

## **APLICAÇÃO DE SENSORES EM MODELOS FÍSICOS REDUZIDOS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA HÍDRICA**

**MATHEUS XAVIER GIRÓ<sup>1</sup>; TUANY DA CUNHA VERGARA<sup>2</sup>; LUIS EDUARDO AKIYOSHI SANCHES SUZUKI<sup>3</sup>; LEONARDO CONTREIRA PEREIRA<sup>4</sup>; IDEL CRISTIANA BIGLIARDI MILANI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – mtsxg1@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – tuany-vergara@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – dusuzuki@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – leonardocontreira@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – idelmilani@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO**

O curso de graduação em Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Pelotas criou o “Grupo de Construção de Protótipos em escala reduzida” com o objetivo de integrar alunos de diversos semestres do curso desenvolvendo projetos que visem uma maior aproximação à suas áreas de atuação profissional. Considerando a grande evasão de alunos ingressantes, muitos destes por desconhecimento da atuação do engenheiro hídrico, se fazem necessárias medidas que demonstrem a atuação do egresso no mercado de trabalho, sendo a construção destes modelos físicos reduzidos uma destas medidas que vem sendo adotadas por este grupo. A aplicação de ferramentas que permitam a visualização das diferentes áreas de atuação, incluindo as mais diversas disciplinas curriculares, são importantes para a integração dos conceitos. Segundo REIS (2016) “a oposição entre teoria e prática separa os saberes escolares da vida cotidiana, logo ações integradoras devem ser estimuladas. Alguns modelos físicos reduzidos já vêm sendo desenvolvidos por este grupo, porém necessitando de tecnologias de automatização para que sejam ainda mais representativos da realidade.

Pensando em automatizar os modelos criados pelo grupo, foi proposta a aplicação de sensores aos mesmos. Para a aplicação destes sensores faz-se necessária a utilização de um microcontrolador. Existem diferentes microcontroladores com interfaces distintas como, por exemplo, ARM Cortex-M, Atmel AVR / AVR 32, Parallax Propeller, contudo, dentre eles destaca-se o Arduíno e seus diversos sensores devido ao baixo custo e a facilidade de aplicação.

Neste estudo foi utilizado um microcontrolador Arduíno com sensor YL69, pois o modelo reduzido de uma barragem de terra desenvolvido pelo grupo necessitava de controle de umidade por ter entrado em colapso por conta da baixa umidade, que causou ressecamento, formando rachaduras as quais impediram o funcionamento correto da mesma. A partir disso surgiu a iniciativa de um controle de umidade do solo para não entrar em colapso novamente e assim representar de forma correta o seu funcionamento.

### **2. METODOLOGIA**

O protótipo da barragem de terra na qual está sendo avaliada a aplicação dos sensores de umidade do solo para monitoramento de sua condição, foi construída em escala 1:100, dimensões de 1,20m x 0,50m x 0,50m em vidro temperado de 8mm de espessura (Figura 1).



Figura 1 - Protótipo de barragem de terra construída pelo grupo, com rachaduras devido ao secamento do solo.

A barragem foi representada com a utilização de brita, solo argiloso e areia de diferentes granulometrias. Foi utilizado solo argiloso de cor avermelhada para construção da barragem devido a suas propriedades selantes, porém ela acaba rachando se ficar com baixa umidade, causando fissuras que permitem a intrusão de água prejudicando a representatividade do mesmo e seu adequado funcionamento. Como forma a tentar sanar este problema e evitar o colapso da estrutura do protótipo, foi dado início aos ensaios de umidade do solo com o microcontrolador Arduino utilizando o sensor YL 69 (Figura 2).

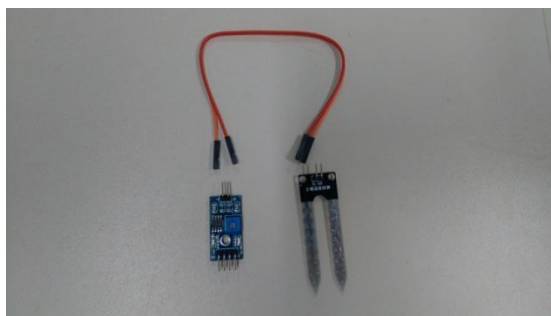


Figura 2 – Sensor YL 69, utilizado junto ao microcontrolador Arduino.

Para tanto, foram realizados ensaios em laboratório com diferentes umidades gravimétricas do solo argiloso com granulometria menor que 2 mm, de seco a próximo de sua saturação, e comparados com as leituras obtidas através do microcontrolador Arduino ligado a um computador, o qual pretende-se aplicar junto ao protótipo.

A umidade gravimétrica do solo foi determinada pesando o solo em sua condição úmida e após secagem em estufa a 105°C.

Buscando-se os três estados de umidade do solo (seco, úmido e molhado), iniciou-se com o solo seco ao ar e, a partir deste ponto ele foi sendo umedecido com um borrifador e sendo avaliada sua umidade gravimétrica e a leitura feita pelo microcontrolador Arduino conectado a um notebook. Juntamente com estas avaliações analíticas, a consistência do solo também foi avaliada de forma visual e tátil através da modelagem de um fio com o solo, observando-se seu comportamento, conforme KIEHL (1979).

A partir da relação entre a umidade gravimétrica do solo com a leitura do Arduino, foi gerada uma regressão linear.

Ressalta-se que os testes não foram feitos diretamente na barragem, pois o protótipo já se encontrava em funcionamento, mesmo encontrando-se em risco de colapso. Estes ensaios preliminares de umidade do solo objetivaram gerar resultados representativos de umidade real do solo com a umidade determinada

com o microcontrolador Arduino como forma a definir uma faixa crítica de umidade onde fosse observado o ponto de início do processo de colapso.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 pode ser visualizada a regressão linear estimada a partir da relação entre a umidade gravimétrica observada do solo e a leitura do sensor obtido através da interface do Arduino, bem como a equação e o coeficiente de determinação gerado.

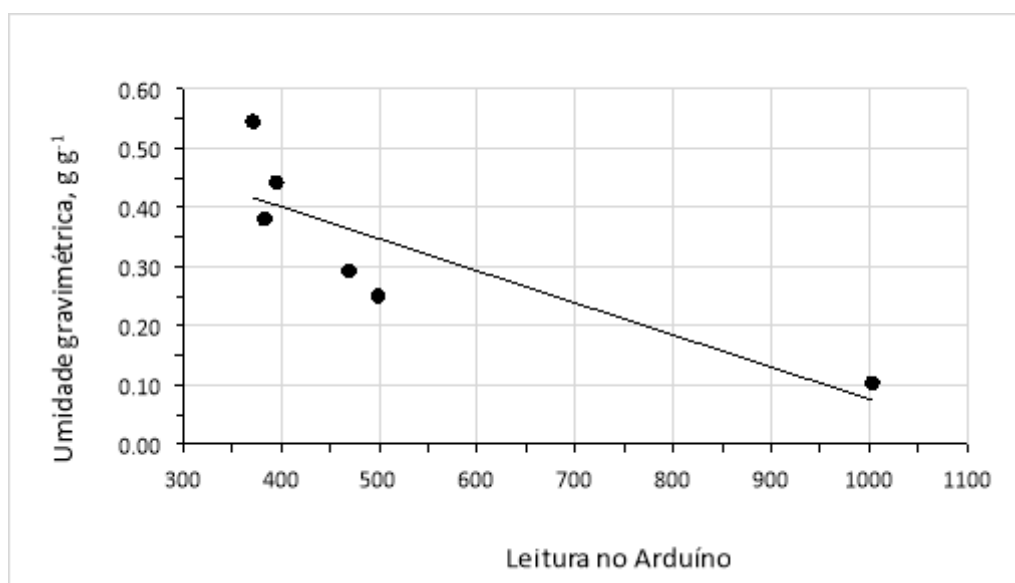


Figura 3 - Relação entre umidade gravimétrica com a leitura do sensor.

O ponto observado referente ao solo mais seco na Figura 3 correspondeu ao solo seco ao ar, com uma umidade gravimétrica observada de  $0,10\text{g g}^{-1}$ , onde não foi possível modelar o solo devido sua baixa adesão. No segundo ponto mais seco, na umidade gravimétrica observada de  $0,25\text{g g}^{-1}$ , o solo rachou ao tentar moldá-lo, indicando a possibilidade de ser esta a umidade mínima para que o solo não apresente rachaduras, por outro lado, na umidade observada de  $0,29\text{g g}^{-1}$ , foi possível modelar o solo sem que ele se rachasse.

Observa-se ainda na Figura 3 a necessidade de incluir no estudo mais observações de umidade, especialmente no estado úmido, para uma melhor análise e interpretação dos resultados e seu uso no protótipo.

Também há necessidade de um estudo mais aprofundado em relação à resposta do sensor, pois ele fornece ao usuário apenas duas respostas (“solo seco” e “solo saturado”), e não um valor numérico que pudesse definir o ponto em que o protótipo necessitasse ser molhado para que o solo não rachasse.

Novos ensaios serão realizados utilizando novos sensores, visando adicionar o tema de instrumentação de barragens, com o objetivo de monitorar o protótipo.

### 4. CONCLUSÕES

Tendo como referência este estudo inicial, a avaliação da possibilidade de aplicação do microcontrolador Arduino utilizando o sensor YL 69 para avaliação da umidade gravimétrica do solo no protótipo de barragem de terra indica a

necessidade de mais estudos, especialmente buscando novas faixas de umidade do solo e a resposta do microcontrolador.

Como ferramenta de aprendizagem pode-se considerar esta atividade, desde a concepção do modelo físico da barragem de terra até o estudo da possibilidade de aplicação do microcontrolador Arduíno, como adequada e estimulante para os graduandos, professores e técnicos, pois consegue agregá-los no desenvolvimento da proposta e, com isso, os coloca em interação. Além disso, coloca em prática e aplica as diferentes áreas do conhecimento do curso, especificamente cálculo, física, ciência dos solos, mecânica dos fluidos, materiais de construção, eletrotécnica, instrumentação e processamento de sinais, hidrometria e obras hidráulicas.

O uso de tecnologias de automatização no desenvolvimento de protótipos em escala reduzida trará maior representatividade da realidade possibilitando melhor visualização dos sistemas representados.

Além da avaliação da aplicabilidade deste controle de umidade mediante a utilização de microcontroladores associado a sensores, também estão sendo iniciados estudos para aplicação dos mesmos em outro protótipo em etapa inicial de construção o qual representará o deslocamento das águas do Canal São Gonçalo (Pelotas/RS). Neste, serão utilizados sensores que representem o deslocamento de diferentes massas de água com diferentes salinidades e também representará o comportamento de abertura e fechamento de comportas da Barragem Eclusa presente neste Canal.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: Relações solo-planta. São Paulo: Editora Agronômica “Ceres”, 1979.

REIS, M K S. EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA PARA CONSTRUÇÃO DE UM ENSINO EDUCATIVO. In: **SABERES PARA UMA CIDADANIA PLANETÁRIA**. Fortaleza, 2016. Anais da Conferência Internacional, Fortaleza.