivo no qual este estudo se baseia

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais que foram utilizados para a construção do dispositivo, assim como seus respectivos preços estão disponíveis na Tabela 1.

O dispositivo foi construído de modo a coletar os dados dos sensores e os registrar para posterior análise conforme Figura 1, os botões e o LCD foram utilizados para permitir a leitura e escolha de funções simples mesmo sem a necessidade de um computador ligado ao dispositivo. Os dados foram coletados pela porta serial do Arduino e registrados.

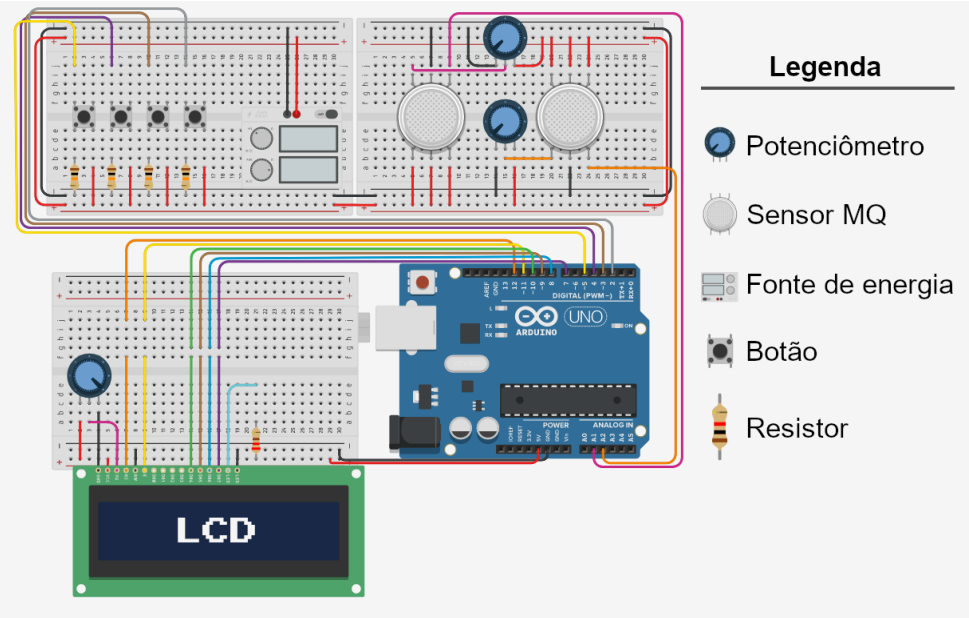
Tabela 1 – Materiais utilizados e custo

Material	Custo(R$)
Arduino Uno	59,90
Jumpers	25,90
Monitor LCD	21,90
Placa de ensaio	29,90
Resistores	2,90
Potenciômetros	9,70
MQ-4	20,90
MQ-135	23,41
Botões	4,90
Total	199,21

Fonte: Autoria própria (2020).

Como uma análise preliminar, isobutano foi utilizado por ser um hidrocarboneto de fácil obtenção e frequentemente utilizado em isqueiros. A fonte utilizada não possuí concentração conhecida. Foram coletados os dados dos sensores ligados por cerca de 70 segundos. Durante este tempo, a fonte de isobutano foi aproximada dos sensores e afastada por duas vezes.

Figura 1 – Esquema do circuito montado com sensores, LCD e botões



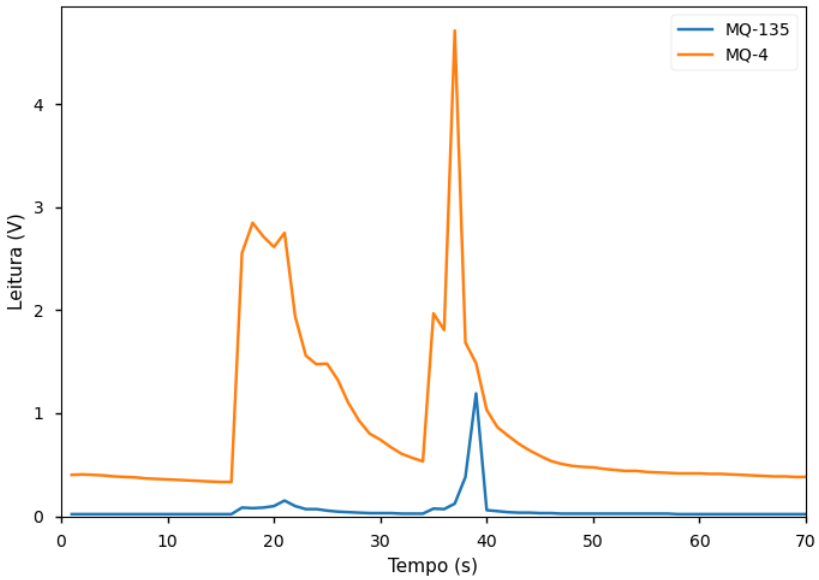
Fonte: Autoria própria (2019).

A variação de resistência de ambos os sensores foi então registrada para posterior análise. O objetivo deste procedimento é determinar se há resposta dos sensores e quão veloz é essa resposta em relação a variação de concentração de um hidrocarboneto não especificado pelo fabricante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a presença do isobutano, ambos os sensores responderam rapidamente alterando sua resistência, conforme a Figura 2, a diferença entre a magnitude dos picos pode ser devido a uma diferença na configuração do potenciômetro de carga integrado aos sensores.

Figura 1 – Resposta de ambos os sensores a presença (picos) e ausência de gás isobutano.



.

Fonte: Autoria própria (2019).

A existência de uma molécula que provoque a resposta de ambos os sensores pode significar que algumas aplicações precisam ser cuidadosamente avaliadas, se a presença de metano provocar resposta similar no sensor MQ-135, será difícil estimar a concentração de metano e de CO_2 em uma amostra contendo ambos. Portanto, estudos mais aprofundados devem ser realizados.

A resposta aos sensores a moléculas que não estão especificadas pelo fabricante demonstrou um cuidado adicional que deve ser considerado ao montar o dispositivo de Yang et al (2019) para biogás. Como não se sabe se haverá algum hidrocarboneto ou contaminante presente na amostra de biogás, extensos estudos devem ser realizados com diferentes tipos de possíveis contaminantes.

Nota-se ainda que a resposta dos sensores foi rápida, os picos começaram a surgir assim que o sensor foi exposto ao gás, e em menos que 30 segundos após a retirada do gás a resposta se estabilizou. Esta característica indica um grande potencial de reutilização do sensor. Futuros estudos devem quantificar sua vida útil.

O custo dos componentes necessários para a construção do dispositivo especificados na Tabela 1 são de um custo baixo em comparação com outros métodos, o custo de manutenção ainda precisa ser determinado, mas uma vez que o dispositivo esteja funcional, a troca de ambos os sensores custaria menos que

R$50,00. Comparando com outros métodos de baixo custo, um kit de análise de biogás da Alfakit custa R$500,00 para 200 análises, este método permite a análise também de gás sulfídrico e amônia, mas necessita de mais tempo investido em análises e não pode ser automatizado facilmente.

Um cromatógrafo gasoso tem a vantagem de que pode ser utilizado a uma imensa variedade e misturas de gases, entretanto, poucos laboratórios podem arcar com o custo inicial de cerca de R$ 250.000,00 e R$ 150,00 por análise, além claro do custo dos gases de em média R$ 900,00 por cilindro.

Amostras de concentrações conhecidas serão necessárias para a calibração do dispositivo, estas amostras podem ser analisadas em um cromatógrafo externo e as concentrações posteriormente utilizadas na calibração. Após uma calibração inicial, espera-se que uma grande quantidade de analises possam ser feitas com o dispositivo.

O dispositivo deve aumentar sua complexidade futuramente com a implantação de uma câmara de dissolução que permitirá que o dispositivo dilua e análise gases em alta concentração, já que sua faixa de operação é pequena. Com tal câmara, o dispositivo pode ser acoplado em um reator e realizar uma leitura periódica. Este aumento de complexidade deve representar pouco aumento de custo, já que os principais gastos neste tipo de dispositivo são provenientes dos sensores.

CONCLUSÕES

Considerando o valor dos equipamentos como cromatógrafos gasosos e sensores prontos para uso industriais, o dispositivo desenvolvido demonstrou-se extremamente promissor. No entanto, futuro desenvolvimento é necessário. Novas análises devem ser realizadas para garantir a confiabilidade e a precisão do mesmo, assim como para definir se os diferentes tipos de sensores respondem a moléculas indesejáveis e a variações de temperatura e umidade, investigar se estas respostas e variações podem ser previstas e modeladas. É preciso realizar experimentos para garantir a viabilidade do dispositivo em cada uma das aplicações propostas. Os resultados preliminares demonstram um excelente potencial de respostas rápidas com custo baixo. O Arduíno é conhecido pela sua fácil integração com outros módulos e os dados poderiam facilmente ser enviados pela internet. O microcontrolador pode ainda ser facilmente substituído por um computador mais potente como o Raspberry Pi.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária FA - Paraná/Brasil.

REFERÊNCIAS

CREMONEZ, P. A. et al. Effect of substrate concentrations on methane and hydrogen biogas production by anaerobic digestion of a cassava starch-based polymer. **Industrial Crops and Products**, v. 151, n. April, p. 112471, set. 2020.

HANWEI ELECTRONICS GROUP CORPORATION. **MQ-135 Datasheet**. Disponível em: https://img.filipeflop.com/files/download/Sensor_de_gas_MQ-135.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

HANWEI ELECTRONICS GROUP CORPORATION. **MQ-4 Datasheet**. Disponível em: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

SEKHAR, P. K. et al. Development and testing of an electrochemical methane sensor. **Sensors and Actuators B**: Chemical, v. 228, p. 162–167, 2016.

SOMOV, A. et al. Improving interoperability of catalytic sensors. **Sensors and Actuators B**: Chemical, v. 221, p. 1156–1161, 2015.

TATLIDIL, F. F.; BAYRAMOGLU, Z.; AKTURK, D. Biogas production potential in agriculture. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 13, n. 1, p. 247–252, 2012.

YANG, S. et al. Low-cost, Arduino-based, portable device for measurement of methane composition in biogas. **Renewable Energy**, v. 138, p. 224–229, 2019.