



DA PROTOBOARD AO CAMPO: IMPACTOS E RESULTADOS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM AUTOMAÇÃO RURAL NA REGIÃO DO LAGO DA UHE TUCURUÍ

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6154

Autores: MURILLO HENRIK RODRIGUES MARINHO, THIAGO COSTA FERNANDES, PAMELA VIRGOLINO FREITAS, RAFAEL SUZUKI BAYMA, ANDRÉ FELIPE S. CRUZ

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados da aplicação do projeto extensionista “Da Protoboard ao Campo”, desenvolvido no segundo semestre de 2024 em comunidades rurais próximas à Região do Lago da UHE Tucuruí - PA. O projeto teve como foco a identificação das necessidades locais e a implementação de soluções tecnológicas de baixo custo para automação rural, com ênfase no desenvolvimento de um sistema inteligente de irrigação baseado em microcontroladores Arduino. Foram realizadas visitas técnicas, reuniões com moradores e a construção de protótipos funcionais, incluindo uma maquete de irrigação automatizada e o desenvolvimento de placas de circuito impresso. Os resultados evidenciaram o interesse das comunidades em tecnologias acessíveis, além do potencial educativo da aproximação entre universidade e população rural. A iniciativa fortaleceu a autonomia local e difundiu conhecimentos práticos em automação agrícola, abrindo caminho para futuras melhorias tecnológicas adaptadas à região.

Palavras-chave: Automação Rural, Irrigação Inteligente, Tecnologias de Baixo Custo

DA PROTOBOARD AO CAMPO: IMPACTOS E RESULTADOS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM AUTOMAÇÃO RURAL NA REGIÃO DO LAGO DA UHE TUCURUÍ

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o setor agrícola tem experimentado avanços significativos com o desenvolvimento de tecnologias baseadas na automação, sensoriamento remoto e agricultura de precisão, que promovem maior eficiência e sustentabilidade nos processos produtivos (FREITAS & RODRIGUES, 2022). Essas inovações, no entanto, permanecem inacessíveis para muitas comunidades rurais, especialmente aquelas baseadas na agricultura familiar, devido à escassez de recursos financeiros, capacitação técnica e acesso à informação (IBGE, 2017). Esse desafio é particularmente evidente em regiões com baixos indicadores socioeconômicos, onde comunidades não recebem nenhum tipo de estímulos para evoluir e se consolidarem (SILVA, 2020).

Nessas localidades, as famílias de agricultores enfrentam obstáculos como estiagens prolongadas, degradação ambiental, ausência de políticas públicas estruturantes e dificuldades de acesso a tecnologias que poderiam otimizar seu potencial de produção (BRASIL, 2024). Segundo o censo agropecuário feito pelo IBGE em 2017, 77% dos estabelecimentos rurais brasileiros são de base familiar, responsáveis por uma parcela considerável dos alimentos consumidos internamente no país, mas a maioria carece de suporte técnico e tecnológico adequado. Esse cenário destaca a urgência de iniciativas que promovam a inclusão tecnológica e a capacitação, permitindo que essas comunidades superem suas limitações e prosperem de forma sustentável.

Nesse sentido, projetos de extensão universitário voltados para implementação de tecnologias de automatização de processos rurais surgem como propostas inovadoras que integram saberes acadêmicos e conhecimentos populares, promovendo a inclusão digital e tecnológica em comunidades rurais. A partir disso, a implementação do projeto de extensão “Da protoboard ao campo”, em colaboração entre o Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado (LEMAG) do CAMTUC/UFGA, e o Laboratório de Fabricação Digital (FABLAB) do CAMTUC/UFGA tem levado a comunidades rurais da Região de Integração do Lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí conhecimento tecnológico para melhoria do desenvolvimento de atividades rurais essenciais às comunidades.

A iniciativa promove o conhecimento sobre plataformas de automação acessíveis e de baixo custo, como Arduino e ESP32, instigando a adoção de práticas de agricultura de precisão adaptadas ao contexto amazônico (FREITAS & RODRIGUES, 2021). Além de introduzir ferramentas tecnológicas, o projeto adota uma abordagem pedagógica pautada na sustentabilidade e na autonomia, incentivando o desenvolvimento de sistemas automatizados de irrigação e monitoramento climático.

Neste trabalho são apresentadas as ações realizadas pela equipe do projeto de extensão “Da protoboard ao campo” em duas comunidades rurais na cidade de Tucuruí-Pa. Em cada ação, as soluções propostas, de caráter replicável e comunitário, contribuem para o uso racional dos recursos hídricos, a melhoria da produtividade agrícola e a redução do impacto ambiental. Destaca-se que o projeto está alinhado com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, com ênfase nas ODS 2, 4 e 9 (ONU, 2015). Por fim, ao aproximar a universidade das comunidades rurais, verificou-se que a iniciativa tem fortalecido a função social do ensino superior, promovendo soluções tecnológicas contextualizadas e sustentáveis para atender às demandas regionais.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

As comunidades rurais de Tucuruí e de municípios próximos, no sudeste do estado do Pará, convivem com múltiplos desafios relacionados ao acesso à tecnologia, educação técnica e infraestrutura. Essas dificuldades estão profundamente enraizadas em um processo histórico de negligência do poder público, marcado por decisões que desconsideraram as realidades sociais e culturais da região. Um marco desse processo foi a construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, inaugurada em 1983, instalada a partir do represamento do rio Tocantins. O empreendimento, embora estratégico para o setor energético nacional, provocou o alagamento de vastas áreas e o deslocamento compulsório de milhares de famílias, impactando profundamente os modos de vida de populações ribeirinhas e comunidades tradicionais da região (INPA, 2015).

A instalação da usina simboliza um modelo de desenvolvimento que historicamente tem privilegiado grandes projetos econômicos em detrimento dos direitos das populações locais. A ausência de medidas compensatórias adequadas e o desrespeito ao direito à consulta livre, prévia e informada – garantido pela Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT, 1989) – resultaram na desestruturação de comunidades inteiras, que até hoje enfrentam os efeitos dessa ruptura territorial, econômica e cultural.

Segundo dados do Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil, organizado pela Fiocruz, essas populações continuam a denunciar violações de direitos, degradação ambiental e ausência de assistência técnica e infraestrutura básica. O caso de Tucuruí ilustra um padrão recorrente na Amazônia brasileira, onde grandes obras são implementadas sem diálogo com as comunidades afetadas, gerando conflitos socioambientais que se prolongam por décadas (FIOCRUZ, 2020).

Compreender as dificuldades dessas comunidades, sem antes considerar o contexto histórico de remoções forçadas, perda de territórios produtivos e fragilidade institucional não é possível. Todo esse processo impactou diretamente as práticas produtivas locais, especialmente a agricultura familiar. Com a perda de terras férteis e o comprometimento dos cursos d'água, impactaram diretamente no contexto socioeconômico na região. Apesar disso, muitas dessas comunidades seguem desenvolvendo práticas agrícolas adaptadas às condições do território, baseadas em saberes tradicionais.

As mudanças climáticas, entretanto, vêm tornando a manutenção dessa realidade ainda mais crítica. O aumento das temperaturas tem afetado diretamente a produtividade agrícola, enquanto a degradação dos rios, lagos e igarapés compromete a oferta de pescado, essencial à segurança alimentar local. Segundo o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, no ano de 2024, 21 municípios paraenses encontravam-se em situação de emergência em razão da estiagem prolongada, evidenciando a gravidade do cenário e a urgência de medidas adaptativas voltadas ao contexto amazônico atual (BRASIL, 2024).

Nesse cenário, a promoção de ações de extensão universitária voltadas ao fortalecimento das comunidades rurais torna-se estratégica. Ao fomentar o acesso a tecnologias acessíveis e adaptadas à realidade local, essas iniciativas podem contribuir para a resiliência das populações frente aos desafios sociais, econômicos e ambientais regionais. Mais do que transferir conhecimento, esses projetos se propõem a construir soluções em conjunto com as comunidades, promovendo o diálogo entre saberes populares e técnicos, e contribuindo para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável e inclusivo. Além disso, tais ações contribuem para difusão da formação superior tecnológica em comunidades rurais, o que pode se tornar potencialmente revolucionário na vida dos jovens e adultos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do projeto “Da Protoboard ao Campo” está estruturada em etapas participativas e dialógicas, com foco no reconhecimento das realidades locais e na construção coletiva de soluções tecnológicas. Inicialmente, é estabelecido o contato com um representante de uma comunidade, que atua como facilitador do diálogo entre a equipe do projeto e os demais moradores. Com a anuência da comunidade, são agendadas duas visitas presenciais.

A primeira visita tem como finalidade apresentar os objetivos do projeto, escutar os moradores e levantar as principais demandas locais por meio de rodas de conversa e entrevistas informais. Além disso, são realizadas visitas domiciliares a fim de aprofundar o diagnóstico das necessidades específicas de cada família, observando-se as condições de acesso à energia, à água e às práticas produtivas em uso.

Com base nas demandas levantadas, a segunda visita tem como foco a apresentação de propostas de soluções tecnológicas de baixo custo, adaptadas para as condições encontradas. Essas soluções incluem sistemas automatizados baseados nas plataformas Arduino e ESP32, como sistemas de irrigação e sistemas de alarmes baseados em sensores de monitoramento fumaça (SANTOS, 2021).

E como última etapa, são aplicados formulários para identificar o nível de satisfação dos moradores em relação as ações e propostas apresentadas, e como etapa extra ao projeto, caso algum morador manifeste interesse na implementação, a equipe do projeto realiza o suporte necessário para a montagem, configuração e testes dos dispositivos, promovendo ainda oficinas práticas para que os próprios moradores possam replicar os conhecimentos adquiridos.

Essa metodologia busca respeitar os saberes tradicionais e promover o protagonismo comunitário, garantindo maior efetividade e sustentabilidade das ações propostas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o 2º semestre de 2024 o projeto “Da protoboard ao campo” teve suas ações aplicadas em duas comunidades rurais do em torno da Região de Integração do Lago da UHE – Tucuruí, foram essas a: (i) Comunidade do assentamento Anilzinho, localizada na rodovia Transcmetá, zona rural do município de Baião – Pa, e (ii) Comunidade quilombola de Nova Jutáí, localizada na zona rural do município de Breu Branco – Pa.

4.1 Visita e diagnóstico: comunidade Anilzinho.

O primeiro contato com a comunidade Anilzinho foi estabelecido por meio do Sr. Sonivaldo, morador local que atuou como correspondente entre a equipe do projeto e os demais residentes. A apresentação do projeto foi realizada na escola da comunidade EMEIF de Anilzinho, acesso via rodovia Transcmetá – BR 422.

Na ocasião, seis moradores participaram da reunião inicial — em sua maioria pequenos agricultores da região e chefes de famílias. Esse encontro teve como principal objetivo apresentar o projeto, escutar as demandas da comunidade, e visitar as áreas produtivas na região.

O registro da primeira apresentação na comunidade é mostrado na Figura 1.

Figura 1: Apresentação do projeto Da Protoboard ao Campo aos moradores da comunidade Anilzinho.



Fonte: Autoria própria.

Durante a roda de conversa foram detalhadas as justificativas e os objetivos do projeto. Além da apresentação em slide de alguns sistemas de automações simples no contexto rural utilizando microcontroladores. Em um outro momento da conversa, os agricultores destacaram as suas demandas, sendo a principal a respeito da severa estiagem enfrentada na região, que vinha comprometendo o cultivo das principais culturas cultivadas: açaí, cacau e aipim. Além dos impactos generalizados da seca, para alguns agricultores os recursos hídricos adivinham somente de poços artesanais. Cenário que significava um desafio para a aplicação de sistemas eficientes de irrigação, uma vez que poços artesanais possuem limitações hídricas óbvias.

Em um segundo momento, foram realizadas visitas nas propriedades de dois agricultores locais, o Sr. Adelson e o Sr. Benedito. Ambos relataram perdas severas nas lavouras de aipim e cacau, ocasionadas pela estiagem prolongada, o que acabou por comprometer suas rendas naquele período. A condição da plantação afetada pode ser observada na Figura 2(a). Na Figura 2(b) é mostrado um registro do sistema de irrigação precário utilizado pelo agricultor.

Figura 2 – (a) Plantação perdida do agricultor Adelson; (b) Registro do sistema de irrigação utilizado.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

4.2 Visita e diagnóstico: comunidade Jutai.

Na Comunidade Jutai, o primeiro contato com os moradores foi mediado pelo Sr. Tenório Moreira, representante da Comunidade Quilombola de Nova Jutai. Durante a visita inicial, foi realizada a apresentação do projeto e mapeamento das áreas produtivas.

O evento ocorreu nas dependências da Escola Municipal de Ensino Infantil e Fundamental (E.M.E.I.E.F) Jutai, contando com a presença de moradores e alunos da escola. Além dos moradores da comunidade, os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer mais sobre a automação e como ela pode resolver de formas simples problemas banais. Promovendo além da curiosidade, a inspiração para uma carreira de ensino superior. O momento foi registrado conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Apresentação do projeto “Da Protoboard ao Campo” à moradores da comunidade, e alunos da E.M.E.I.E.F Jutai.



Fonte: Autoria própria.

Ao final da apresentação e da roda de conversa, a equipe foi convidada para realizar uma visita à propriedade do Sr. Miraci, morador da comunidade. O registro da visita é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Visita a fazenda do piscicultor Miraci da comunidade Jutai: (a) Tanque peixe 1; (b) Tanque peixe 2.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

Conforme é mostrado na Figura 4, a fazenda visitada possui uma extensa plantação de açaí, além de dois tanques escavados no solo para criação de peixes da espécie *Arapaima Gigas* (peixe Pirarucu). Durante a conversa, o morador relatou a ocorrência de furtos, embasada pelo desaparecimento de peixes dos tanques. Diante da situação, foi solicitada à equipe uma proposta de solução para o problema.

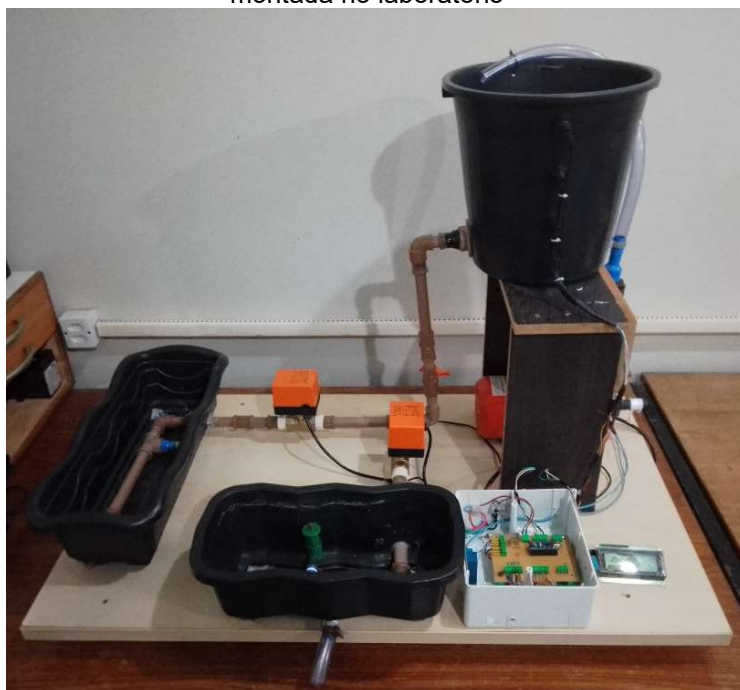
4.3 Desenvolvimento das soluções tecnológicas.

A partir da visita na fazenda do Sr. Miraci na comunidade novo Jutai, foi proposta a instalação de câmeras de segurança para monitoramento da área e inibição de furtos, como alternativa viável e de fácil implementação. A equipe do projeto se colocou à disposição para elaboração do projeto de circuito de monitoramento a partir das informações topográficas, sistema de comunicação sem fio e fornecimento de energia na fazenda.

Verificou-se que a maioria dos problemas identificados nas duas visitas estavam relacionados a dificuldade de manter as plantações devidamente irrigadas. Com o objetivo de apresentar de forma lúdica uma proposta de solução ao problema apresentado, a equipe do projeto se reuniu e planejou o desenvolvimento de uma maquete de um sistema inteligente de irrigação a partir de um sistema microcontrolador. A partir disso, discutir junto aos moradores a viabilidade de automação dos processos agrícolas com o uso de tecnologia acessíveis.

A Figura 5 mostra a maquete do sistema de irrigação desenvolvida no laboratório.

Figura 5: Maquete do sistema de irrigação inteligente montada no laboratório



Fonte: Autoria própria.

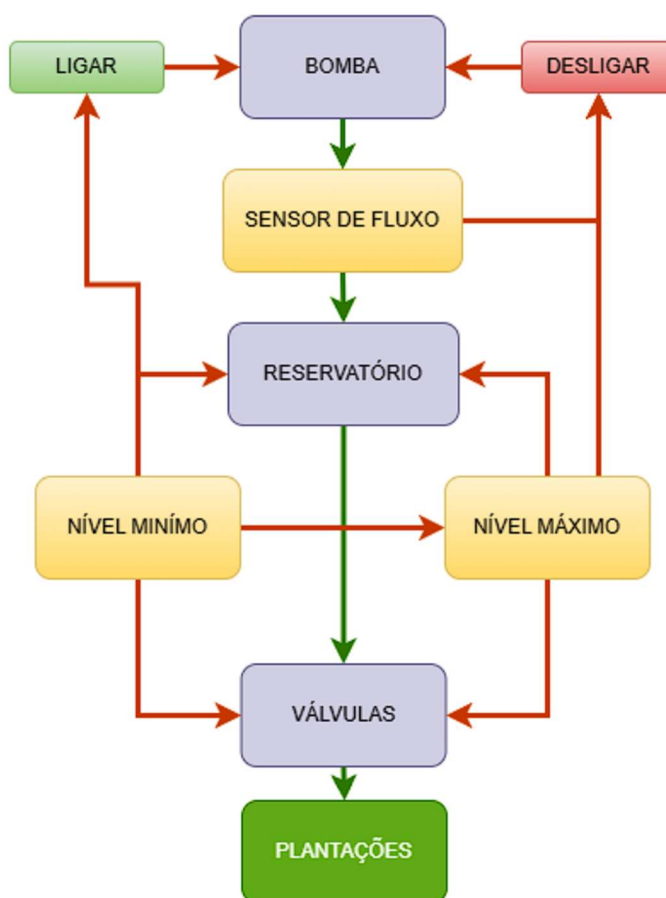
A maquete foi construída sobre uma base de MDF reaproveitada, com dimensões de 100 × 60 cm. Foram adicionadas duas floreiras de plástico para adição de terra e pequenas mudas de plantas com o objetivo de representar duas plantações irrigadas a partir de um reservatório elevado (representado pelo balde), alimentado por uma bomba d'água. Dimensionar a maquete para duas plantações permite a idealização de um sistema de irrigação automatizado para diferentes áreas de cultivo — uma para a plantação principal e outra para o berçário de mudas.

Os principais materiais e componentes empregados na construção do protótipo foram:

- Dois baldes de 20 litros (reservatórios de água);
- 2,5 metros de cano PVC de 20 mm;
- 2 metros de mangueira 1" transparente;
- Bomba d'água periférica ½ CV;
- Microcontrolador Arduino UNO (protótipo inicial) e Arduino NANO (versão final);
- Módulo relé de 4 canais (NA/NF);
- 4 sensores de nível tipo boia magnética;
- Sensor de fluxo ¾";
- Duas válvulas motorizadas ¾";
- Sensor de temperatura e umidade DHT22;
- Display LCD 20x4 com módulo I2C;
- Protoboard de 400 pontos;
- Caixa plástica para quadro de distribuição (200x120x55 mm);
- Diversas conexões hidráulicas (joelhos, luvas e redutores).

A automatização do sistema de irrigação foi idealizada para que opere buscando manter o reservatório abastecido sempre que for identificada a presença de água na tubulação de abastecimento, e buscando evitar múltiplos acionamentos seguidos da bomba d'água, e evitar mantê-la ligada a vazio. O funcionamento do sistema lógico ilustrada na Figura 6.

Figura 6: Esquemático do sistema de irrigação.



Fonte: Autoria própria.

Como ilustrado na Figura 6, a bomba é acionada quando o nível de água no reservatório atinge o limite mínimo, identificado pelo sensor de nível mais baixo. Um total de quatro sensores níveis foram utilizados: dois dedicados ao controle do acionamento e desligamento automático da bomba (nível mínimo e máximo), e dois adicionais responsáveis – em conjunto com os sensores de nível mínimo e nível máximo – por fornecer uma leitura percentual do nível do reservatório (25%, 50%, 75% e 100% do reservatório).

O sensor de fluxo verifica a efetividade da captação de água do poço, interrompendo através do microcontrolador o bombeamento pelo desligamento da bomba, via módulo de relés, caso não haja fluxo de água, evitando danos ao sistema. A distribuição da água para as plantações simuladas é controlada por válvulas motorizadas, comandadas pelo microcontrolador via acionamento dos módulos relés, com base em dois critérios principais: umidade relativa do ar, monitorada por um sensor DHT22, e um cronograma de irrigação programado conforme as necessidades de cada plantação dentro da própria lógica do micro controlador.

Com o objetivo de fornecer informações em tempo real sobre o sistema, foi adicionado um display LCD 20x4 com interface I2C, como é mostrado na Figura 7. Ao pressionar um botão, o display alterna entre diferentes modos de exibição, apresentando:

- Estado atual das válvulas (abertas/fechadas);
- Temperatura ambiente / Umidade relativa do ar;
- Nível de água no reservatório.

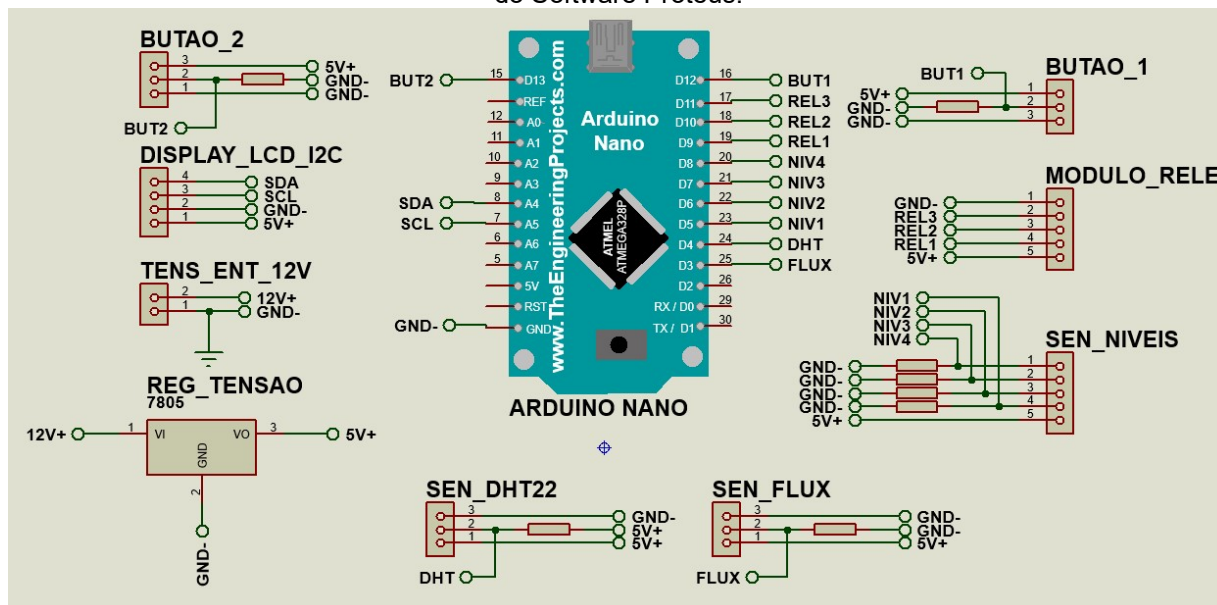
Figura 7: Exibição do sistema com o display LCD mostrando os dados em tempo real.



Fonte: Autoria própria.

Como é referido no nome do projeto, os primeiros protótipos são desenvolvidos em um protoboard, pois entende-se que se trata de um componente adequado para prototipagem. Contudo, com o objetivo de demonstrar um produto de Engenharia de implementação real em um projeto de automatização, foi proposto o desenvolvimento de uma placa de circuito impresso (PCB printed circuit board) para uma apresentação do circuito compacto, organizado e profissional. A PCB foi desenhada utilizando o software Proteus, a partir do circuito projetado para simulação do protótipo. A Figura 8 mostra o circuito final utilizado para o desenho da PCB.

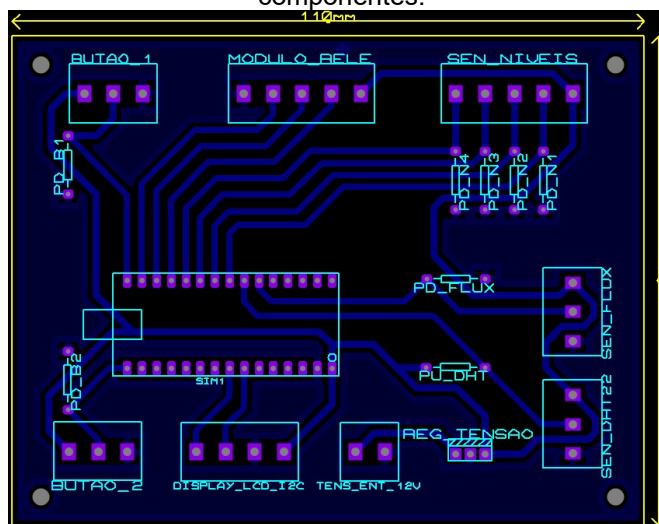
Figura 8: Circuito idealizado para a simulação do protótipo de Irrigação inteligente dentro do Schematic do Software Proteus.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 9 mostra o desenho da PCB e a disposição final de cada componente nas trilhas, junto às referências correspondentes ao circuito.

Figura 9: Desenho da PCB com a referência dos componentes.



Fonte: Autoria própria.

A fabricação da placa foi realizada no Laboratório de Fabricação Digital (FABLAB) do CAMTUC/UFGA, com o uso de técnicas de usinagem por uma mini fresadora CNC (modelo 3018), que realizou o desbaste do cobre sobre o material dielétrico de fenolite, resultando em uma PCB com trilhas condutivas para conexão dos componentes. A Figura 10 mostra o processo de usinagem e confecção da PCB.

Figura 10: Processo de fabricação da PCB no FABLAB/CAMTUC



Fonte: Autoria própria.

Toda a etapa de desenvolvimento do protótipo foi realizada no Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado (LEMAG) do CAMTUC/UFPA, com colaboração dos membros do Laboratório de Fabricação Digital (FABLAB) do CAMTUC/UFPA. Os bolsistas do projeto ficaram encarregados de todo o processo de desenvolvimento, desde o planejamento do sistema até a confecção da maquete, desenvolvimento da programação do sistema de controle e também da fabricação da placa de circuito impresso, instruídos pelos coordenadores do projeto.

Em visitas posteriores, o protótipo foi apresentado para os moradores da comunidade Anilzinho e na comunidade Jutai, com registros fotográficos apresentados na figura 11(a) e 11(b), respectivamente.

Figura 11 – Apresentação do sistema de irrigação inteligente à comunidade Anilzinho (a) e Jutai (b).



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

Foi perceptível que com a apresentação dos protótipos, houve um maior interesse pelo sistema de irrigação, e sobre a disponibilidade da equipe do projeto para analisar a viabilidade de implementação em suas propriedades. Além disso, houve um grande interesse dos estudantes das escolas pelas partes funcionais do protótipo, e sobre o papel da Engenharia na solução de problemas nas comunidades rurais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo a exposição e demonstração prática de soluções tecnológicas de baixo custo voltadas à melhoria de práticas agrícolas em comunidades rurais da região sudeste do Pará. Para isso, foi adotada uma abordagem participativa, que incluiu o levantamento de demandas locais e a apresentação de protótipos funcionais, com destaque para um sistema de irrigação inteligente baseado em plataformas acessíveis como o Arduino. A proposta permitiu introduzir conceitos técnicos de automação e sensoriamento ambiental de forma prática e contextualizada, demonstrando a aplicabilidade dessas tecnologias em realidades rurais marcadas por limitações de infraestrutura e acesso a políticas públicas.

Embora restrições de recursos tenham impedido a implementação imediata das soluções propostas, a iniciativa despertou o interesse dos moradores pelo uso de tecnologias apropriadas, revelando o potencial transformador da ciência aliada à escuta ativa das comunidades. Conforme evidenciado nas visitas realizadas, a interação entre universidade e populações tradicionais contribui para o fortalecimento da autonomia local e para a construção de soluções mais adaptadas às necessidades específicas da região. Esse diálogo fortalece o papel da extensão universitária como ponte entre conhecimento técnico e justiça social.

Nesse sentido, iniciativas como esta se inserem em um contexto mais amplo de enfrentamento às desigualdades impostas por modelos desenvolvimentistas excludentes, como os que marcaram a implantação de grandes empreendimentos hidrelétricos na Amazônia. As comunidades atingidas por essas obras, como indígenas, quilombolas e agricultores familiares, seguem lutando pelo reconhecimento de seus direitos e por alternativas sustentáveis de sobrevivência. Tecnologias sociais de baixo custo, quando aliadas ao protagonismo comunitário e ao respeito à diversidade cultural, têm o potencial de transformar realidades, promover segurança alimentar e energética, e contribuir efetivamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Assim, reafirma-se a importância de projetos integradores que articulem ciência, território e justiça social, valorizando saberes locais e promovendo soluções inclusivas e replicáveis. O contato direto com ferramentas tecnológicas torna conceitos muitas vezes abstratos mais compreensíveis e aplicáveis, ampliando o impacto educacional, social e ambiental da atuação universitária nas comunidades amazônicas.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Força-tarefa para socorrer comunidades isoladas pela seca no Pará**. Brasília: MIDR, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/forca-tarefa-para-socorrer-comunidades-isoladas-pela-seca-no-para>. Acesso em: 3 abr. 2025.

FREITAS, M. A. de; RODRIGUES, L. F. **Agricultura familiar e tecnologias sociais: caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Revista Extensão Rural, Santa Maria, n. 27, p. 55–72, 2022.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Atingidos por barragens: indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais de Tucuruí lutam por seus direitos**. Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil, 2020. Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/pa-atingidos-por-barragens-indigenas-quilombolas-e-comunidades-tradicionais-de-tucuru-i-lutam-por-seus-direitos/>. Acesso em: 14 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 abr. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras**. Manaus: INPA, 2015. Disponível em: http://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4684/1/hidreletricas_na_Amazonia_v1.pdf. Acesso em: 3 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 5 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Convenção nº 169 sobre povos indígenas e tribais**. Genebra: OIT, 1989. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasilia/convencao169>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANTOS, R. R. **Sistema autônomo de irrigação**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2021. Disponível em: https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/4387/1/TCC_SistemaAutonomoIrrigacao.pdf. Acesso em: 18 mai. 2025.

SILVA, J. P. **Acesso à energia elétrica em comunidades isoladas no Pará**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/1697>. Acesso em: 18 mai. 2025.

FROM BREADBOARD TO THE COUNTRYSIDE: IMPACTS AND OUTCOMES OF UNIVERSITY OUTREACH IN RURAL AUTOMATION IN THE TUCURUÍ HYDROELECTRIC PLANT LAKE REGION

Abstract: *This paper presents the results of the outreach project “From the breadboard to the countryside,” carried out in 2024’s second semester at rural communities near the Tucuruí Lake Region in Pará, Brazil. The project focused on identifying local needs and implementing low-cost technological solutions for rural automation, such as the development of an intelligent irrigation system based on Arduino microcontrollers. Technical visits, meetings with residents, and the construction of functional prototypes were conducted, including an automatic irrigation model and printed circuit boards fabrication. The results highlighted the communities’ interest in accessible technologies and the educational potential of fostering closer ties between the university and rural populations. The initiative contributed to strengthening local autonomy and disseminating practical knowledge in agricultural automation, indicating pathways for future implementations and technological improvements adapted to the regional reality.*

Keywords: *Rural automation, intelligent irrigation, low-cost technologies.*

