

Autores: Enzo Santana Guimarães (Aluno); Yulo Augusto Silva Freitas (Orientador)
Escola SESI Reitor Miguel Calmon - Salvador/BA

INTRODUÇÃO

O impacto das doenças fitopatológicas, como a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), tem se tornado cada vez mais severo na cafeicultura. A dependência de métodos tradicionais de monitoramento, baseados na observação visual humana, limita a eficácia do controle, uma vez que a detecção ocorre frequentemente após o estabelecimento da patologia. Essa subjetividade resulta em perdas produtivas significativas e na aplicação excessiva de defensivos químicos, comprometendo a sustentabilidade agrícola. Nesse cenário, o desenvolvimento de estratégias inovadoras, ancoradas na biofotônica e no uso de sensores de baixo custo, torna-se essencial para viabilizar um manejo preventivo, preciso e inteligente nas lavouras.

OBJETIVO

O projeto visa desenvolver o PHOTOCAF, um dispositivo de baixo custo baseado em Arduino, para o monitoramento agrícola preventivo. O foco é a utilização de sensores biofotônicos para a quantificação do índice NDVI em folhas de cafeeiro, permitindo a detecção precoce da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e viabilizando um manejo sanitário mais preciso e sustentável.

HIPÓTESE

O uso de sensores biofotônicos de baixo custo, integrados a um microcontrolador Arduino, permite a quantificação precisa da reflectância foliar através do índice NDVI. Postula-se que esta tecnologia seja capaz de identificar alterações no vigor do cafeeiro causadas pela infecção fúngica (*Hemileia vastatrix*) antes que os sintomas se tornem visíveis ao olho humano, validando a eficácia da ferramenta como um método preditivo de monitoramento sanitário.

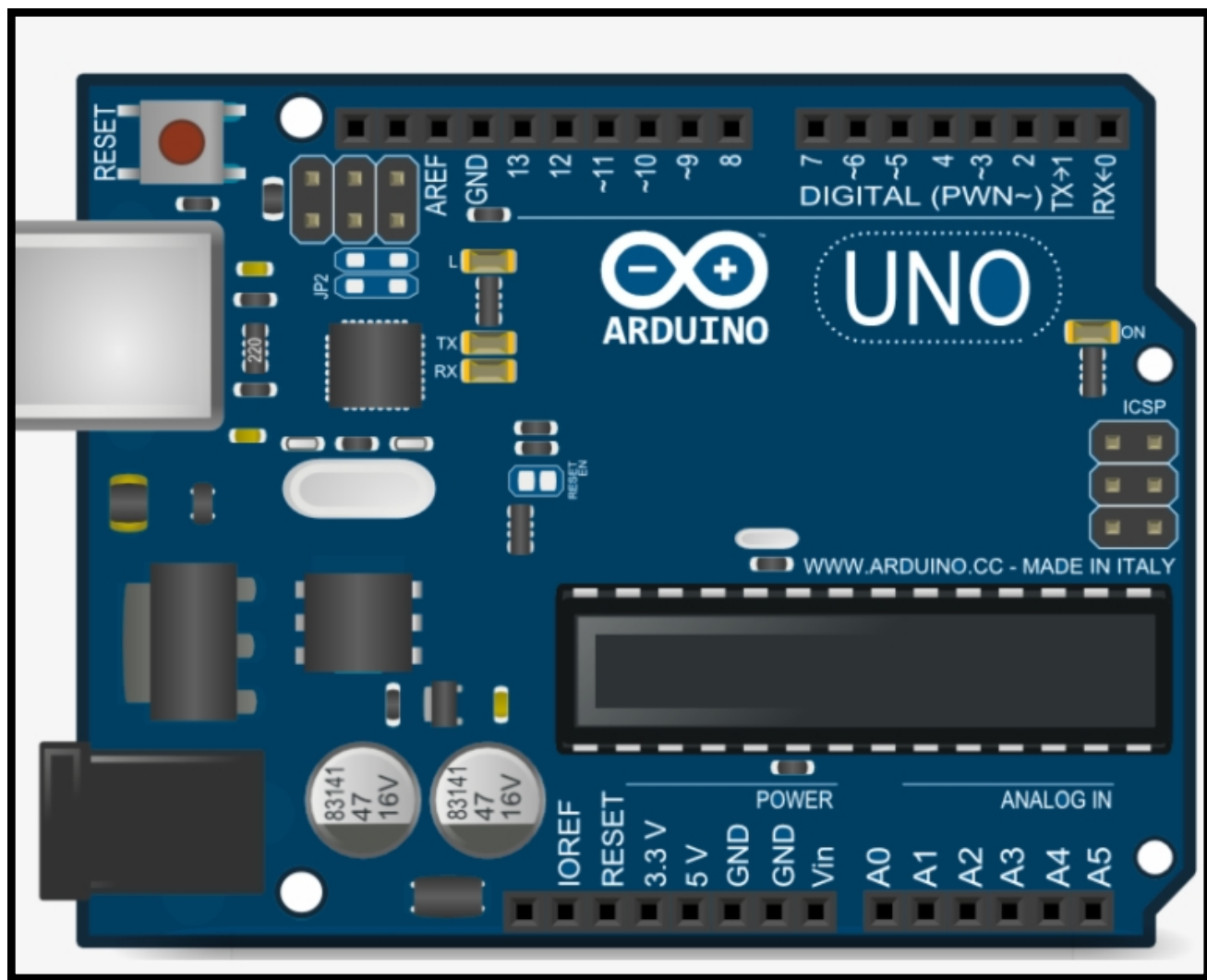
METODOLOGIA

O estudo baseou-se em três etapas fundamentais. Primeiramente, construiu-se o protótipo PHOTOCAF utilizando microcontrolador Arduino, LEDs (650nm e 850nm) e um sensor de luz, alojados numa câmara escura para isolar a reflectância foliar. A segunda fase consistiu na inoculação controlada de *Hemileia vastatrix* em cafeeiros, realizando-se medições diárias de reflectância sob condições padronizadas. Por fim, desenvolveu-se um firmware em C++ para o cálculo contínuo do índice NDVI, permitindo a comparação estatística entre os grupos controle e infectados para a detecção de alterações pré-sintomáticas.

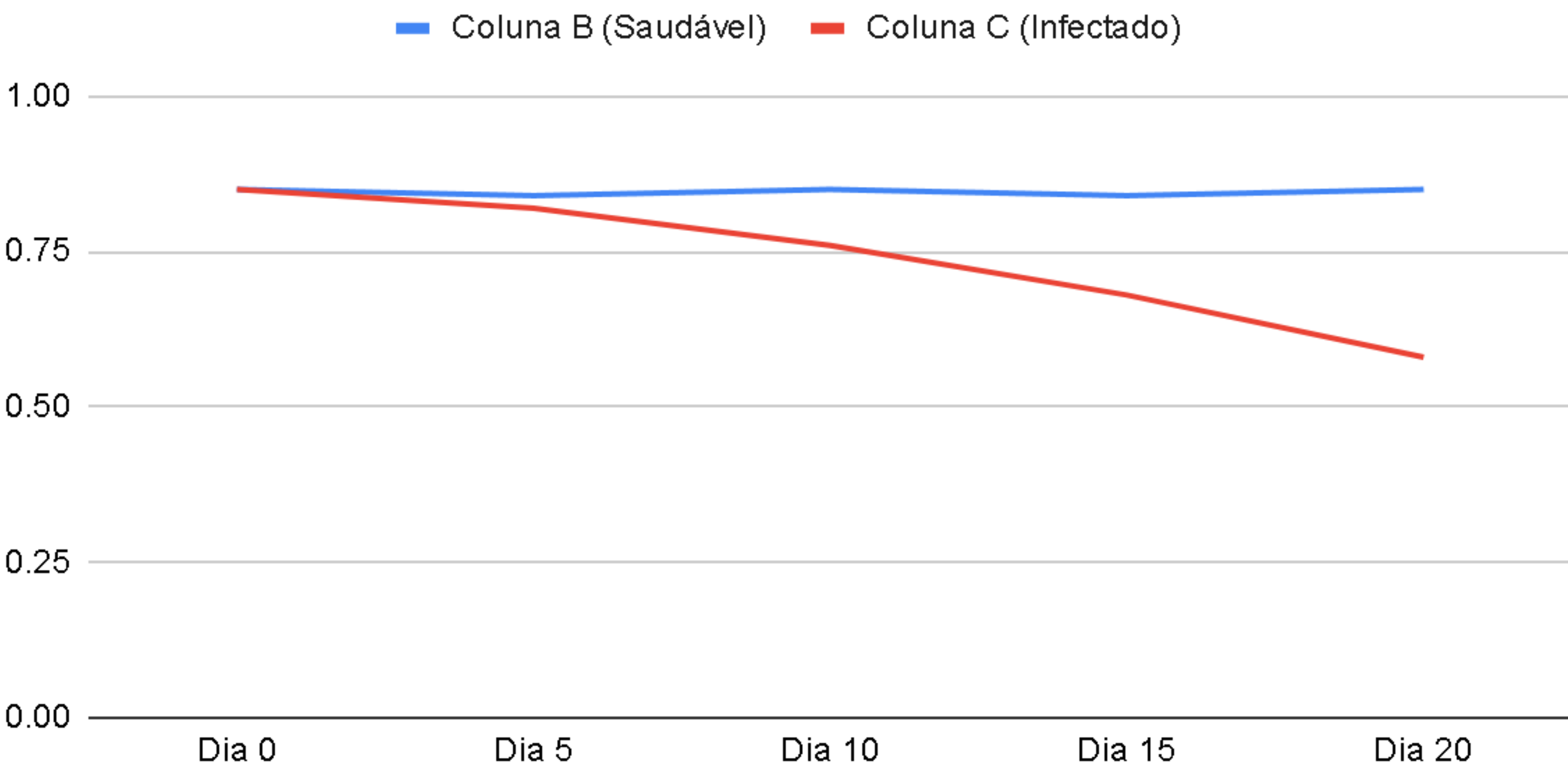
RESULTADOS ESPERADOS



2. Eficiência do Hardware de Baixo Custo O projeto busca provar que um conjunto de sensores de baixo custo (Arduino + LEDs específicos) consegue obter uma correlação superior a 90% quando comparado a sensores comerciais caros ou análise visual humana.



Evolução do Índice NDVI no Cafeeiro.



3. Espera-se que o PHOTOCAF demonstre uma correlação clara entre a queda do índice NDVI e o estágio inicial da infecção por *Hemileia vastatrix*, precedendo a manifestação de sintomas visíveis. A análise dos dados de reflectância deverá evidenciar uma redução significativa no NDVI para plantas infectadas em comparação com o grupo controle, conforme ilustrado no gráfico. Este resultado validará o dispositivo como uma ferramenta preditiva eficaz, capaz de auxiliar os cafeicultores na implementação de um manejo fitossanitário preventivo e otimizado, reduzindo o impacto ambiental e econômico da doença.

CONCLUSÃO

O PHOTCAF prova que a alta ciência não precisa ser cara para ser poderosa. Ao transformar conceitos de biofotônica em um dispositivo de baixo custo, oferecemos ao pequeno produtor a autonomia para detectar fungos antes mesmo que se espalhem. Democratizamos a agricultura de precisão, reduzindo a dependência de agrotóxicos e garantindo um manejo preventivo que protege o sustento da cafeicultura familiar de perdas catastróficas. Mais que uma ferramenta, o PHOTCAF é um manifesto: a inovação acessível é o caminho para um campo mais inteligente, justo e sustentável. É, acima de tudo, a ciência a serviço da vida.

REFERÊNCIAS

ZAMBOLIM, L. A Ferrugem do Cafeeiro: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016. (Referência sobre a doença).]
ROUSE, J. W. et al. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. NASA/GSFC, 1974. (Referência histórica e científica do índice NDVI).
MORAES, M. F. et al. Uso de sensores ópticos no manejo da adubação e saúde das plantas. Piracicaba: IPNI, 2015. (Referência sobre Biofotônica na agricultura).
ARDUINO. Arduino Online Shop and Documentation. Disponível em: Describe a real world connection and/or application of the process here.. Acesso em: 21 jan. 2026. (Referência do Hardware Livre).
<https://www.educapoint.com.br/v2/v2/img/noticia/1533>
<https://www.3rlab.com.br/ferrugem-do-cafeeiro-hemileia-vastatrix-compreenda-essa-doenca-e-saiba-como-combate-la/>
<https://www.researchgate.net/profile/Aline-Cavalcante-5/publication/324830596/figure/fig6/AS:620755511439360@1525011055755/Figura-9-Assinatura-espectral-da-folha-Fonte-Filho-et-al-2008.png>
<https://perfectdailygrind.com/pt/2022/04/25/o-que-e-a-ferrugem/>
<https://www.cafeutam.com.br/cafe-alem-da-bebida/voce-sabia-que-existe-cha-de-folha-de-cafe>