

Desenvolvimento de sistema de aquisição de dados em sistema de wetland construído

Development of data acquisition system in a built wetland system

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um estudo da avaliação de conversão de energia elétrica a partir do tratamento de efluente sintético, simulando esgoto sanitário, no processo convencional de *wetland* construído (WC). O sistema foi construído na escala de microcosmo, com volume útil de 18,5 L e operado em regime contínuo, com TDH de 24 horas e em fluxo vertical ascendente com escoamento subsuperficial. Para isto foi implementado um sistema de automação de baixo custo para coleta de dados de tensão, corrente e potência elétrica ao longo do tempo. Para o monitoramento foi criado um sistema de medição utilizando um microcontrolador dotado de linguagem de programação padrão e módulos eletrônicos capazes de detectar grandezas elétricas, formando assim, um processo automático de respostas numéricas. Os resultados elétricos obtidos assemelham-se ao controle feito a partir do uso de um instrumento de medição manual. Concluiu-se que a exploração de novas fontes de energias sustentáveis é de extrema importância pois são geradas sem grandes impactos ao meio ambiente e menor custo. O sistema de medição criado para monitorar as variáveis elétricas do sistema de *wetland* construídos possui um nível elevado de confiabilidade e praticidade, evitando assim possíveis falhas humanas e garantindo velocidade na aquisição de dados.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetland* construído. Energia elétrica. Microcontrolador.

ABSTRACT

In this study, the conversion of electric energy from the treatment of synthetic effluent, simulating sanitary sewage, was evaluated in the conventional process of constructed wetland (WC). The vertical subsurface flow system was built on the microcosm scale, with a useful volume of 18.5 L and operated in a continuous regime, with 24-hour HRT. A low-cost automation system was implemented to collect data of voltage, current and electrical power over time. For monitoring, a measurement system was created using a microcontroller with a standard programming language and electronic modules capable of detecting electrical quantities, thus forming an automatic process of numerical responses. The electrical results obtained are similar to the control made from the use of a manual measurement instrument. It was concluded that the exploration of new sources of sustainable energy is extremely important because they are generated without major impacts on the environment and lower cost. The measurement system created to monitor the electrical variables of the constructed wetland system has a high level of reliability and practicality, thus avoiding possible human failures and ensuring speed in data acquisition.

KEYWORDS: Wetland built. Electricity. Microcontroller.

Laryssa Rodrigues Santos
laryssasantos@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

André Nagalli
nagalli@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Fernando Hermes Passig
fhpassig@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Karina Querne de Carvalho
kaquerne@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Francine Leal Zanetti
flealfrancine@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

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

A energia elétrica tornou-se algo indispensável e insubstituível para realização das atividades do cotidiano, e a cada ano, a demanda por eletricidade aumenta no mundo, impulsionada tanto pelo crescimento populacional quanto pela crescente dependência desse recurso. Esta expansão acentuada do consumo de energia, embora possa refletir o crescimento econômico e a melhoria na qualidade de vida, tem alguns aspectos negativos. Um deles é a possibilidade de esgotamento dos recursos utilizados e degradação do ambiente. No entanto, o investimento em energias renováveis é uma solução em potencial para conter a expansão da degradação ambiental, pois possui a capacidade de atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer o ambiente.

Os sistemas de *wetlands* construídos podem ser definidos como um projeto de engenharia desenvolvido para tratar águas residuárias, principalmente os esgotos sanitários, simulando condições naturais do ambiente, por meio da utilização de plantas aquáticas e microrganismos para minimizar a poluição da água. As principais vantagens destes sistemas são os baixos custos de implantação, operação e manutenção se comparados a outras unidades de tratamento presentes em estações de tratamento de esgotos sanitários (WETLANDS PELO BRASIL, 2020). Além disto, estes sistemas apresentam potencial de reuso e reciclagem da água, reciclagem de nutrientes e potencial de conversão de energia elétrica, quando utilizados em parceria com uma célula combustível microbiana (CCM).

A conversão de energia elétrica a partir do tratamento de efluentes no processo convencional de *wetlands* construídos vem sendo explorada. Alguns países como a Holanda, fazem uso dessa técnica para iluminar estradas e parques. O desenvolvimento de novas fontes de energia sustentável ligado ao fácil acesso de tecnologias de automação de processos pode promover o estudo e aprimoramento da eficiência energética tanto para fins domésticos quanto para fins comerciais.

A automação de processos refere-se à utilização da tecnologia, sistemas e processamento de dados em benefício de controle e processos operacionais do cotidiano, utilizando a automação para substituir atividades manuais. As principais vantagens são diminuição do tempo, gasto para realização das mais diversas atividades, diminuição da probabilidade de erros humanos, mais segurança e repetibilidade de dados gerados (VILELA; VIDAL 2003).

Dessa forma, neste trabalho foi determinada a eficiência do sistema de medição elaborado para medir tensão, corrente e potência elétrica produzidos por sistema de *wetlands* construídos tratando efluente sintético, simulando esgotos sanitários ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

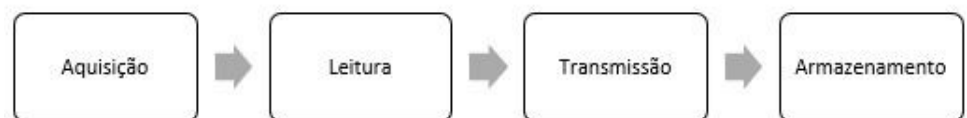
O sistema de *wetland* construído foi montado em escala de microcosmo (0,50m x 0,40m x 0,30m) com área superficial de 0,20 m² e confeccionado em caixa de polipropileno com volume total de 60 L e como meio suporte foram utilizados resíduos de cerâmica vermelha (tijolo). O sistema foi preenchido até a altura de 0,25 m, resultando no volume útil de médio de 18,5 L e porosidade média de

45,5%. A espécie da macrófita aquática escolhida para a cobertura vegetal foi a *Eichhornia Crassipes* por ser nativa e abundante na região. Foi feito o transplante de 4 mudas, resultando em uma densidade de 20 mudas por m².

A aquisição dos dados de tensão elétrica oriundos do sistema de *wetland* construído foi realizada a partir de um módulo sensor de tensão contínua, que é um componente eletrônico de baixo custo que utiliza plataformas de prototipagem eletrônica para realizar medições. Este módulo opera na faixa de 0 a 25 V, e em paralelo com o Arduino. A corrente e potência elétrica foram calculadas a partir da lei de ohm ($U = r \cdot i$) através do Arduino.

O Arduino foi programado em linguagem C e operado para realizar a leitura dos dados enviados pelo sensor de tensão e transmiti-los para o *Data logger shield* (registrador de dados) que foi implementado para preservação das grandezas elétricas ao longo do tempo e em grande quantidade, gerando maior autonomia do sistema. Este é um componente que permite o armazenamento das informações gravando-as em um cartão SD.

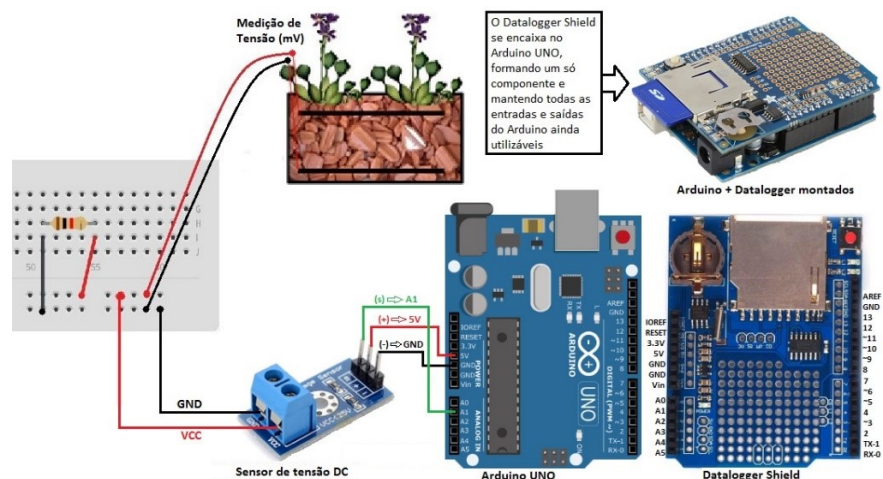
Figura 2 – Fluxo de dados.



Fonte: Autoria própria (2020).

Um desenho esquemático do sistema de medição, controle e estudo das grandezas elétricas provenientes da geração de energia do sistema de *wetland* construído é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Sistema de medição automatizado.



Fonte: Autoria própria (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta de dados de tensão, corrente e potência elétrica provenientes da automatização do sistema de WC, foram determinados a média aritmética, desvio padrão, valores máximos e mínimos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de tensão, corrente e potência elétrica obtidos a partir das medições.

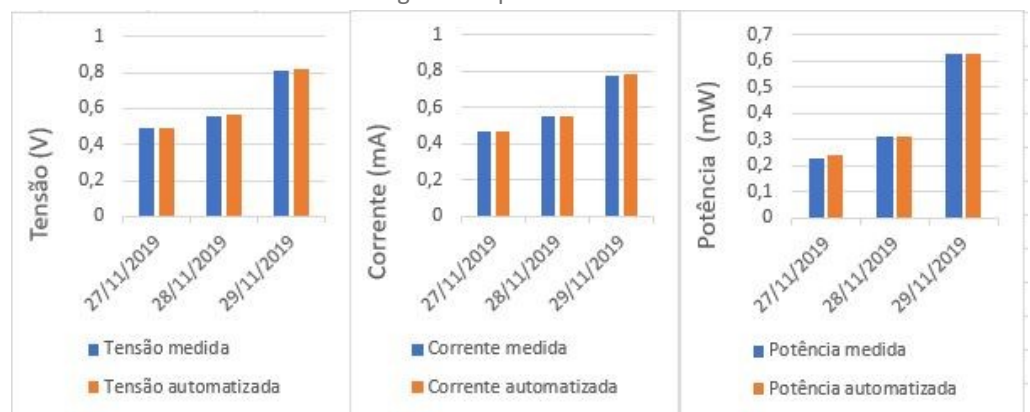
Medidas elétricas	Méd	DP	Mín	Máx
Tensão (V)	0,41	0,21	0,10	0,82
Corrente (mA)	0,40	0,20	0,09	0,78
Potência (mW)	0,20	0,17	0,01	0,63

Legenda: Méd: valor da média aritmética; DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; N: número de amostras (45). Fonte: Autoria própria (2019).

Para a comprovação da eficácia do projeto realizado para a coleta das informações de tensão, corrente e potência do sistema de WC foram comparadas as duas variáveis: medidas realizadas pelo sistema automatizado e feitas manualmente com auxílio de um multímetro da marca Foxlux modelo Fx-MD. Foi analisado total de 90 medidas, sendo 45 automatizadas e 45 manuais, em um período de tempo de 3 dias em intervalos aleatórios.

Com base na análise destas informações foram feitos gráficos comparativos de cada variável para melhor visualização do cenário exposto (Figura 4).

Figura 4 – Representação gráfica dos valores de tensão, corrente e potência obtidos ao longo da etapa de testes.



Fonte: Autoria própria (2020).

O sistema de *wetland* construído tratando efluente sintético com eficiência de remoção da matéria orgânica carbonácea, expressa em termos de DQO, de 90% é capaz de converter energia em densidade de potência de 22 mW².

CONCLUSÕES

Foi possível concluir que os resultados de tensão, corrente e potência são satisfatórios, o que torna uma vantagem frente aos sistemas convencionais de *wetlands* construídos. O estudo contínuo dessa fonte impacta na criação de projetos elétricos domésticos e posteriormente comerciais, com potencial de atendimento de parte da população que não possui poder aquisitivo para aquisição de materiais sofisticados.

O sistema de automação desenvolvido possui nível elevado de confiabilidade. A praticidade e precisão das medidas proporcionou um conjunto de informações em grande escala e reduziu a probabilidade de possíveis erros humanos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsa de iniciação científica ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento (Capes, Código de Financiamento 001) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, Edital de Chamamento 01/2014) pelo aporte financeiro e ao LabSan-CT pela infraestrutura para desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Autodesk. TINKERCAD, 2019. Circuits. Disponível em: <http://www.tinkercad.com/dashboard?type=circuits&collection=designs>. Acesso em: 26 maio 2020.

ARDUINO. ARDUINO 1.8.9 2019. Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/software>. Acesso em: 26 maio 2020.

ZANETTI, Francine. Avaliação da geração de energia em *wetlands* construídos tratando esgotos sanitários. 4^o SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE WETLANDS CONSTRUÍDOS. 2019, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2019.

WETLANDS PELO MUNDO. Disponível em: <http://www.wetlands.com.br/wetlands-pelo-mundo>. Acesso em: 26 de ago 2020.

ZANETTI, Francine. Influência da área superficial dos eletrodos na transformação de energia elétrica a partir do uso de célula combustível microbiana no tratamento de esgotos por *wetlands* construídos. V CONFERÊNCIA PANAMERICANA DE SISTEMAS DE HUMEDALES. 2020, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2020.

VILELA, Paulo; VIDAL, Francisco. **Automação Industrial** – RN. 2003. Artigo - LECA – DCA – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_19.pdf. Acesso em: 02 de jun. 2020.