

DHT22: UM SENSOR DE BAIXO CUSTO COM POTENCIAL PARA AUTOMATIZAR O MONITORAMENTO AMBIENTAL NA FENOTIPAGEM DE PLANTAS

DAVI BÄRWALDT DUTRA¹; ITTALO NÖRNBERG²; RODRIGO NICOLAO³;
RAFAEL CAVAGNOLI⁴; GUSTAVO HEIDEN⁵

¹Universidade Federal De Pelotas – ddavibarwaldt@gmail.com

²Universidade Federal De Pelotas – ittalo.nornberg@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – rodrnicolao@gmail.com

⁴Universidade Federal De Pelotas – rafabrasil2@gmail.com

⁵Embrapa Clima Temperado – gustavo.heiden@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

A mudança no clima impõe desafios para a segurança alimentar ao colocar em risco a matriz produtiva e saúde da população (Alpino *et al.*, 2022). Neste contexto, a influência da temperatura na baticultura pode influenciar no desenvolvimento do produto final, pois estudos com diferentes regimes térmicos *in vitro* mostram que temperaturas acima de 30°C reduzem a formação de tubérculos quando comparados com temperaturas próximas a 16°C (Gautama *et al.*, 2021).

Deste modo, soluções a curto e longo prazo precisam ser assertivas, com métodos para evidenciar as plantas mais aptas a uma condição de cultivo limitante. A fenotipagem consiste na utilização de diferentes técnicas para quantificar e qualificar plantas perante a resposta a uma ou mais características de interesse do melhorista (SOUZA *et al.*, 2014).

As abordagens e estratégias de fenotipagem podem ser adotadas de acordo com a necessidade de cada programa de melhoramento genético de plantas. Uma destas ferramentas é o uso de imageamento térmico da copa, potencialmente rápido e eficiente, pois monitora em tempo real esse aspecto sem ser destrutivo ou invasivo (MORETO *et al.*, 2020). O monitoramento térmico do ambiente em casas de vegetação ou salas controladas auxilia tomadas de decisão, principalmente durante estudos sobre o comportamento de parâmetros técnicos ao longo de um período de tempo, e para tal, o uso do sensor DHT22 para esta finalidade tem sido investigado (KIM *et al.*, 2022).

As placas reprogramáveis do tipo Arduino vêm ganhando espaço e aplicação, pois atendem diversos públicos, de hobistas a desenvolvedores em escala industrial (MONK, 2017). A versatilidade desta tecnologia possibilita aplicações agrícolas como automatização de irrigação e sensoriamento remoto de temperatura e umidade em casas de vegetação (SRIVASTAVA *et al.*, 2018). Esses sensores, quando utilizados em placas do tipo Arduino, podem operar como INPUT para a entrada de informações ambientais de forma analógica ou digital (MONK, 2017). A integração com programas e extensões de aplicativos permitem aos usuários coletar e salvar os dados coletados em planilhas eletrônicas, como por exemplo, o aplicativo PLX-Daq (JOSEPHINE *et al.*, 2023). Deste modo, tecnologias de código aberto confirmam-se como componentes de extrema importância na construção de equipamentos aplicáveis para fenotipagem em larga escala, agilizando e ajustando-se às necessidades de cada programa de melhoramento (MORETO *et al.*, 2020).

Portanto, o objetivo foi testar o preenchimento automático de tabelas por meio de placas reprogramáveis para acompanhamento em tempo real de

parâmetros como temperatura e umidade em ambiente experimental em desenvolvimento para a fenotipagem de *Solanum commersonii* Dunal, um parente silvestre da batata de interesse ao melhoramento genético da espécie cultivada (*S. tuberosum* L.).

2. METODOLOGIA

Para o planejamento e desenvolvimento deste estudo foram realizadas pesquisas bibliográficas *online*, além de consulta na literatura impressa sobre o uso de tecnologias de código aberto para a automação e sensoriamento dos parâmetros ambientais em ensaios de fenotipagem de plantas.

Um circuito com uma placa Arduino Uno R3 foi confeccionado (Figura 1), contendo sensor de temperatura e umidade DHT22. Foram realizadas medidas de temperatura e umidade ambiental ao longo de 10 minutos com início em 19°C, em uma gaiola de Faraday contendo um vaso de 5 litros com plantas do acesso BGB009 de batata-silvestre (*S. commersonii*, Solanaceae), do Banco Ativo de Germoplasma de Batata da Embrapa (AleloVegetal, 2024). A coleta de dados em tempo real foi realizada utilizando o programa PLX-Daq com frequência de leitura a cada 1000 ms. Após o início foi colocada uma placa de gelo com massa de 430 g em frente a um ventilador de 1200 W. O monitoramento automatizado das condições ambientais durou 10 minutos.

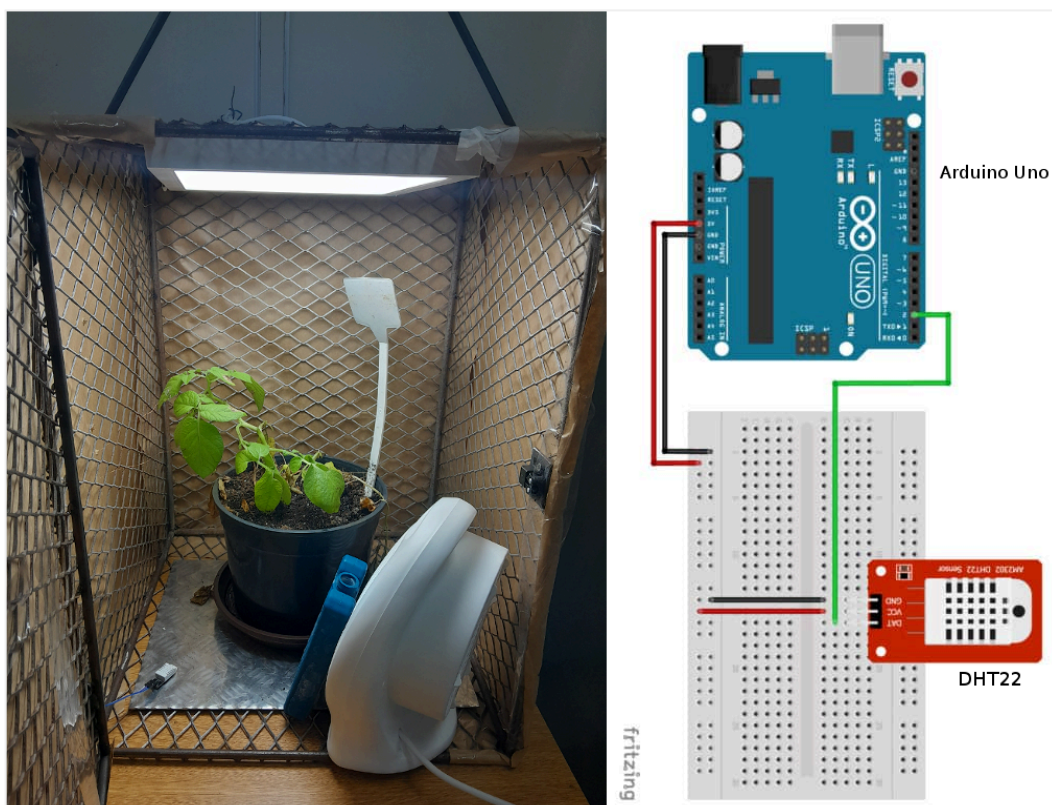


Figura 1: Equipamentos utilizados no monitoramento automatizado das condições ambientais representando sistema de aquecimento, bloco de gelo, circuito e Plinout utilizado (Fritzing) para fazer a comunicação do sensor DHT22 para aferir temperatura e umidade dentro da gaiola e placa Arduino em desenvolvimento para a fenotipagem de batata-silvestre (*Solanum commersonii*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de sensores para fenotipagem como, por exemplo, uso de espectroscopia do infravermelho e medição por calorimetria (MORETO *et al.*, 2020), amplia nossa capacidade de tomada de dados, análise e busca por correlações entre parâmetros do ambiente e comportamento das plantas. O monitoramento de condições ambientais com o sensor DHT22 apresentou bons resultados nas medidas, corroborando os estudos de JOSEPHINE *et al.*, 2023.

Em nossos testes com o monitoramento das condições ambientais dentro da gaiola de Faraday foi possível observar que em um intervalo relativamente curto de tempo o sensor detectou uma mudança de 1°C na temperatura ambiente. Nos testes iniciais os dados foram acompanhados em tempo real pelo monitor serial da interface gráfica do Arduino, a fim de acompanhar as medidas e verificar se o sensor estava funcionando de maneira adequada, evitando comprometer o experimento. Na figura 2 é possível ver um exemplo das medidas adquiridas em um intervalo de tempo de 20 minutos, com uma leitura a cada segundo.

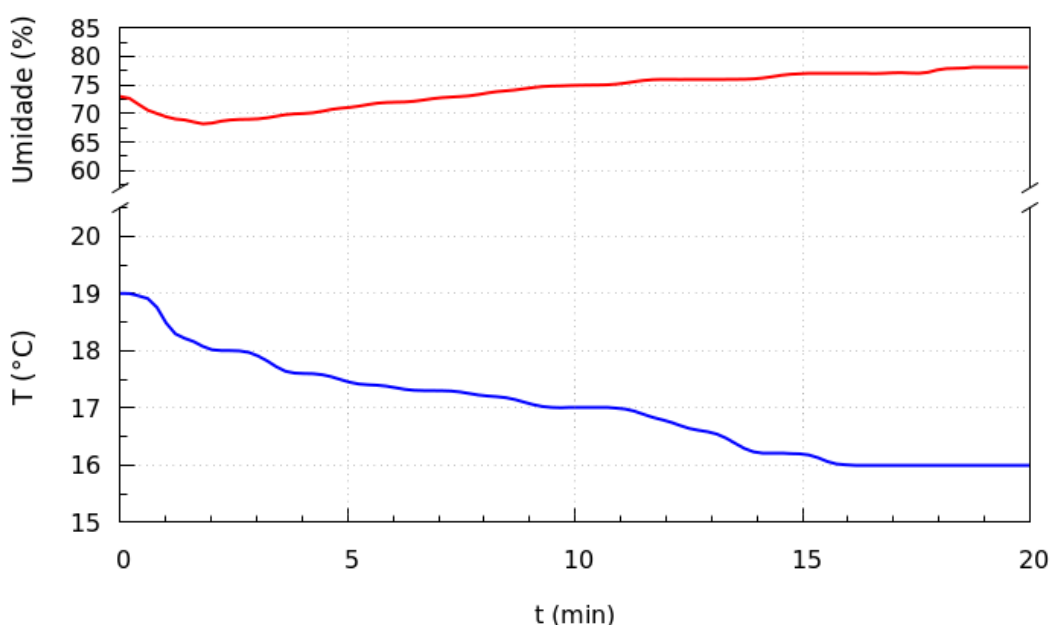


Figura 2: Medidas da umidade relativa do ar (curva vermelha) e temperatura (curva azul) em um intervalo de 20 minutos.

O circuito foi capaz de aferir a influência do bloco de gelo no microambiente a cada intervalo de tempo, como foi mostrado na figura 2. A umidade no interior da gaiola foi aumentando com o passar do tempo, resultado do descongelamento do bloco de gelo que absorveu energia térmica do ambiente reduzindo a temperatura interna e aumentando a umidade relativa.

4. CONCLUSÕES

O uso do DHT22 confirmou o potencial deste sensor como uma alternativa de baixo custo para automatizar o monitoramento e medição de temperatura e umidade relativa em ambientes experimentais para fenotipagem de plantas, principalmente quando combinado com aplicativos de preenchimento automático de planilhas. Deste modo, o sistema em desenvolvimento apresenta potencialidade de aplicação no registro de dados durante avaliações de acessos

de germoplasma para triagem em programas de melhoramento genético, baseados em plataformas de fenotipagem de baixo custo. Novos testes combinando diferentes sensores poderão ampliar o número de variáveis medidas, aumentando a disponibilidade e qualidade de dados a serem analisados e reduzindo a penosidade, tempo de avaliação e custos dos ensaios de fenotipagem em larga escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPINO, T.D.M.A.; MAZOTO, M.L.; BARROS, D.C.D.; FREITAS, C.M.D. **Os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar e nutricional: uma revisão da literatura**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2022.v27n1/273-286/en/>. Acesso em: 09 out. 2024.

GAUTAM, S.; et al. **Development of an in vitro microtuberization and temporary immersion bioreactor system to evaluate heat stress tolerance in potatoes (*Solanum tuberosum* L.)**. *Frontiers in Plant Science*, v.12, p.700328, 2021.

MORETO, P.; KOENIGKAN, L.; SANTOS, T. **Hardware e software abertos para imageamento automatizado em fenotipagem de plantas**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020. Anais... Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020.

MONK, S. **Programação com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2. ed., 2017.

SOUSA, C.A.F. **Fenotipagem de plantas: as novas técnicas que estão surgindo para atender aos desafios atuais e futuros**. Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005843/1/Fenotipagem.pdf>.

SRIVASTAVA, D.; KESARWANI, A.; DUBEY, S. **Measurement of temperature and humidity by using Arduino tool and DHT11**. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, v.5, n.12, p.876-878, 2018.

JOSEPHINE, A.R.; SULIMRO, F.L.; SANTOSO, G.A.; PRABOWO, N.K.; GADING, S.S.P.K. **ChemDuino and PLX-DAQ integration for affordable temperature data acquisition: health and school laboratory monitoring system**.