

# INSTRUMENTAÇÃO COM BAIXO CUSTO E ALTA EFICIÊNCIA: O MOVIMENTO 'FAÇA VOCÊ MESMO' NA FRUTICULTURA DE PRECISÃO

Luciano Gebler <sup>1</sup>; Mirabor José Leite Junior <sup>2</sup>; Andrea de Rossi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Uva e Vinho; <sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós Graduação em Agricultura de Precisão/PPGAP

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem havido uma série de tentativas de se aplicar as técnicas de agricultura de precisão (AP) utilizadas nas culturas anuais e bi-anuais na fruticultura, sem, entretanto, obter a mesma taxa de sucesso. É de amplo conhecimento que à medida que a planta perene envelhece, ela acumula reservas e sofre antropização expressiva, afastando-a das condições regidas somente pelo fornecimento da adubação, condição basilar para a AP em plantas de ciclo anual. A partir dessa constatação, torna-se necessária a aplicação de novas técnicas de AP para culturas perenes, sendo que o controle da informação de forma constante e ao longo do tempo tem aumentado sua importância. À medida que se aumenta o tamanho das áreas produtivas, o custo da mão de obra para este procedimento o torna impeditivo, inviabilizando a aplicação das técnicas necessárias. Assim, a instrumentação do pomar ou vinhedo passou a ser uma condição básica para o sucesso da fruticultura de precisão, principalmente para espécies com grandes áreas de cultivo, mas nem sempre ela está disponível, seja pela inexistência de equipamentos adaptados às condições edáficas brasileiras, ao sistema de condução adotado nos pomares ou ao custo do equipamento. Para suprir esta falha, é possível lançar mão de princípios do movimento “faça você mesmo”, do inglês “do it yourself” (DIY), criado em 1912, e com grande força atualmente em diversas áreas da economia mundial. Ele prega que é possível criar ou consertar qualquer objeto a partir de peças simples e conhecimentos compartilhados, plenamente aplicável à qualquer sistema eletrônico, a partir de módulos disponíveis no mercado de diversas plataformas (Arduíno, Adafruit, Zetta, dentre outras). A principal vantagem desse movimento é a disponibilização de soluções sob medida para os problemas com baixo custo, bastando para isto a delimitação do problema e um algoritmo para sua resolução. Uma das áreas que teria aplicação imediata e ampla na fruticultura hoje em dia é a coleta de informações meteorológicas locais em pomares e vinhedos, respeitando sua variabilidade espacial e a configuração das plantas, gerando dados micro-climáticos. Um dos relatos mais constantes acerca da dificuldade de sua obtenção e manutenção de uma série temporal confiável é a distância entre as estações meteorológicas disponíveis (oficiais e comerciais) e o ponto de interesse (confiabilidade dos dados) e o custo das estações comerciais disponíveis no mercado, considerado alto pelos produtores. Sendo assim, utilizando como base a filosofia DIY, este trabalho objetivou a construção e operação de estações micrometeorológicas de baixo custo a serem operadas em diferentes sistemas de um pomar, validando sua confiabilidade, robustez e funcionalidade, comprovando ser possível a criação de redes locais de estações meteorológicas de baixo custo, respeitando a variabilidade espacial do terreno, atendendo a demanda de geração de dados micrometeorológicos para aplicação na fruticultura de precisão.

## MATERIAL E MÉTODOS

A construção dos protótipos foi conduzida na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT), da Embrapa Uva e Vinho, situada em Vacaria e a calibração foi conduzida na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT) e em um pomar comercial da agroindustrial São Pedro de Vacaria LTDA – AGROSPE, localizado em Bom Jesus, ambos no RS. A construção dos protótipos deu-se a partir da plataforma Arduino, escolhida por seu baixo custo e disponibilidade de peças no mercado, dispendo de autorização Creative Commons tanto para hardware como software, facilitando sua programação e montagem, seguindo os critérios da filosofia DIY. O sistema de alimentação escolhido para estes testes foi baterias estacionárias recarregáveis de 10 mil amperes substituíveis a cada 100 hs, ocasião em que também eram trocados os cartões de memória dos protótipos e os dados eram recuperados. O ambiente de desenvolvimento do Arduino

(IDE) (2021) é através da linguagem de programação C++, que facilita a programação dos sensores, a organização dos dados coletados e seu armazenamento, gravando-os em um cartão de memória, registrando o horário da coleta para os valores de temperatura, umidade do ar, molhamento foliar, umidade do solo e luminosidade – (convertida em radiação por cálculo matemático segundo Michael et al., 2020). Para validar os protótipos foram realizados testes visando comparar os dispositivos construídos com uma estação meteorológica oficial do INMET (código A880) e duas estações meteorológicas agrícolas de marcas comerciais (CAMPBELL modelo CR10X, SOLAR modelo SL2000 E8C). Os testes variaram desde 48 hs corridas na fase de comparação da confiabilidade de coleta de dados entre todas as estações, analisando estatisticamente o resultado de todas as estações por Tukey a 5%, e 14 dias corridos para a fase de avaliação da robustez e funcionalidade dos protótipos no campo, confirmado através da análise estatística dos dados coletados por Dunnett a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das dificuldades detectadas para a proposta do projeto foi a falta de formação dos desenvolvedores do protótipo na área de eletrônica e software, resultado da estrutura curricular do curso de Agronomia. Um dos diferenciais do projeto foi a utilização da planta de macieira como estrutura de suporte dos sensores, solução nunca utilizada anteriormente, mesmo por aqueles que visavam a redução de custos (Armani e Galvani, 2006; Fossa, 2020), sem ser observa a perda de eficiência na coleta ou na qualidade dos dados. Os resultados dos testes de comparação do protótipo em relação às estações comerciais e à oficial padrão INMET mostraram semelhanças nas respostas de três variáveis climáticas importantes para a agricultura, demonstrando a eficácia, funcionalidade e confiabilidade do protótipo em relação a quaisquer outras estações disponíveis no mercado. A análise estatística concluiu que não houve diferença entre as médias para as variáveis TEMPERATURA e RADIAÇÃO. Já para a variável UMIDADE DO SOLO houve diferença significativa entre os tratamentos ARDUINO e CAMPBELL, sendo que CAMPBELL apresentou a maior média. Já em relação à estação padrão do INMET, nenhuma das variáveis diferiu significativamente ao nível de 5% (Tabela 1).

**Tabela 1** – Comparação da coleta de dados meteorológicos entre o protótipo e as estações meteorológicas convencionais.

Tratamentos	TEMP (°C)	UMIDADE DO SOLO (%)	RADIAÇÃO (qual unidade?)
INMET	14,743 A	76,96 AB	932 A
ARDUINO	14,763 A	69,23 B	895 A
CAMPBELL	14,333 A	79,03 A	-
SOLAR	13,353 A	76,95 AB	-

Para a análise estatística dos dados obtidos em campo foi aplicado o Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, comparando entre duas estações construídas através do padrão arduino a pleno sol (ARDPS) e com tela antigranizo (ARDTAG) e duas estação comercial da marca e Campbell a pleno sol (CAMPPS) e com tela antigranizo (CAMPTAG), utilizando o tratamento ARDPS como controle (Tabela 2).

**Tabela 2** – Valores médios para as variáveis analisadas nas estações meteorológicas construídas com Arduino a pleno sol (ARDPS) e sob tela antigranizo (ARDTAG) e estação meteorológica comercial Campbell a pleno sol (CAMPPS) e sob tela antigranizo (CAMPTAG).

Tratamentos	TEMP	UMID	RAD
ARDPS (C)	11,463 A	78,92 A	851 A
ARDTAG	12,019 A	81,04 A	690 A
CAMPPS	10,855 A	75,81 A	742 A
CAMPTAG	11,402 A	79,93 A	617,6 A

A avaliação da robustez do equipamento a campo foi realizado em de pomar de macieira, com condição de cultivo diferentes: pomar a céu aberto e pomar com cobertura de tela antigranizo. Nas duas condições de cultivo foram acompanhadas as variáveis meteorológicas temperatura e umidade relativa do ar e radiação solar sem problemas operacionais durante o período de testes de campo 21 dias).

Garantida a funcionalidade dos equipamentos, foi realizada a análise comparativa dos valores de mercado das diferentes estações utilizadas no trabalho, incluindo os custos de produção da estação micrometeorológica construída com base nos materiais adquiridos. É possível afirmar que o valor médio de aquisição de uma unidade comercial de estação meteorológica, na faixa de R\$456,00 é suficiente para arcar com os custos de produção de dezenas de unidades da estação meteorológica de baixo custo pela filosofia DIY, permitindo a geração de mapas de dados em pomares segundo as necessidades de expressar a variabilidade espacial, condição básica para aplicação da fruticultura de precisão em uma área. Além disso, o baixo custo de aquisição e as vantagens da utilização do sistema construído, com rápida replicabilidade e adaptabilidade, agregando módulos e sensores de acordo com a necessidade, permite maior plasticidade ao sistema, com a vantagem de evitar a perda de plantas ao evitar as clareiras para instalação destas estações.

## CONCLUSÃO

O trabalho foi bem-sucedido ao criar um protótipo de estação meteorológica funcional utilizando a filosofia DIY para a coleta e armazenamento de dados microclimáticos relevantes para a fruticultura. O dispositivo obteve sucesso em sua validação, pois não apresentou diferenças significativas (Tukey e Dunnett a 5%) em relação às estações comerciais e ao padrão oficial do INMET, sendo viável para uso em zonas de produção, independente do tipo de cobertura do pomar. Pelo valor gasto em seu desenvolvimento (R\$456,00), o protótipo apresentou-se como uma solução de baixo custo se comparado a estações meteorológicas comerciais com valores na ordem de 25 a 50 vezes maiores do que o protótipo.

## AGRADECIMENTOS

Obrigado à Embrapa/CNPq pela bolsa DTI-C do segundo autor.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO, U. N. O.; GENUINO, U. N. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: jan. 2021.

ARMANI, G.; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Piracicaba-SP, v. 14, n.1, p. 116-122, 2006.

FOSSA, S. M.; DE CARLI, E. Potencialidades e desafios na construção de uma estação meteorológica de baixo custo. In: 4º Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino do IFRS, 2020.

MICHAEL, Peter. A Conversion Guide: Solar Irradiance and Lux Illuminance. IEEE Dataport; 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.21227/mxr7-p365>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.