

# RAÍZES INTELIGENTES: SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA NA AGRICULTURA QUILOMBOLA

*Smart Roots: sustainability and technology in quilombola agriculture*

Kauany da Mota Cavalcante <sup>1</sup>

Nathaly Costa de Souza <sup>1</sup>

Gilde Silva Veloso <sup>2</sup>

Marcos Brito da Silva <sup>3</sup>

## RESUMO:

O projeto raízes inteligentes: sustentabilidade e tecnologia na agricultura quilombola tem como objetivo proporcionar conhecimento tecnológico para melhorar a agricultura quilombola. Para tanto, a pesquisa de caráter experimental repercute como uma pesquisa-ação e fez o uso de microcontroladores básicos como o ESP32 para a criação de um sistema de irrigação automática. Além disso, ofertou o conhecimento tecnológico para comunidades afrodescendentes com o intuito de instigar os estudantes, membros do citado grupo social para obterem conhecimentos sobre robótica e desenvolver a agricultura local. Para isso se fez necessário a oferta de oficinas na EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva acerca de programação, robótica e eletrônica básica para sistemas de irrigação de hortas e plantações. Desse modo o estudo desenvolvido proporcionou conhecimentos relacionados a tecnologias atuais, proporcionou a motivação para os estudos e a escolha de profissões relacionadas à robótica e,

## ABSTRACT:

*The Smart Roots project: sustainability and technology in quilombola agriculture aims to provide technological knowledge to improve quilombola agriculture. To this end, the experimental research, characterized as action research, utilized basic microcontrollers such as the ESP32 to create an automatic irrigation system. Furthermore, it offered technological knowledge to Afro-descendant communities with the aim of inspiring students, members of the mentioned social group, to acquire knowledge about robotics and develop local agriculture. This necessitated the provision of workshops at EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva on programming, robotics, and basic electronics for irrigation systems in gardens and plantations. Therefore, the study provided knowledge related to current technologies, motivation for further studies and career choices related to robotics, and finally, the improvement of techniques for fieldwork.*

1. Estudantes do 3º Ano da EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva.

2. Especialista em Gestão Ambiental pela Faculdade João Calvino. Especialista em Psicopedagogia Institucional, Clínico e Saúde pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Professor de Geografia da EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva.

3. Especialista em Metodologia do Ensino de Língua Inglesa e Espanhola pela Faculdade Prominas. Professor de Língua Portuguesa na EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva.

por último, a melhoria de técnicas para o trabalho no campo.

**Keywords:** *Quilombola Communities. Opposition to Racism. Automatic Irrigation.*

**Palavras-chave:** Comunidades Quilombolas. Antirracismo. Irrigação Automática.

## 1. INTRODUÇÃO

Comunidades quilombolas, a luz do senso comum, são vistas como primitivas e sem acesso à tecnologia. Diante disso a criação do projeto raízes inteligentes surge como uma excelente alternativa para quebrar essa noção. Além de promover maior sustentabilidade e evitar o desperdício de água, projeto teve como principal objetivo expandir a tecnologia para comunidades quilombolas do município de Salitre-CE, sendo elas o Distrito Lagoa dos Crioulos, Sítio Arapuça e Serra dos Nogueiras. Comunidades essas localizadas na zona rural do município e que na maioria das vezes são marginalizadas, sofrem desigualdade racial e social, como também sofrem com a carência de conhecimentos tecnológicos

Por serem comunidades que tem como principal fonte de renda e sobrevivência a agricultura, foram analisadas as dificuldades que possuíam em manter a agricultura local, em tempos de estiagem. Dificuldades essas que os moradores relataram perder suas plantações por falta de irrigação – mais especificamente hortas tanto pela falta de água quanto pelo racionamento. Além disso, foi possível constatar a falta de conhecimento sobre sistemas tecnológicos que poderiam auxiliar o trabalho. Esses meios promoveriam, se implantados na rotina agrária, uma produção contínua, mesmo quando não há prioridade para o manuseio do plantio, até em período de secas.

Por conta dessa realidade, fez-se necessário buscar formas de beneficiar as já citadas localidades, oferecendo o conhecimento tecnológico com o sistema de irrigação automática.

Diante disso, o projeto Raízes Inteligentes – nome dado ao produto que automatiza a irrigação, desenvolvido por professores e estudantes da EEMTI José Waldemar de Alcântara e Silva – surge com o intuito de facilitar o cultivo e promover acessibilidade a todos os grupos sociais de agricultores e estudantes de diferentes classes, especificamente em comunidades quilombolas. Para isso, o projeto tem como objetivo principal proporcionar o conhecimento e o desenvolvimento de um sistema de irrigação automática para membros de comunidades quilombolas. Promovendo a inovação tecnológica, a sustentabilidade, o desenvolvimento plantações saudáveis reduzindo o desperdício de água e aumentando a eficiência do uso dos recursos hídricos.

Para que essa ação pudesse se concretizar foi necessário expandir o conhecimento sobre sistemas inteligentes de irrigação para estudantes de escolas localizadas em comunidades quilombolas como forma de inclusão digital e desenvolvimento de técnicas agrícolas e alternativas para os estudantes e agricultores; sendo assim, foi realizada a capacitação dos filhos dos agricultores, então estudantes que terão a interação com o produto, pois eles não possuíam conhecimento a respeito da tecnologia e não sabiam como manusear o aparelho. Para isso foi de fundamental importância a capacitação dos estudantes da escola João Rodrigues da Fonseca, localizada no distrito Lagoa dos Crioulos, desde a criação do projeto até montagem e instalação do produto.

Além da formação com os estudantes da comunidade, foi possível também fazer visitas em outras áreas como a Serra dos Nogueiras e Sítio Arapuca, onde só foi possível através da parceria com a Secretaria de Agricultura do município que permitiu mostrar o sistema de irrigação e abriu as portas das associações locais para nortear a respeito das comunidades mais necessitadas. Foram obtidos resultados relevantes, não somente na pesquisa e expansão do projeto, como também na formação humana. Com isso, através das citadas ações e parcerias, foi possível realizar a iniciação tecnológica dos jovens que até então não tinham conhecimento específico, e foi possível levar a esperança para os agricultores quilombolas, pois o sistema de irrigação automática, além de dispensar mão de obra humana, racionaliza o recurso hídrico.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, é frequente o menosprezo relacionado às pessoas e culturas afrodescendentes. Algo que já enraizou no imaginário da população a ponto de ser possível relacionar as funções das pessoas pretas a trabalhos considerados subalternos. Segundo Almeida (2019 p. 51):

Após anos vendo telenovelas brasileiras um indivíduo vai acabar se convencendo que mulheres negras têm uma vocação natural para o emprego doméstico, que a personalidade de homens negros oscila invariavelmente entre criminosos e pessoas profundamente ingênuas [...]

Diante desse contexto se faz necessário uma cultura de afirmação e ascensão social para reverter conceitos tão discriminatórios. Pois, conforme Almeida (2019 p.51), “E a escola reforça todas estas percepções ao apresentar um mundo em que negros e negras não tem muitas contribuições importantes para a história, literatura, ciência e afins, resumindo-se a comemorar a própria libertação, graças à bondade de brancos conscientes”. Para concretizar a afirmação social, a inclusão deles no meio tecnológico é fundamental pois proporciona conhecimento e destrói a ideia de que uma comunidade quilombola é inferior e incapaz.

Para tal afirmação é necessário instigar a comunidade ao meio tecnológico, integrando a tecnologia a atividade do dia a dia. Em comunidades quilombolas, cuja função principal é a atividade rural, a melhor forma de integração digital é através do ensino acerca de um sistema que possa auxiliar nas tarefas de plantio e irrigação. Auxiliando-os através da construção de hortas inteligentes.

O sistema de irrigação automática é uma aplicação prática de automação que permite o controle programado e automático da irrigação de plantações ou hortas. Esses sistemas visam otimizar o uso da água e manter as plantas saudáveis. Para isso, é importante ressaltar o quanto é necessário o uso de microcontroladores para o monitoramento dessa atividade. Sendo assim, o microcontrolador ESP32, de acordo com Murta (2022) “ESP32 é um super chip! Ele possui dois Microprocessadores Xtensa® 32-bit LX6 com até 600 DMIPS [velocidade de processamento]”. Além disso, O ESP32 é um microcontrolador de baixo consumo de energia amplamente utilizado em projetos de internet das coisas.

Junto com o microcontrolador, foi integrado o módulo Relé. Segundo Murta (2022, p. 33) “Esse componente é indicado para acionar cargas que utilizam correntes contínuas maiores do que a suportada pelo Arduino”. Com o auxílio do relé, é possível controlar componentes de alta potência com sinais de baixa potência (ESP32 não suporta tensões maiores que 5V). No contexto do sistema de irrigação automática, o módulo relé foi usado para controlar a válvula solenoide, responsável por liberar a passagem de água para a irrigação.

Por último o módulo RTC DS1307 também foi integrado a placa. Ainda de acordo com MURTA (2022 p. 73) "Esse módulo serve como relógio para projetos com Arduino que precisam do controle do tempo. Pode ser usado como alarme despertador, controle automatizado de operações temporizadas [...]". Isso é fundamental para programar horários de irrigação, garantindo que as plantas recebam a quantidade adequada de água no momento certo.

Com os referentes componentes, é possível construir o sistema de automatização, com o controle da irrigação através do horário programado. Este pode ser usado *offline*, sendo necessário o módulo RTC; ou então de modo *online*, não necessitando do componente, pois utiliza o relógio interno do microcontrolador, é usado com a integração do *wi-fi* para ajustar o tempo real. Ambas as formas têm eficiente capacidade nas funções programadas. Por fim, o ensino e uso de tal sistema é uma forma de combate a conceitos tão enraizados na sociedade brasileira por promover conhecimento a povos tão marginalizados e comprovar que são mais do que capazes de atuar em qualquer área da ciência.

### 3. METODOLOGIA

A referente pesquisa é de caráter experimental e repercute como uma pesquisa-ação. O seu desenvolvimento teve início em fevereiro de 2023 através da eletiva "robótica educacional" que forneceu conhecimento acerca de eletrônica básica, programação, microcontroladores e áreas de atuação da robótica. Para ampliação do saber foi estabelecida uma parceria com a Universidade Federal do Cariri – UFCA, a qual ofertou um curso para os estudantes matriculados na eletiva acerca das mais diversas linguagens de programação. Logo após o estudo do curso e concluída a eletiva, foi desenvolvido o primeiro protótipo de irrigação com o microcontrolador Arduino UNO, tendo um sensor de umidade do solo, um módulo relé e uma válvula solenoide na sua estrutura base, integrados ao protótipo.

O funcionamento consistia em acionar a válvula através do módulo relé apenas quando o sensor captasse baixa umidade do solo. O protótipo foi instalado na horta da escola de ensino médio para análise do comportamento e estudo das possíveis falhas.

Devido a falhas na captação da umidade e de durabilidade de componentes, foi preciso modificar o sistema. Para isso, o próximo passo foi o desenvolvimento de um novo sistema de irrigação com o uso do microcontrolador ESP-32, substituindo o Arduino, o módulo RTC – relógio em tempo real – cuja função é iniciar a irrigação através de um horário determinado, dois botões e uma válvula solenoide acionada através módulo relé.

Além do desenvolvimento do circuito elétrico, foi desenvolvido um sistema de vazão, para isso, foram reutilizadas hastes de pirulitos como aspersores. A parte superior da haste foi selada e foram abertos furos bem estreitos em seu corpo para a saída da água dando assim maior pressão. Na parte inferior da haste foi feito um corte diagonal para enfiar no corno de uma mangueira, facilitando assim o seu encaixe. Essa técnica foi apresentada pelo Dr. José Milton, em uma palestra realizada na escola sobre técnicas com produtos recicláveis para irrigação.

Após concluída a fase de criação e de testes foi desenvolvido o produto final. Esse foi instalado na horta da escola e analisado o seu funcionamento por um período de quatro meses. Foi realizado também, testes de durabilidade dos aspersores, testes de consumo elétrico e de vazão da água também foram realizados.

Após adquirir conhecimento suficiente e com a consciência da relevância do projeto, foram realizadas palestras e capacitações para estudantes da EMEIF João Rodrigues da Fonseca, localizada na comunidade quilombola Lagoa dos Crioulos, distrito do município de Salitre-Ce. Comunidade essa marcada por desigualdade, preconceito e discriminação, cuja população, em sua grande maioria, sobrevive e possui como principal renda a agricultura. Ao fim da capacitação, foi aplicado um questionário sobre as perspectivas da importância da tecnologia para a comunidade. Após realizada a capacitação com os alunos, foi feita a proposta para que pudessem visitar a escola de Ensino Médio, localizada na sede do município, para conhecer o produto em funcionamento na horta escolar. Depois que os alunos tiveram conhecimento sobre o sistema e como funcionava na prática, foi realizada uma parceria para a instalação sistema na escola da comunidade.

Além disso, foi realizada uma parceria com a Secretaria de Agricultura do município, onde se apresentou o produto já pronto e durante a conversa obteve-se mais um apoio da secretária, para que fosse possível implantar o sistema em mais comunidades quilombolas. A exemplo, o Sítio Arapuca, comunidade muito simples e que muitos agricultores locais sofrem muitas perdas de hortaliças. Foi feita a visita no sítio apresentado o produto, o passo a passo de todo funcionamento e como seria a instalação e todo processo de monitoramento. Por fim, foram realizadas parcerias entre as escolas das comunidades Lagoa dos Crioulos e Serra dos Nogueiras para a implantação da horta, a instalação do sistema de irrigação e o auxílio para os estudantes recém-capacitados. Essa última ação proporcionará a continuidade do projeto e a assistência técnica para a comunidade.

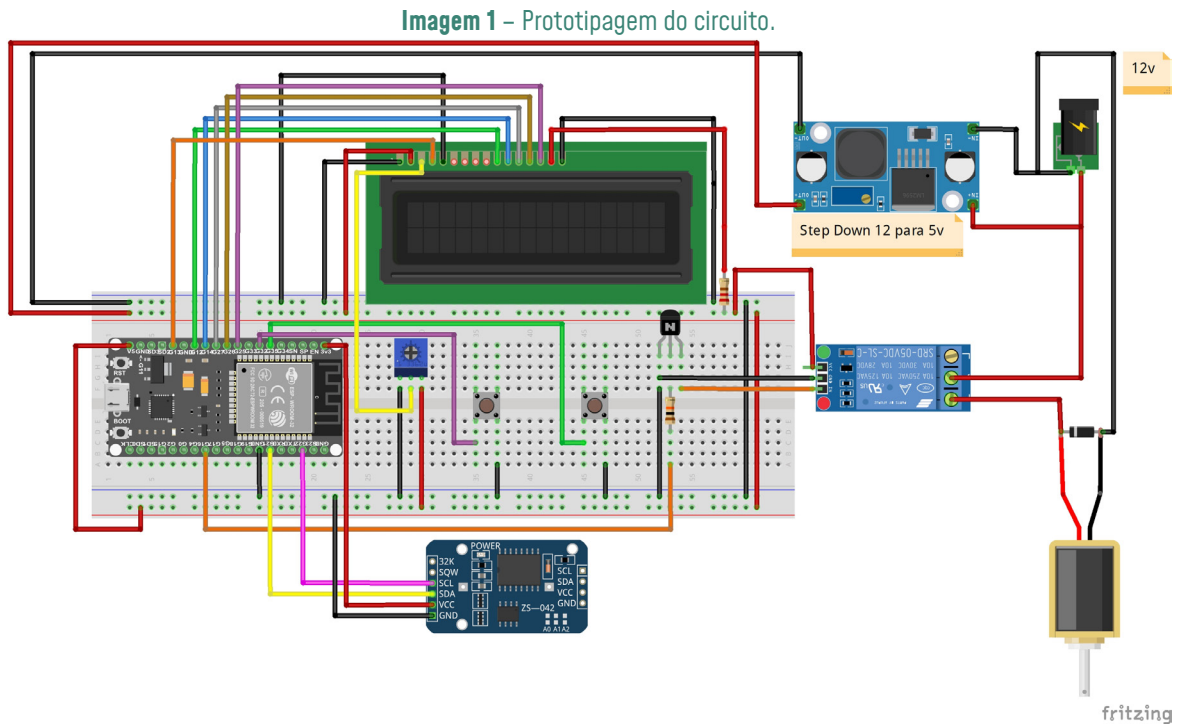
#### 4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através do curso ofertado pela UFCA e graças ao conhecimento adquirido na eletiva de robótica educacional, e da palestra sobre a utilização de produtos nocivos ao meio ambiente de forma benéfica, realizada pelo Dr. José Milton, que ensinou como utilizar técnicas com produtos recicláveis para irrigação, foi possível adquirir conhecimentos necessários para o desenvolvimento do sistema de irrigação que tem como nome Raízes Inteligentes. O primeiro protótipo, que integrava um sensor de umidade do solo, durante o período de testes, foi possível constatar que o referente sensor, após o período de 30 dias de uso, desgastou e perdeu os componentes metálicos com o efeito da corrosão. Isso acarretava em falhas nos valores coletados de temperatura do solo, tornando ineficiente o acionamento da irrigação. Portanto se fez necessário alterar a forma de funcionamento do protótipo.

Diante de tais resultados, fez-se necessário alterar os componentes do sistema. Sistema esse que teve o Arduino Uno, e o sensor de umidade do solo, alterados por um microcontrolador ESP32, integrado ao microcontrolador estão um módulo para estabelecer o horário em tempo real, módulo RTC [apesar do micro-controlador possuir um módulo em tempo real integrado à placa – que funciona através de um horário estabelecido pela conexão *wi-fi* – o uso de um módulo externo foi necessário pois não há certeza de conexão sem fio em comunidades rurais]; dois botões denominados por “modo” e “manual”; e outro componente que tem a função de interruptor eletrônico, módulo relé. Com o uso destes componentes foi possível programar o acionamento de uma válvula solenoide e definir a irrigação no momento programado.

O novo sistema, quando o botão “modo” é pressionado, possui três modos de pré estabelecidos para o início da irrigação: quando pressionado uma vez, o sistema funciona no modo automático, aonde o horário

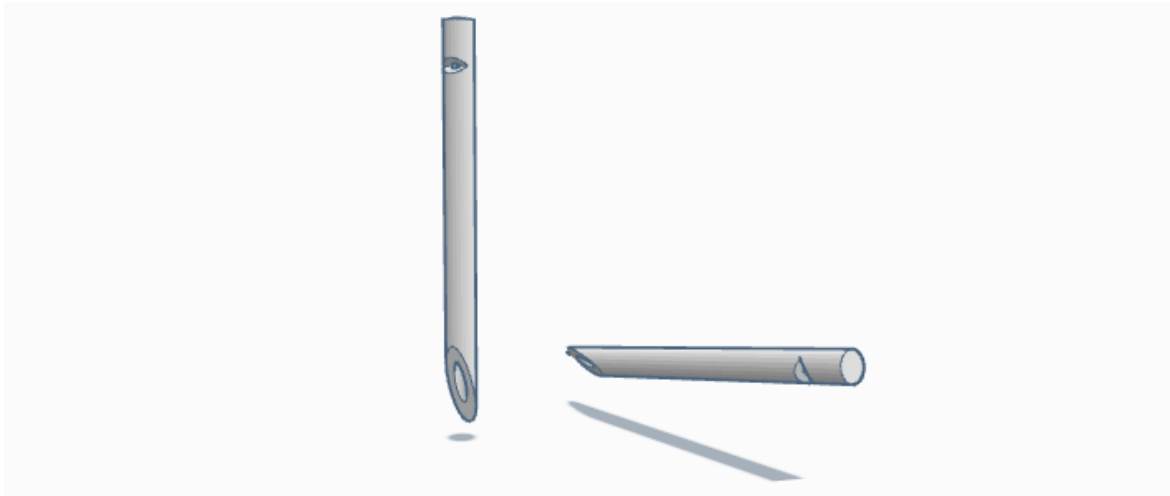
de início e de término da irrigação é determinado no código programado; quando pressionado duas vezes, o sistema funciona no modo manual, que só permite o início da irrigação quando pressionado o botão "manual"; por fim, ao pressionar uma terceira vez o sistema não funciona, fica no modo denominado por "desligado" e apenas mostra o horário em um display LCD 16x2 também integrado ao circuito. Além dos componentes já citados, estão também integrados ao circuito um regulador de tensão step down LM2596, um transistor npn bc547, uma fonte de 12v, um potenciômetro, um diodo em paralelo com a válvula, um resistor de 10k ohm e um resistor de 220 ohm. O protótipo está estruturado na imagem a seguir:



Fonte: Fritzing, 2024.

No ambiente escolar, o circuito foi implantado em uma horta de 14 metros quadrados (7 x 2m.), junto à instalação do sistema hídrico, foram inseridas hastes de pirulitos, sendo definida a estes a função de aspersor – Os diversos aspersores de hastes de pirulito, espetados por todo o corpo da mangueira distribuem a água por toda a horta estão ilustrados na imagem 3 – esses são espetados na parte por todo o corpo de uma mangueira conectada à válvula solenoide, jorrando a água e atingindo de forma abrangente toda a área da horta. O circuito, se ligado à rede água local, fornece cerca de 48ml por aspersor, o conjunto de 19 aspersores instalado no sistema de irrigação da horta libera aproximadamente um litro por minuto, trazendo assim uma maior facilidade para trabalhos manuais e diminuindo o desperdício de água com uma irrigação uniforme. Vale ressaltar que aspersores recicláveis de palitos de pirulitos necessitam de uma manutenção a cada 4 meses, pois os mesmos acabam ficando ressecados decorrentes do sol ou entupidos por acúmulo de lodo no seu interior - Nesse caso quando a água é proveniente de barreiros ou poços.

**Imagem 2** – Modelo de aspersor com hastes de pirulito reciclados.



Fonte: Tinkercad, 2023.

Após concluído o sistema e os testes, constatou-se que o circuito elétrico consome cerca de 1,40 kwh o que nos promove um gasto de cerca de 0,22 centavos por dia e mensalmente um gasto de 6,65 R\$ dependendo do valor regional do kwh.

**Imagem 3** – Sistema de Irrigação Raízes Inteligentes em funcionamento.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Com o intuito de divulgar o conhecimento adquirido e de promover uma educação antirracista foi possível compartilhar com comunidades consideradas marginalizadas, que muitas vezes não têm o conhecimento por falta de oportunidade e o conhecimento com palestras e capacitações com os estudantes da escola João Rodrigues da Fonseca. Deste modo 17 estudantes da referente escola participaram da capacitação, com duração de 5 horas-aula, ofertada na escola de Ensino Médio. Feitas as ações foram obtidos resultados plausíveis sobre o uso da robótica na rotina diária e a escolha profissional.

Após a capacitação foi realizada a instalação do circuito na escola da comunidade Lagoa dos Crioulos. Nesse período foi plausível a ajuda dos alunos da escola da comunidade. A instalação foi um sucesso. Em relação ao monitoramento do sistema, os próprios alunos já conseguiam fazê-la. Enviando à escola estadual, problemas referentes à instalação, consumo de água e desenvolvimento das plantas.

De acordo com o resultado do questionário aplicado aos estudantes da comunidade quilombola antes do curso ministrado – 17 alunos – o resultado obtido é que apenas 14% tinham conhecimento sobre robótica e 29% tinham conhecimento sobre as profissões relacionadas à tecnologia. Após o curso de capacitação do projeto Raízes Inteligentes foi possível obter resultados positivos: 100% dos alunos acreditam que a robótica pode impactar positivamente nas atividades diárias da sua comunidade; cerca de 93% dos alunos se sentiram capacitados para desenvolver produtos inteligentes; 93% confirmaram que o curso ofertado foi impactante para sua formação educacional e 35% acreditam que são capazes de se tornarem profissionais da tecnologia no futuro.

Após a parceria com a Secretaria de Agricultura do município de Salitre, foi possível expandir o projeto para as demais comunidades quilombolas através de uma reunião com os moradores das localidades no sítio Arapuca. Essa parceria despertou o interesse dos moradores para a instalação do projeto. E também possibilitou a distribuição de uma unidade do sistema “raízes inteligentes” para a população daquela região e fornecer um acompanhamento direto com a comunidade compartilhando os benefícios da tecnologia que antes era desconhecida. Além de poder ter um produto que automatiza a irrigação, os próprios filhos, estudantes capacitados, teriam domínio da programação e funcionamento do mesmo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme a tecnologia avança, a rotina do ser humano é otimizada. A referente pesquisa trouxe como ponto de reflexão o quanto ainda a mudança rotineira de trabalho é possível otimizar com o uso da tecnologia. O sistema de irrigação automática desenvolvido, além de contribuir para a economia de recursos hídricos, permite também criar expectativas que futuramente contribuirão para a melhoria da comunidade e proporcionar diversos benefícios, desde a redução do desperdício de água até o aumento da produtividade. Por ser usada em sua estrutura um sistema de código aberto - C++ -, é possível divulgar o conhecimento até para as comunidades mais carentes de tecnologia promovendo assim a inclusão social e digital.

Ao ser realizado todo esse processo de visitação em todas as comunidades quilombolas foi possível concluir o quão gratificante foi a ideia de criação, oferta e implantação desse produto. Cada pessoa com seu jeito de entender, aprender, ensinar e viver em meio as dificuldades que a estiagem proporcionava. Refletiu-se não somente como o projeto foi inovador, como também esperançoso para essa população que até alguns tempos passados não tinham conhecimento tecnológico e agora contam com tecnologia



dentro da própria agricultura. O sistema de irrigação automática desenvolvido tende a contribuir para uma melhoria significativa no setor agrícola como também despertar na comunidade quilombola a curiosidade e vontade de desenvolver o conhecimento tecnológico.

Conclui-se que a eletiva Robótica Educacional e as demais parcerias proporcionaram um vasto conhecimento tecnológico. Tais saberes permitiram levar o aprendizado eletrônico para a realidade local com a criação e implantação de inovações tecnológicas. Após ser analisada a sua importância no cotidiano, constata-se que é necessário expandir o projeto para comunidades que sofrem com a falta de informação por não estarem diretamente incluídas com a zona urbana e por serem historicamente marginalizadas por sua cor. Portanto tal projeto afirma a importância da escola em tempo integral para desenvolvimento da ciência, o estímulo à pesquisa e a ações afirmativas e combate à discriminação.

---

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, *Silvio Luiz de*. **Racismo estrutural**. São Paulo: Sueli Carneiro; Pólen, 2019.

AUTODESK TINKERCAD. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/dashboard>. Acesso em: 22 fev. 2024.

FRITIZING. Software Fritzing BETA. Disponível em: <http://fritzing.org/download/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

LOUSADA, Ricardo. O que é Arduino: Para que Serve, Vantagens e como Utilizar. Blog Eletrogate, 2020. Disponível em: O que é Arduino: Para que Serve, Vantagens e como Utilizar - **Blog Eletrogate**. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MURTA, José Gustavo Abreu. Conhecendo o ESP32 – Introdução [1]. **Blog Eletrogate**, 2018. Disponível em: Conhecendo o ESP32 - Introdução [1] - Blog Eletrogate. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

MURTA, José Gustavo Abreu, VIDAL, Vitor. **Apostila Kit Arduino Maker**. Belo Horizonte. Eletrogate., 2022. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/>. Acesso em 6 ago. 2023.

VIDAL, Vitor. Programação com Arduino, **Blog Eletrogate**, 2022. Disponível em: <http://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-1/>. Acesso em: 25 fev. 2023.