

## Implantação de sensor no monitoramento de grandezas elétricas em sistemas de tratamentos de efluentes líquidos utilizando linguagem C

### Sensor implantation in the monitoring of electrical quantities in liquid effluents treatment systems using C language

#### RESUMO

Neste trabalho foi implantada solução de automação de baixo custo para coleta de dados de tensão, corrente e potência elétrica ao longo do tempo, provenientes da geração de energia elétrica de uma fonte de alimentação em um sistema de *wetland* construído para tratamento de efluentes líquidos. No sistema de monitoramento foi utilizada uma plataforma eletrônica de código aberta baseada em *hardware* e *software* simples e também módulo eletrônico capaz de detectar tensões por meio de suas conexões, informando ao sistema microcontrolador ao qual foi conectado. Os resultados elétricos obtidos assemelham-se ao monitoramento feito a partir do uso de instrumentação manual. Conclui-se que é possível instrumentar sistemas de tratamentos de efluentes líquidos para aquisição e monitoramento remoto de grandezas elétricas, minimizando possíveis falhas humanas no processo e garantindo velocidade na aquisição de maior quantidade de dados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Wetlands. Microcontrolador. Automação.

#### ABSTRACT

In this study a low-cost automation solution for collecting voltage, current and electric power data over time was implanted, from electricity generation of a power supply in a constructed wetland to the treatment of liquid effluents. An open source electronic platform was used in the monitoring system based of simple hardware and software, and also electronic modules capable of detecting voltages and electrical currents though their connections, informing to the microcontroller system to which it was connected. The electrical results obtained are similar to the monitoring done using manual instrumentation. It is concluded that it is possible to instrumentalize liquid effluents treatment systems for acquisition and remote monitoring of electrical quantities, minimizing possible human failures in the process and ensuring speed in acquiring in bigger amounts of data.

**KEYWORDS:** Wetlands. Microcontroller. Automation.

Laryssa Rodrigues Santos  
[laryssasantos@alunos.utfpr.edu.br](mailto:laryssasantos@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Prof. Dr. André Nagalli  
[nagalli@utfpr.edu.br](mailto:nagalli@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Prof. Dr. Fernando Hermes Passig  
[fhpassig@utfpr.edu.br](mailto:fhpassig@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Profa. Dra. Karina Querne de Carvalho  
[kaquerne@utfpr.edu.br](mailto:kaquerne@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Francine Leal Zanetti  
[flealzanetti@gmail.com](mailto:flealzanetti@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

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



## INTRODUÇÃO

Os sensores são os componentes mais utilizados em automação industrial e doméstica. Eles são dispositivos que têm a função de detectar e responder com eficiência a algum estímulo.

O microcontrolador é um circuito integrado bastante versátil e muito utilizado em aplicações de sistemas digitais. Sua vantagem é a possibilidade de programação, o que o torna adaptável a finalidade desejada, possibilitando ajustes de acordo com a tarefa que deverá executar.

Os sistemas *wetlands* construídos são uma tecnologia de tratamento de águas e efluentes por mecanismos puramente naturais, que apresentam elevada eficiência, simplicidade construtiva e operacional, beleza estética e paisagística. A geração de energia a partir desse sistema ainda é pouco explorada no Brasil. A eficiência aliada a qualidade ambiental, fazem dessa técnica uma solução robusta, segura e atrativa.

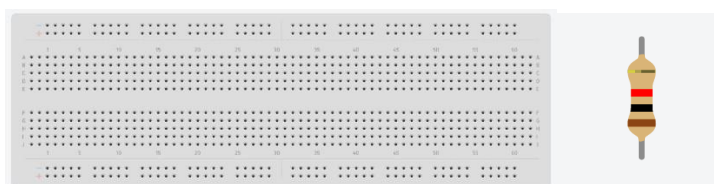
O uso de microcontroladores e sensores no monitoramento possui vantagens quando comparado com sistemas manuais, referentes à facilidade de instalação, operação, manutenção, diminuição do tempo gasto e baixo risco de falhas. Alguns pesquisadores estudaram a viabilidade de utilização de sensores no controle e aquisição de informações de determinados sistemas (SANTOS; OLIVEIRA, 2014), (LAGOS; CAMUS, 2016).

Neste contexto, no presente trabalho foi implementada uma solução para aquisição de tensão, corrente e potência elétrica ao longo do tempo a partir do desenvolvimento de um sistema eletrônico, visando monitorar a geração de energia de um sistema de *wetlands* construídos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo para a automatização do sistema foi a montagem de um circuito elétrico de tipo resistivo. Para tal, foi utilizada uma placa de protótipo (*proto-board*) de 830 furos (Figura 1), que consiste numa matriz de contato metálico onde os furos são interligados, permitindo assim inserir diversos componentes eletrônicos sem fazer uso de solda. O componente elétrico usado foi um resistor fixo de  $\frac{1}{4}$  de W que possui resistência de 1000 Ohms e tolerância de  $\pm 5\%$  (Figura 1).

Figura 1 – Desenhos representativos do proto-board e resistor.

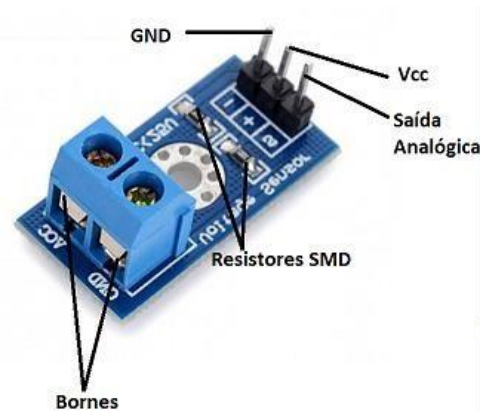


Fonte: Tinkercad (2019)

Para a aquisição de dados de tensão elétrica foi usado um módulo sensor de tensão contínua (Figura 2), que é um componente eletrônico que utiliza

plataformas de prototipagem eletrônica para realizar medições. Ele possui dois resistores SMD (*Surface Mounting Device*) de 30.000 e 7.500 Ohms, três pinos de conexões: GND (polo negativo), Vcc (alimentação do sensor) e saída analógica, e é compatível com o arduíno. A tensão de entrada deve estar na faixa de 0V a 25V, com tolerância de 1%.

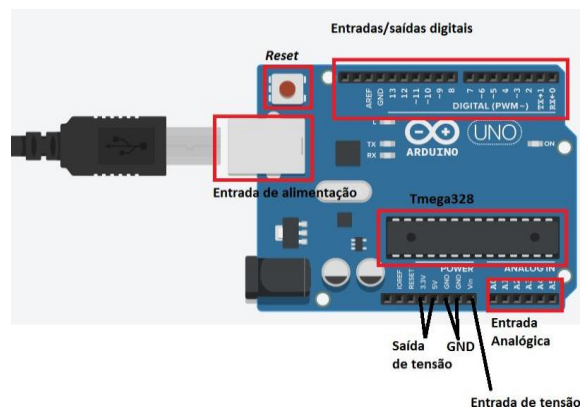
Figura 2 – Desenho representativo do sensor de tensão.



Fonte: Autoria própria (2019)

A parte autônoma do sistema foi feita com a placa Arduino Uno R3 (Figura 3), que é baseada no microcontrolador Tmega 328. Este tem quatorze pinos de entradas/saídas digitais, seis entradas analógicas, entrada de alimentação e botão de *reset*. A alimentação é feita por um cabo *USB* conectado ao computador.

Figura 3 – Desenho representativo do Arduino Uno R3.



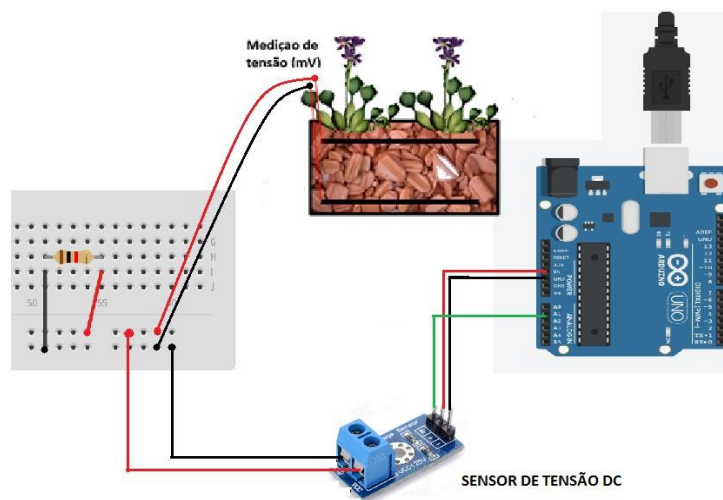
Fonte: Tinkercad (2019)

A parte lógica do sistema foi programada em linguagem C e utilizou-se o ambiente de desenvolvimento integrado do arduíno executado em um computador.

Para os métodos realizados, o sistema de medição (Figura 4) foi montado inserindo-se o resistor no *protoboard*, conectando o sensor de tensão ao arduíno

e alimentando o circuito com a diferença de potencial oferecida pelo *wetland* construído.

Figura 4 – Desenho esquemático do sistema de medição.

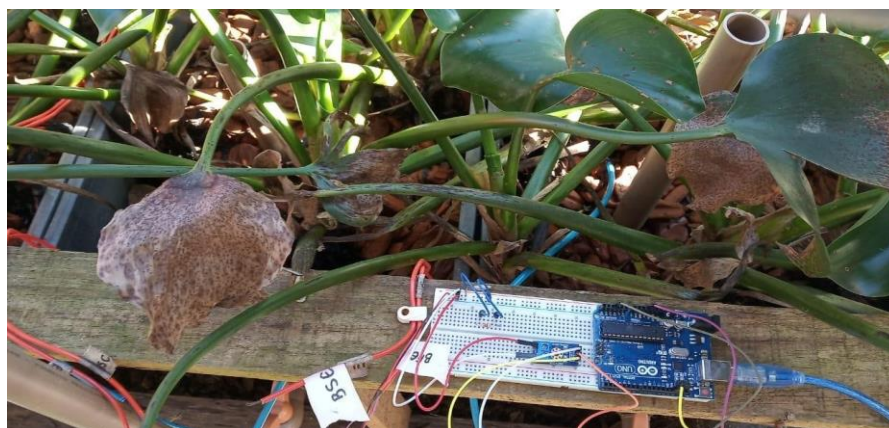


Fonte: Autoria própria (2019)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto final desenvolvido para aplicação do sistema de monitoramento eletrônico no *wetland* construído é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Sistema eletrônico montado no *wetland*.



Fonte: Autoria própria (2019)

Para o teste de funcionalidade do sistema realizou-se vinte medições: dez manuseando um multímetro digital e as outras dez utilizou-se o sistema eletrônico. Elas foram realizadas em um intervalo de tempo de sessenta minutos e processadas no mesmo instante.

Os resultados da média aritmética, desvio padrão, valores máximos e mínimos de tensão, corrente e potência elétrica no *wetland* obtidos a partir do

monitoramento do sistema automatizado (Tabela 1) e manual (Tabela 2) são apresentados a seguir:

Tabela 1 – Caracterização elétrica das medidas no sistema automatizado.

Medidas elétricas	Méd.	DP	Mín	Máx.
Tensão (V)	0,51	0,10	0,34	0,61
Corrente (mA)	0,51	0,10	0,34	0,61
Potência (mW)	0,27	0,09	0,12	0,37

Legenda: Méd: Valor da média aritmética; DP: Desvio padrão; Máx: Valor máximo; Mín: Valor mínimo; Máx: Valor máximo; N: Número de amostras (10);

Fonte: Dados obtidos pelo próprio autor (2019)

Tabela 2 – Caracterização elétrica das medidas manuais.

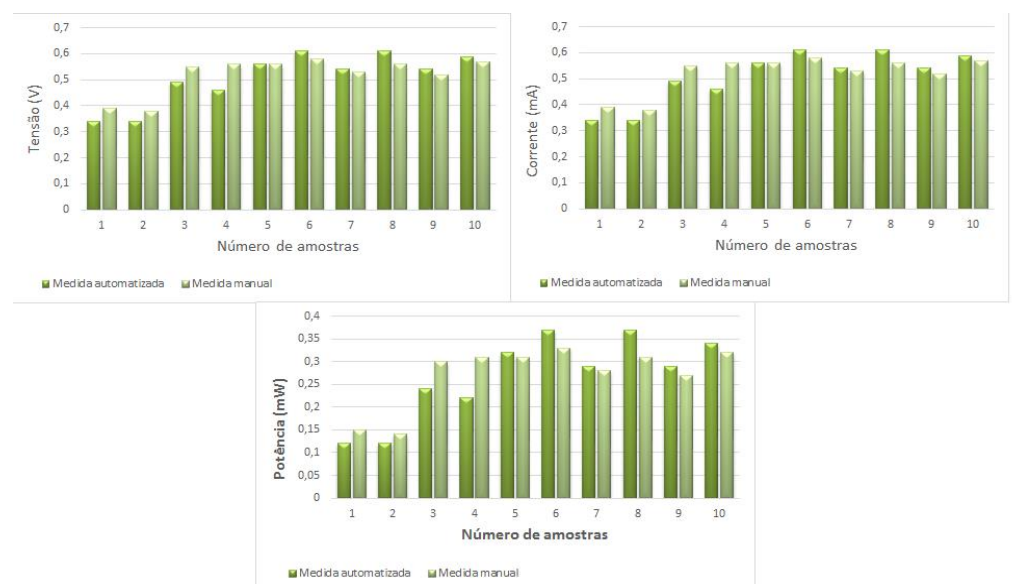
Medidas elétricas	Méd.	DP	Mín	Máx.
Tensão (V)	0,52	0,07	0,38	0,57
Corrente (mA)	0,52	0,07	0,38	0,57
Potência (mW)	0,27	0,05	0,15	0,33

Legenda: Méd: Valor da média aritmética; DP: Desvio padrão; Máx: Valor máximo; Mín: Valor mínimo; Máx: Valor máximo; N: Número de amostras (10);

Fonte: Dados obtidos pelo próprio autor (2019)

Para a comprovação da eficácia do sistema automatizado os valores obtidos nas medições automáticas e manuais foram comparados em gráficos (Figura 6). Para tal, destinou-se o eixo das ordenadas para as unidades elétricas e o eixo das abscissas para a quantidade de amostras.

Figura 6 – Comparação das medidas automáticas e manuais.



Fonte: Dados obtidos pelo próprio autor (2019)

## CONCLUSÕES

Com base na análise funcional do sistema de automação constatou-se que o objetivo do projeto foi alcançado. A praticidade e precisão das medidas proporcionou a redução de possíveis falhas humanas. Com a implantação do sistema para aquisição de dados, as medidas elétricas do *wetland* construído tornaram-se mais fáceis e rápidas de serem coletadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsa de iniciação científica ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, Edital de Chamamento 02/2014) pelo aporte financeiro e ao LabSan-CT pela infraestrutura para desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

SANTOS, Maraiza Prescila; OLIVEIRA, José Kleber da Costa de. Automação de baixo custo para reservatórios de água. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB., [S.l], n.25, p. 58-64, dez.2014.

AutoDesk. TINKERCAD, 2019. Circuits. Disponível em < <https://www.tinkercad.com/things/9GqQkjMcvLM-magnificent-amberis/editel?tenant=circuits>>. Acesso em 14 de ago. de 2019.

ARDUINO. ARDUINO 1.8.9, 2019. Disponível em < <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>>. Acesso em 14 de ago. de 2019

WETLANDS CONSTRUÍDOS. Disponível em < <https://www.wetlands.com.br/single-post/2018/04/09/Wetlands-para-tratamento-de-esgotos-uma-solu%C3%A7%C3%A3o-para-efluentes-sanit%C3%A1rios>> . Acesso em 23 de ago. de 2019.

LAGOS, Ramón and CAMUS, Juan. Educ. Quim [online]. 2016, vol.27, n.4, pp. 264-268. ISSN. Experimento integrados: utilización de sensores en plantas de la galvanotecnia. 0187-893X. http: // dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.002.