



MEDIÇÃO DE UMIDADE COM PROTÓTIPO DE DATALOGGER ARDUINO APLICADA AO MONITORAMENTO DE ÁGUA NO SOLO.

BARBOSA, G. C.¹; SILVA, H. A. R.¹; MORAIS, M. L.¹; OLIVEIRA, K. N.²; SALES, H. R.³

¹Gabriel Castro Barbosa; Hellen Aline Rodrigues Silva; Maria Luiza Moraes, discentes do IFNMG *Campus Januária*; ²Karla Nunes Oliveira, laboratorista do IFNMG *Campus Januária*; ³Hamilton dos Reis Sales, docente do IFNMG *Campus Januária*.

Introdução

O solo tem em sua estrutura espaços que podem ser ocupados pelo ar ou pela água, sendo esta fração ocupada pela água no solo utilizada para o desenvolvimento das plantas mediante retirada pelas raízes. Quando a água no solo se reduz acentuadamente, as plantas necessitam realizar um maior esforço para conseguir extrai-la, gerando estresse que origina queda de produtividade ou morte das plantas.

A avaliação da quantidade de água no solo pode ser realizada com o uso de diversos instrumentos, sendo o mais usual o tensiômetro. Este foi um aparelho desenvolvido para medir a tensão com que a água está retida pelas partículas do solo, também conhecido por potencial matricial (CAMARGO *et al.*, 1982). Dessa forma, consegue-se medir a tensão com que a água é retida pelas partículas do solo, o potencial matricial, e, se conhecendo a relação entre a água e a tensão em que ela se encontra, determina-se o teor hídrico na zona de maior atividade biológica.

O principal inconveniente no uso destes instrumentos é a necessidade de frequentes manutenções, decorrentes do acúmulo de ar na cavidade da cápsula porosa, e que se tornam mais aceleradas com tensões da água no solo superiores a 30 kPa. Outra desvantagem significativa é a falta de automação, sendo necessárias leituras manuais diárias do instrumento, o que demanda mão de obra e tempo, além de diminuir a eficiência das calibrações e aferições.

Percebe-se que o monitoramento da água do solo, apesar de todos os avanços tecnológicos, ainda é um ponto crítico para o levantamento de dados científicos e para a geração de informações capazes de otimizar a irrigação destinada ao cultivo das plantas de interesse comercial.

Material e Métodos

O experimento ocorreu na área experimental do IFNMG *Campus Januária*, situado em Januária/MG, nas coordenadas 567920.10 leste e 8292032.99 sul, a uma altitude de 461 metros acima do nível do mar (IBGE, 2022). A região possui clima tropical, caracterizado por invernos frios e secos, e verões quentes e chuvosos, com uma média de precipitação de 790 mm durante o verão (IBGE, 2022).

Os ensaios de prototipagem utilizaram as instalações e equipamentos do Laboratório de Interação Biológica (LIB) e do Laboratório de Informática Aplicada, ligados aos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e de Bacharelado em Sistema de Informação, respectivamente. As amostras de solo coletadas nas áreas experimentais passaram por análises de solo seguindo a metodologia da EMBRAPA (EMBRAPA, 1997).

O protótipo foi desenvolvido usando hardware e software open-source da plataforma Arduino, conhecida por seu baixo custo, facilidade de uso e versatilidade de reutilização (reprogramabilidade) (ARDUINO, 2020). A placa utilizada foi o Arduino Uno Rev3, com o chip ATmega328, um microcontrolador de 8 bits. Essa placa possui 14 portas de sinal digital com input/output (I/O),



incluindo 6 pinos PWM e 2 pinos para comunicação serial entre a placa e o computador. Além disso, possui 6 pinos analógicos com resolução de 10 bits, que podem ser usados para leitura e transdução de sinais de detectores, bem como como pinos digitais (I/O) (ARDUINO, 2020).

O software base para a interface foi preferencialmente o Visual Basic (VB) da Microsoft, disponível gratuitamente no site da Microsoft, baseado no Visual Studio (HASSAN *et al.*, 2006).

Resultados e Discussão

A montagem do protótipo em bancada seguiu as recomendações do fabricante da placa Arduino (figura 1A). A coleta de dados em solo usou um recipiente plástico de 500 cm³, onde água deionizada foi gradualmente adicionada para avaliação e calibração das medidas (figura 1B). A inserção do sensor solo foi ajustada para a sensibilidade de medição, conforme orientações do fabricante (figura 1B).

Para o desenvolvimento do código, usou-se uma sequência de razões e proporções. A lógica da programação foi a relação em que a resistência do sensor, de 1024 Ω , representa a resistência máxima para a ausência de umidade no solo (não há fluxo de corrente elétrica). Portanto, 50% de umidade no solo equivaleu-se a 512 Ω . Esse processo foi repetido para os demais percentuais de resistência até o valor desejado (figura 2A).

O 'loop principal' (loop) da rotina compreendeu a parte do código que é executada repetidamente, enquanto o Arduino estiver alimentado (ligado ou 'on'). Nesta condição o ARDUINO realizou as seguintes ações em um loop contínuo: 'lê o valor digital no pino 12 e armazena-o em dSensor'; 'lê o valor analógico no pino 0 (entrada analógica) e armazena-o em aSensor'. Com base no valor de aSensor, o código verificou em qual faixa de umidade ele se encontrava e imprimiu a porcentagem correspondente no monitor serial. Além disso, ele imprimiu o valor analógico lido (figura 2B).

A 'espera (delay) foi obtida após cada leitura e impressão, sendo que o programa determinou uma espera por 400 milissegundos antes de repetir o processo. Isso foi feito para evitar uma exibição muito rápida de dados no monitor serial utilizado no protótipo, assegurando uma fácil visualização dos percentuais de umidade (figura 2C).

Considerações finais

O projeto alcançou o seu principal objetivo, que foi permitir o monitoramento da umidade do solo, assegurando uma melhor compreensão do impacto do percentual de H₂O do solo no estresse das plantas e na biota dos ambientes de interesse econômico, sejam eles agrícolas ou agrossilvipastoris. Este protótipo baseado em Arduino atendeu aos quesitos necessários para o monitoramento de umidade do solo. Registra-se a necessidade de nova etapa de prototipagem, de forma a validar os resultados das mensurações.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG - *Campus Januária*) pela concessão de bolsa BTP (1º autor), e à toda a equipe discente e docente do Laboratório de Interações Biológicas (LIB) pela colaboração e contribuições valiosas na condução do experimento e obtenção dos resultados alcançados.

Referências

ARDUINO. Arduino.cc. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 30 de abril de 2022. 2022.

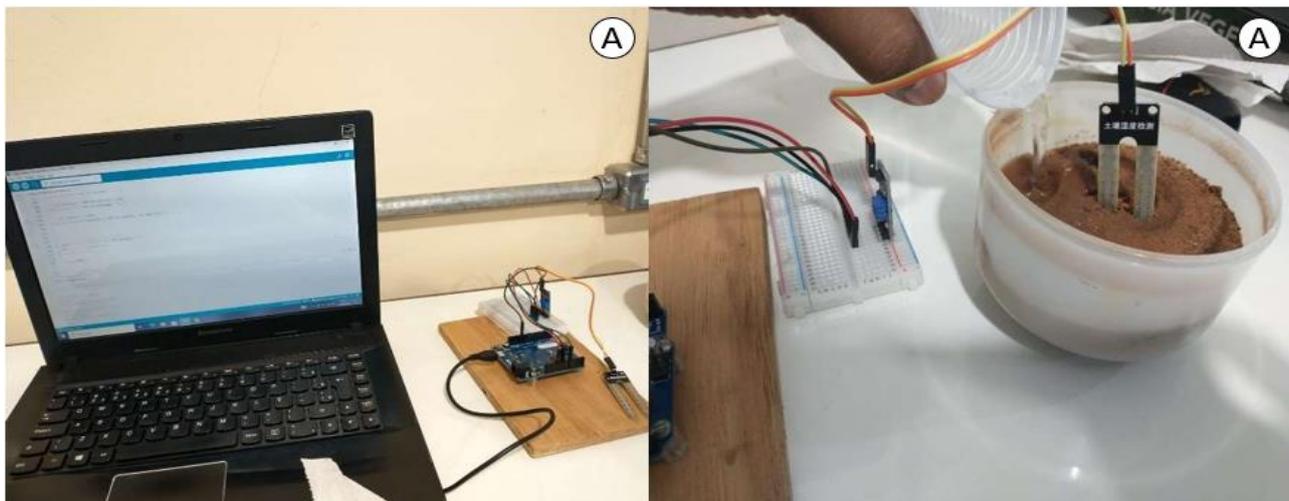


CAMARGO, A. P.; GROHMANN, F.; CAMARGO, M. B. P. Tensiômetro simples de leitura direta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.12, p.1763-72, dez. 1982.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI, C. E. P.; JUNIOR, C. C.; FEILG, FERNANDES, F. Cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo. Corumbá (MS). 4p. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br/>. Acessado em 12/04/2022.

OLIVEIRA, A.; NEVES, E. Modificações no método de Wallet-Black para a determinação da matéria orgânica dos solos. São Paulo. 2p. 2004.



Figuras 1: A) Montagem em bancada com interface de comunicação entre notebook e placa Arduino. B) Teste de avaliação de umidade de solo com programa editado em Visual Basic (VB).

<pre>#define entradaDigital 12 #define entradaAnalogica 0 bool dSensor; int aSensor; void setup() { Serial.begin(9600); pinMode(entradaDigital, INPUT); } void loop() { dSensor = digitalRead (entradaDigital); aSensor = analogRead (entradaAnalogica); Serial.print ("leitura entrada digital: "); Serial.println(aSensor); if (aSensor > 1014 && aSensor < 1024) { Serial.println("0% de umidade: "); }</pre>	<p>A</p> <pre>if (aSensor > 706 && aSensor < 717) { Serial.println("30% de umidade: "); } if (aSensor > 696 && aSensor < 706) { Serial.println("31% de umidade: "); } if (aSensor > 686 && aSensor < 696) { Serial.println("32% de umidade: "); } if (aSensor > 676 && aSensor < 686) { Serial.println("33% de umidade: "); } if (aSensor > 665 && aSensor < 676) { Serial.println("34% de umidade: "); } if (aSensor > 655 && aSensor < 665) { Serial.println("35% de umidade: "); } if (aSensor > 645 && aSensor < 655) { Serial.println("36% de umidade: "); } if (aSensor > 635 && aSensor < 645) { Serial.println("37% de umidade: "); }</pre>	<p>B</p> <pre>if (aSensor > 440 && aSensor < 450) { Serial.println("56% de umidade: "); } if (aSensor > 430 && aSensor < 440) { Serial.println("57% de umidade: "); } if (aSensor > 420 && aSensor < 430) { Serial.println("58% de umidade: "); } if (aSensor > 409 && aSensor < 420) { Serial.println("59% de umidades: "); } if (aSensor < 400) { Serial.println("superior a 60% de umidade, não aplicavel"); } Serial.print("Leitura entrada anaogica: "); Serial.println(aSensor); Serial.println(); delay(400); }</pre> <p>C</p>
--	---	--

Figura 2: A) Código em inicial em C++ com destaque para as definições de constantes e variáveis. B) Parte central com destaque nas condicionais if para medir a resistência do sensor. C) Parte final com destaque na impressão dos seriais (status da umidade atual). Fonte: dados da pesquisa, 2022.