

ARDUINO E CULTIVO: PROJETO DE HIDROPONIA RESIDENCIAL

MIGUEL PEREIRA MEDEIROS¹, LUCIANA ROCHA CARDOSO²; EZEQUIAS FERREIRA DE SOUZA³; LUDMILA FURTADO BREDER⁴, ANDRÉIA ALMEIDA MENDES⁵

1 Acadêmico do 3º período de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu – MG, 2010563@sempre.unifacig.edu.br.

2 Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu – MG, luroca@sempre.unifacig.edu.br.

3 Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu - MG, ezequias.souza@sempre.unifacig.edu.br.

4 Mestre em Informática pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu – MG, Ludmila@sempre.unifacig.edu.br

5 Doutora em Linguística pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG, andreialettras@yahoo.com.br.

RESUMO

Hodiernamente, vivemos em um paradigma de incessante avanço tecnológico, no qual o esperável é a completa automação na maior parte dos aspectos da vida, desde o simples controle residencial ao mais soberbo reger de uma fábrica. Assim, é preconizada a necessidade de uma entrada acessível ao preparo letivo de uma geração a um dos poucos ofícios que se manterão relevantes em um futuro automatizado, o profissional de Automação Industrial. E é nesse sentido que a criação e adoção de ferramentas abertas e acessíveis como o Arduino são essenciais no aprendizado e no desenvolvimento de saberes e habilidades relacionadas a mecanismos de controle e automação, seja ela em escala residencial ou industrial. É pensando nisso que se demonstra um pequeno projeto de automação hidropônica em escala singular. O intuito, além do caráter instrutivo no aprendizado de Arduino, também é de natureza ecológica, demonstrando uma maneira residencial e sustentável de cultivo para consumo consciente. Assim, apresenta-se, de forma documental, todo o projeto que envolve o aprendizado de eletrônica básica e arduino para a construção de um protótipo capaz de executar a tarefa imposta de gerenciar um ambiente propício para o crescimento de uma pequena planta.

Palavras-chave: Arduino; Automação; Hidroponia; Sustentabilidade.

ARDUINO AND CULTIVATION: RESIDENTIAL HYDROPONICS PROJECT

ABSTRACT

Today, we live in a paradigm of incessant technological advancement, in which what is expected is complete automation in most aspects of life, from simple residential control to the most superb running of a factory. Thus, the need for an accessible entrance to the teaching preparation of a generation to one of the few trades that will remain relevant in an automated future, the Industrial Automation professional, is advocated. And it is in this sense that the creation and adoption of open and accessible tools such as Arduino are essential for learning and developing knowledge and skills related to control and automation mechanisms, whether on a residential or industrial scale. It is with this in mind that a small hydroponic automation

project on a singular scale is demonstrated. The purpose, in addition to being instructive in learning Arduino, is also ecological in nature, demonstrating a residential and sustainable way of cultivation for conscientious consumption. Thus, it is presented, in a documental way, the entire project that involves the learning of basic and Arduino electronics for the construction of a prototype capable of performing the imposed task of managing an environment conducive to the growth of a small plant.

Keywords: Arduino; Automation; Hydroponics; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A partir da visão globalizada do mundo que temos, questões como a incansável evolução tecnológica e a inerente automação de processos, serviços e trabalhos que se estende cada vez mais, fica claro que as opções de trabalho se tornam cada vez mais limitadas e a mão de obra cada vez menos necessária. Se antes a revolução das máquinas permitiu que trabalhos simples e tediosos fossem automatizados, agora, com a 4ª revolução industrial e a industrial 4.0, as máquinas são capazes de competir e substituir os humanos nas mais diversas áreas.

as tecnologias digitais, fundamentadas no computador, software e redes, não são novas, mas estão causando rupturas à terceira revolução industrial; Estão se tornando mais sofisticadas e integras e, por consequentemente, transformando a sociedade e a economia global (SCHWAB, 2019, p.9).

Assim, poucas opções de trabalho restarão no futuro, entre elas, profissões que demandam trabalho social e “resolvedores de problemas”, profissionais capazes de resolver os problemas do mundo moderno, como desenvolvedores de *software*, analistas e gestores.

Com base nessa percepção das dificuldades do futuro, um dos maiores problemas a serem resolvidos é justamente a falta de profissionais da área e como isso pode estar relacionado a inacessibilidade do ensino de fundamentos básicos para o setor. Dessa forma, a automação de processos vem se tornando cada vez mais uma questão de extrema importância no mundo vigente e, ao mesmo tempo, a alta necessidade de profissionais formados neste campo de estudo aumenta consideravelmente; simultaneamente, a complexidade de formação profissional desta área afunila a entrega de pessoal capacitado.

Objetiva-se, com este artigo, apresentar um projeto prático de aprendizado em eletrônica base e automação, utilizando, para tanto, uma resolução simples mas escalável e que seja a porta de entrada para o aprendizado de novas áreas de conhecimento do mundo moderno.

2 POR QUE UTILIZAR O ARDUINO

Nascido nas salas de aula do *Interactive Design Institute* em Ivrea, na Itália, instituto este criado por Massimo Banzi e outros fundadores, o Arduino surgiu como um projeto aberto de uma plataforma de prototipagem eletrônica com o intuito de permitir que qualquer pessoa fosse capaz de construir o que desejasse. Assim, o Arduino teve como principais características de seu desenvolvimento ser um dispositivo fácil de montar e com uma linguagem simples de se aprender. Graças a essa ideia inicial de acessibilizar o mundo da eletrônica para todos e de ser um projeto aberto no qual qualquer um poderia contribuir à sua maneira, o Arduino se tornou uma valiosa peça de *hardware* para profissionais, estudantes e entusiastas da eletrônica digital, contando com uma vasta comunidade ao redor do mundo e diversos projetos profissionais com sua utilização (ARDUINO, 2018).

FIGURA 1: Criadores do Arduino



Fonte: Randi Klett / IEEE Spectrum.

A partir dessas características, o Arduino se tornou uma notável plataforma eletrônica que é ao mesmo tempo acessível, poderosa e dinâmica; uma ferramenta de metodologia assertiva no ensino de eletrônica digital para os mais abrangentes grupos interessados. (ARDUINO, 2018). Essa ferramenta será utilizada na execução da prototipagem do projeto presente neste artigo.

Dessa forma, fica evidente que a utilização do Arduino neste projeto não se dá como um simples capricho ou escolha impensada, sua criação e história faz do Arduino uma ótima

ferramenta graças a sua natureza “open-source”, o que possibilita a abstração de resoluções dos problemas pela comunidade; sendo assim, boa parte do conteúdo criado para Arduino é público e de uso livre, o que permite reuso de trabalho já constituído, facilitando a criação de novos projetos que, dessa forma, não precisam reconstruir toda a sua base e podem aproveitar dos frutos e auxílio da comunidade (ARDUINO, 2018).

FIGURA 2: Placa Arduino



Fonte: Arduino.cc.

3 AUTOMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Atualmente, a sustentabilidade também vem tomando partido nas relações de criação e consumo em uma sociedade que vem se tornando cada vez mais consciente de seus deveres com a Terra, isso pode, à primeira vista, parecer contraditório ao movimento de automação e de alta produção e desenvolvimento que a tecnologia vem viabilizando, mas, no fim, a relação entre a automação e a sustentabilidade não tem nada de contraditório, pois há a convergência para um futuro de desenvolvimento completamente sustentável. Assim sendo, basta ver o real significado de desenvolvimento sustentável proposto pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD); para a instituição, o desenvolvimento sustentável é todo desenvolvimento que “atenda às necessidades do presente sem comprometer a

capacidade das gerações futuras atenderem também às suas” (CMMAD, 1991, p. 9), ou seja, a boa aplicação da automação, seja industrial ou residencial, pode gerar um impacto sustentável no futuro.

Outro aspecto importante da automação é a contribuição dada ao meio ambiente: percebe-se que as indústrias e empresas estão buscando se adaptarem a esse novo modelo de negócio, que visa à sustentabilidade como principal foco em seus planejamentos. Passaram a ver o assunto como necessidade (CAMPOS; STAHLHOEFER; CAMPOS, 2011, p.21-22).

Assim, a automação consegue adquirir características sustentáveis de diversas formas, desde a redução do consumo de recursos naturais, como energia e água, a partir de um uso e reuso inteligente e autônomo, garantindo um não desperdício. Além disso, um sistema automatizado pode ser programado para ser desligado sempre que seu uso for desnecessário, evitando paradas desnecessárias ou manutenções por mal-uso ou erro humano, otimizando o uso de energia e de recursos naturais (TORRES, 2012).

O apoio tecnológico de organizações mundiais na padronização de recursos de equipamentos é um exemplo disso. Hoje, equipamentos e soluções inteiras de automação já saem de fábrica com o selo verde de sustentabilidade, não só por consumirem menos, mas também por terem sido concebidos em um perfil de aplicação padronizado que permite que a própria planta possa desligar-se em áreas ociosas (TORRES, 2012, on-line).

Além das característica sustentáveis por meio de uso inteligente de recursos, seja onde for, a automação pode ter fortes laços com o agronegócio, no qual, por muito tempo, trabalhos como plantio, rega, fertilização e colheita que eram completamente manuais e pós-revolução industrial parcialmente mecanizados, hoje podem ser completamente automatizados, o que garante um aumento no cultivo de forma inteligente e sustentável e evita o desperdício e práticas predatórias ao ambiente em uma tentativa de aumento de produtividade (CRUVINEL; TORRE-NETO, 1999, on-line).

A aplicação mais notória e talvez a pioneira da revolução digital na área agrícola é a automação da medição de parâmetros agrometeorológicos que passou de um processo manual rudimentar, com amostragens discretas e suscetível a diversos tipos de falhas, para um sistema de medida totalmente automatizado que oferece o registro contínuo de dados com extrema confiabilidade. Desde então, os trabalhos que se utilizam do monitoramento automático de sensores no campo têm contribuído não somente para o aumento da produtividade, mas também para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e para a preservação do meio ambiente (CRUVINEL; TORRE-NETO, 1999, on-line).

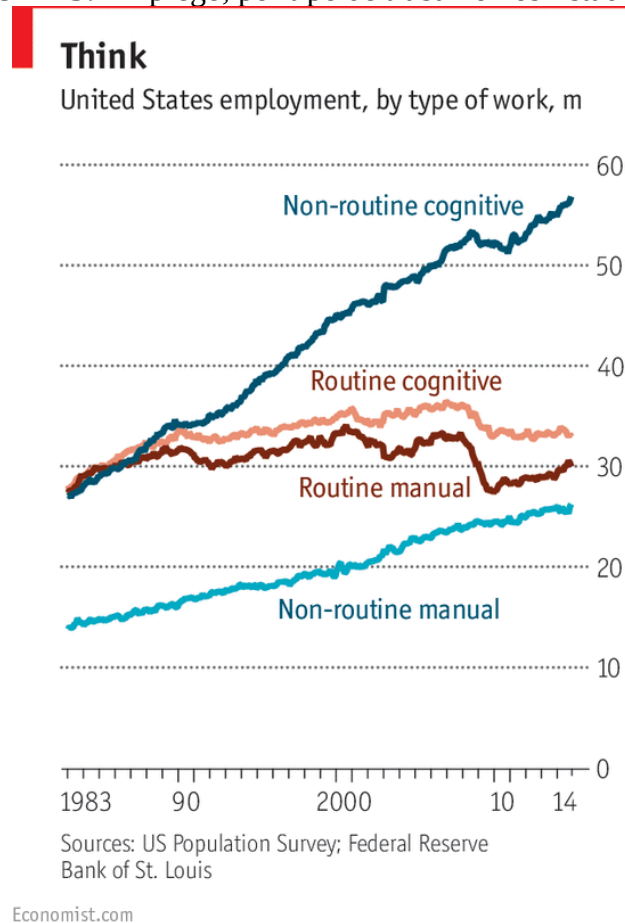
E é neste âmbito em relação automação de medição de parâmetros, que, apesar de uma forma extremamente mais simplista, o projeto aqui apresentado servirá de exemplo prático e

real do aprendizado e da aplicabilidade dos conceitos de automação em um projeto de prototipação de hidroponia residencial que poderá ser replicado por qualquer um.

4 AUTOMAÇÃO E O FUTURO DOS TRABALHOS

A automação é um tópico complexo para as relações de trabalho do futuro; por um lado, ela pode permitir um desenvolvimento sustentável e acessível às massas, por outro, ela mingua as alternativas de trabalho existentes, por exemplo, nas palavras de Klaus (2019, on-line), “Hoje, é possível criar uma unidade de riqueza com muito menos trabalhadores, em comparação há 10 ou 15 anos, porque os custos marginais das empresas digitais tendem a zero”, ou seja, cada vez menos trabalho é necessário nas empresas modernas.

FIGURA 3: Emprego, por tipo de trabalho nos Estados Unidos



Fonte: The Economist <<https://www.economist.com/special-report/2016/06/23/automation-and-anxiety>>

Dito isso, cada vez mais a automação é um futuro inevitável e, como nas palavras de Klaus (2019, on-line), “como resultado, os grandes beneficiários da quarta revolução industrial são os provedores de capital intelectual ou físico – os inovadores, os investidores e os acionistas”. Ou seja, as forças de trabalho futuras devem se preparar para atuações

consideradas insubstituíveis a longo prazo como os profissionais de desenvolvimento de *software* e *hardware* que serão as cabeças do futuro de automação vindouro.

5 METODOLOGIA

O trabalho em questão tem como intuito apresentar e demonstrar uma prototipação de mini-estufa construído com Arduino e a ferramenta on-line de simulação *Tinkercad*; sendo assim, o trabalho tem por natureza um viés explicativo. Aqui serão apresentados os métodos, os processos e os motivos no desenvolvimento do projeto, desde sua concepção com base nos fatos já apresentados até a construção do protótipo on-line e sua codificação.

Seguindo as afirmações predecessoras, a concepção do projeto visa resolver dois problemas: apresentar um projeto prático para o aprendizado de Arduino com foco em automação e no uso sustentável da tecnologia de automação. Para isso, foi pensando um projeto de simples elaboração, mas de real aplicabilidade e com foco em um desenvolvimento sustentável. Assim foi feita uma série de pesquisas exploratórias em busca de projetos já existentes que poderiam se aplicar aos objetivos deste projeto. No fim, como já dito, optou-se pela formulação de um protótipo de uma mini-estufa, um pequeno projeto hidropônico residencial.

5.1 Proposta do projeto

O projeto em questão é a prototipação do que pode ser chamado de mini-estufa, um pequeno ambiente fechado, controlado pelo Arduino e seus módulos, com o objetivo de propiciar melhores condições de crescimento para uma planta de pequeno porte. O projeto nasceu a partir da ideia de melhorar os já conhecidos sistemas de rega automática com Arduino; mas, aprimorando todo o sistema para, além de manter a planta irrigada, também controlar a temperatura e a umidade do ambiente, dando total autonomia ao projeto, isentado o usuário de qualquer tarefa. Além disso, a prototipação da mini-estufa traz consigo um caráter instrutivo em eletrônica digital, sendo um projeto de conceitos de fácil aprendizado e simples de se colocar em prática. Além da relação prática de ensino, o projeto também traz uma faceta ecológica, demonstrando uma das possíveis aplicações sustentáveis que o Arduino e a automação podem ter em nossas vidas. Por fim, é importante enfatizar que o projeto aqui apresentado é uma prototipação que tem por fim apoiar o aprendizado de eletrônica digital e automação a partir do Arduino e demonstrar a viabilidade prática e real que qualquer um possa aplicar.

5.2 Funcionamento do código

O código, apesar de original, tem sua origem nos mais diversos projetos de irrigação e jardinagem residencial encontrados pelo *Projecthub*, site oficial do Arduino, no qual podem ser encontrados os mais diversos projetos da comunidade como o “Automatic irrigation with DHT22”, de Cristian Cadena, e o “Rega automática”, pelo *Manual Maker*.

Todo o funcionamento do código se dá de maneira simples e direta, baseando-se completamente na obtenção de dados através dos sensores de temperatura e umidade e acionamento de condicionais de acordo com os dados obtidos. Por exemplo, para o controle de umidade, o sensor gera os dados a partir da condição do solo, o código converte a variação do sensor para uma porcentagem de 0 a 100 e, de acordo com essa porcentagem, uma condicional será ativada; caso a umidade seja abaixo da mínima estipulada, o Arduino aciona a válvula solenoide que irriga o solo. A ideia é de que não será necessária a atuação de um usuário no controle da estufa, todo o trabalho será completamente automatizado e dirigido a partir das condicionais.

FIGURA 3: Parte do código

```
int umidadeDoAr, umidadeDoSolo;
float temperaturaAmbiente;

umidadeDoSolo = analogRead(A1);
// Converte a variação do sensor de 0 a 1023 para 0 a 100
umidadeDoSolo = map(umidadeDoSolo, 1023, 0, 0, 100);

// Controlando a umidade do solo
if(umidadeDoSolo < umidadeMinima){
    digitalWrite(saidaDeAgua, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(saidaDeAgua, LOW);
}

//Medindo e calculando a temperatura ambiente
int reading = analogRead(A0);
float tensao = reading*5.0;
tensao /=1024.0;
temperaturaAmbiente = (tensao -0.5) *100;

//Controlando a temperatura com uma lampada e ventoinha
if(temperaturaAmbiente <26){
    digitalWrite(lampada, HIGH);
    digitalWrite(ventuinha, LOW);
}
else if(temperaturaAmbiente>30){
    digitalWrite(lampada, LOW);
    digitalWrite(ventuinha, HIGH);
}
```

Fonte: Acervo Pessoal.

5.3 Construção do projeto

Conforme já apresentado, o projeto consiste em controlar um pequeno ambiente fechado e criar as melhores condições possíveis para o crescimento de uma planta de pequeno porte; para isso, foi utilizado o Arduino e seus módulos para monitorar e manipular o ambiente. Abaixo, segue-se a lista de módulos e peças utilizadas na construção do projeto e sua finalidade prática.

Para o controle de temperatura, é utilizado o TMP36, um sensor analógico de temperatura capaz de medir com precisão uma extensa faixa climática através de um diodo que aumenta sua voltagem de acordo com a temperatura. A utilização do sensor para monitorar a temperatura junto de uma lâmpada incandescente capaz de aquecer o ambiente e uma ventoinha capaz de resfriá-lo são os responsáveis por manter uma temperatura estável entre 27 e 28 graus Celsius, o ideal para a maioria das plantas caseiras. Agora, o sensor, apesar de reagir de forma diretamente proporcional de acordo com a temperatura, sua saída analógica não é entregue em uma escala termométrica como *Celsius* ou *Fahrenheit*; para isso, foi necessário tratar dos dados gerados através de um código de conversão. Isso pode ser observado nas figuras 4 e 4, a seguir:

FIGURA 4: Conversão da saída do sensor

```
//Medindo e calculando a temperatura ambiente
int reading = analogRead(A0);
float tensao = reading*5.0;
tensao /= 1024.0;
temperaturaAmbiente = (tensao -0.5) *100;
```

Fonte: Acervo pessoal.

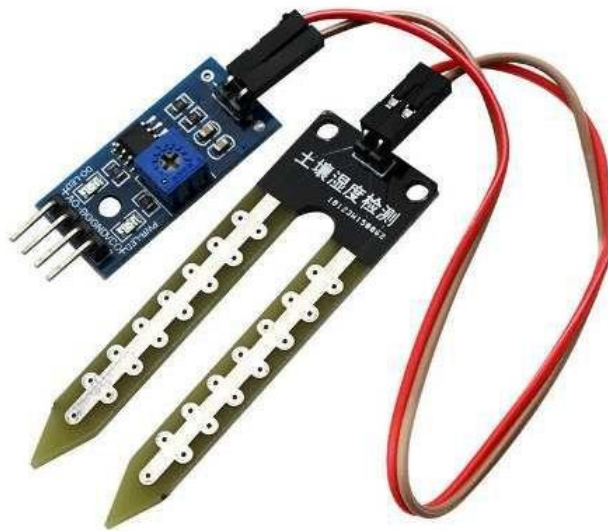
FIGURA 5: Sensor TMP36



Fonte: Autocore Robótica.

Para o controle de umidade do solo, é utilizado um sensor de umidade que é responsável por medir o nível da umidade e, caso esta a umidade esteja abaixo do limiar especificado no código, é acionado um relé (um interruptor eletromecânico) acoplado em uma válvula solenoide em uma fonte de água externa que liberará a água no solo até que a porcentagem de umidade presente ultrapasse o limiar mínimo e o relé desative a válvula. O sensor funciona utilizando como base a resistência da água: uma das hastes emite energia enquanto a segunda é responsável por captar o sinal; pela água ser um bom condutor elétrico, quanto mais água houver entre as hastes, melhor será o sinal recebido, o que refletirá na saída analógica do sensor, que será tratada pelo código no Arduino para se transformar em uma porcentagem de 0 a 99 por cento.

FIGURA 6: Sensor de Umidade do solo



Fonte: Baú da eletrônica.

FIGURA 7: Código para controle da umidade do solo

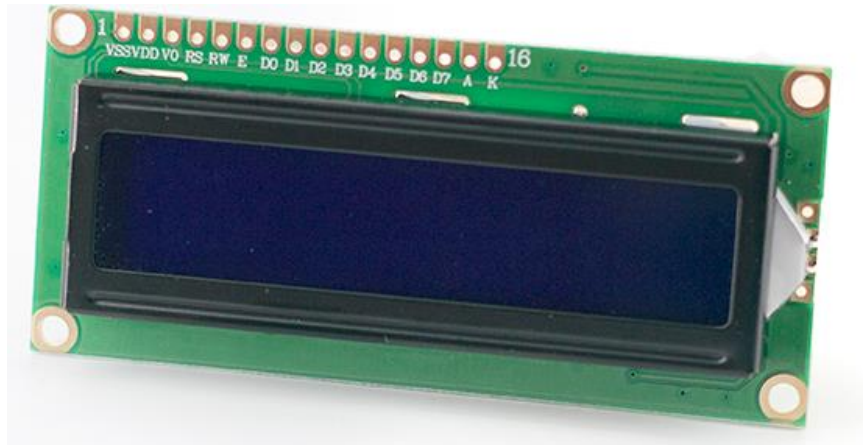
```
umidadeDoSolo = analogRead(A1);
// Converte a variação do sensor de 0 a 1023 para 0 a 100
umidadeDoSolo = map(umidadeDoSolo, 1023, 0, 0, 100);
```

Fonte: Acervo pessoal.

Para que o usuário também seja capaz de verificar o estado do ambiente e se certificar que o controle esteja sendo verdadeiramente executado, é utilizado como interface homem-máquina uma tela lcd (*liquid crystal display* ou Visor de cristal líquido) 16x2, que permite a visualização em tempo real da umidade do solo em porcentagem e a temperatura ambiente em

graus *Celsius*. Além do lcd para o monitoramento, o projeto conta com um interruptor capaz de ligar e desligar todo o dispositivo caso o usuário ache necessário.

FIGURA 8: LCD 16x2

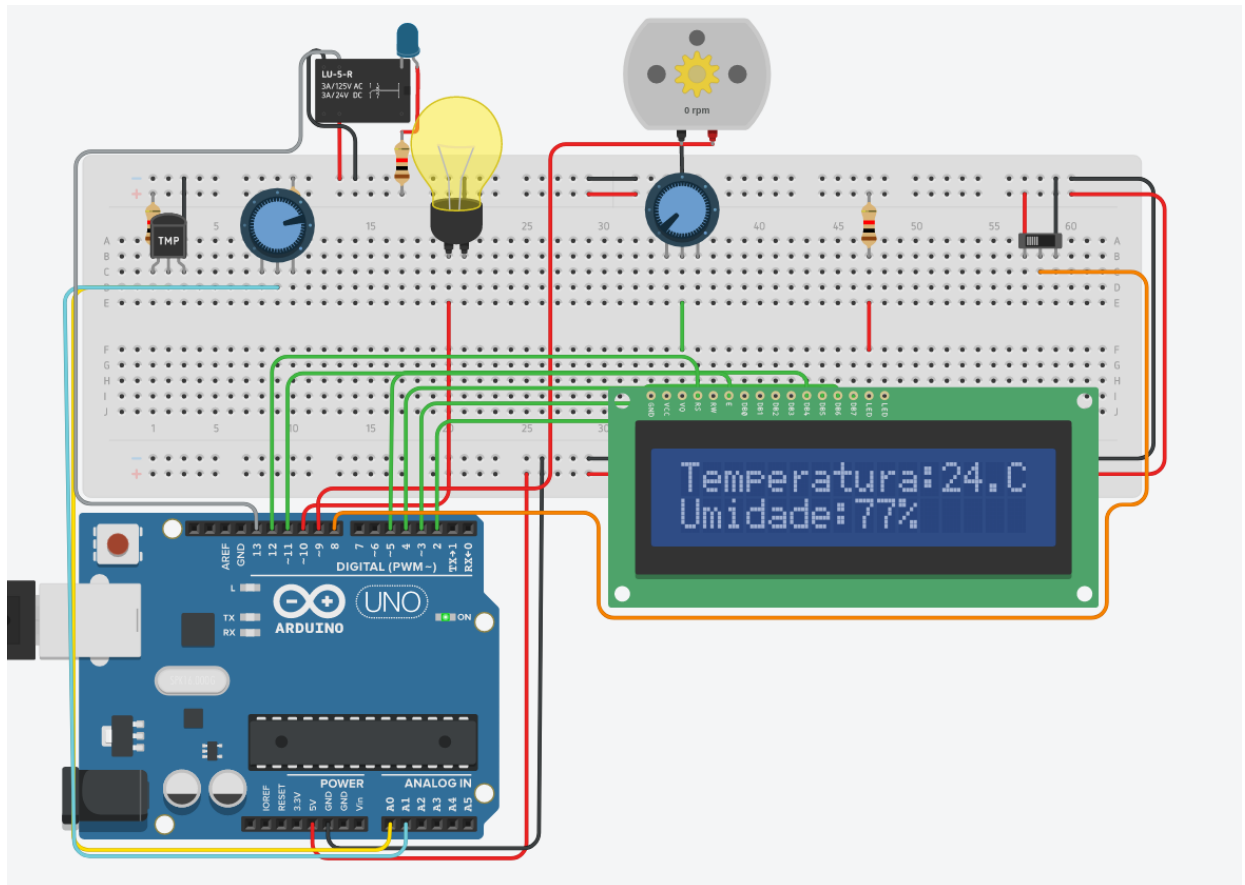


Fonte: FilipeFlop.

Já a montagem do protótipo em si foi feita na ferramenta on-line *TinkerCad*, criada pelos ex-engenheiros do Google *Kai Backman* e *Mikko Mononen* e adquirida pela *AutoDesk*. O foco do tinkercad assim como do Arduino é de ser uma ferramenta simples e acessível, nas palavras de Mononen (2012, on-line), “ainda estamos no mesmo caminho, nossa visão é fazer o design 3-D em geral, e o design de itens físicos em particular, acessível a centenas de milhões de pessoas. A todos”¹. O *Tinkercad*, originalmente, foi criado como uma ferramenta de modelagem 3d, mas, com o passar do tempo, ganhou novas funcionalidades como circuitos e blocos de código, ambos com a mesma filosofia de acessibilidade, assim, atualmente, o *Tinkercad* também possibilita a criação e a simulação de circuitos eletrônicos e Arduino de maneira *on-line* e gratuita (DAHL, 2012).

Graças a isso, em meio ao desenvolvimento do dispositivo, algumas pequenas restrições foram encontradas. Apesar de extremamente útil, a ferramenta ainda tem certas limitações como não ter disponível alguns módulos e peças, como, por exemplo, o sensor de umidade do solo e a válvula solenoide. Para contornar esse problema, foi necessária a substituição do sensor de umidade por um ¹potenciômetro e a não inclusão da válvula; apesar disso, a simulação criada dentro da ferramenta funciona de forma legítima em relação a aplicabilidade real dos circuitos e, em tese, tudo o que funciona dentro da simulação pode ser replicado sem nenhum problema em um ambiente real.

¹ Texto original: *We are still on the same road, our vision is to make 3-D design in general, and the design of physical items in particular, accessible to hundreds of millions of people.*

FIGURA 9: Protótipo feito na ferramenta online TinkerCad

Fonte: Acervo Pessoal.

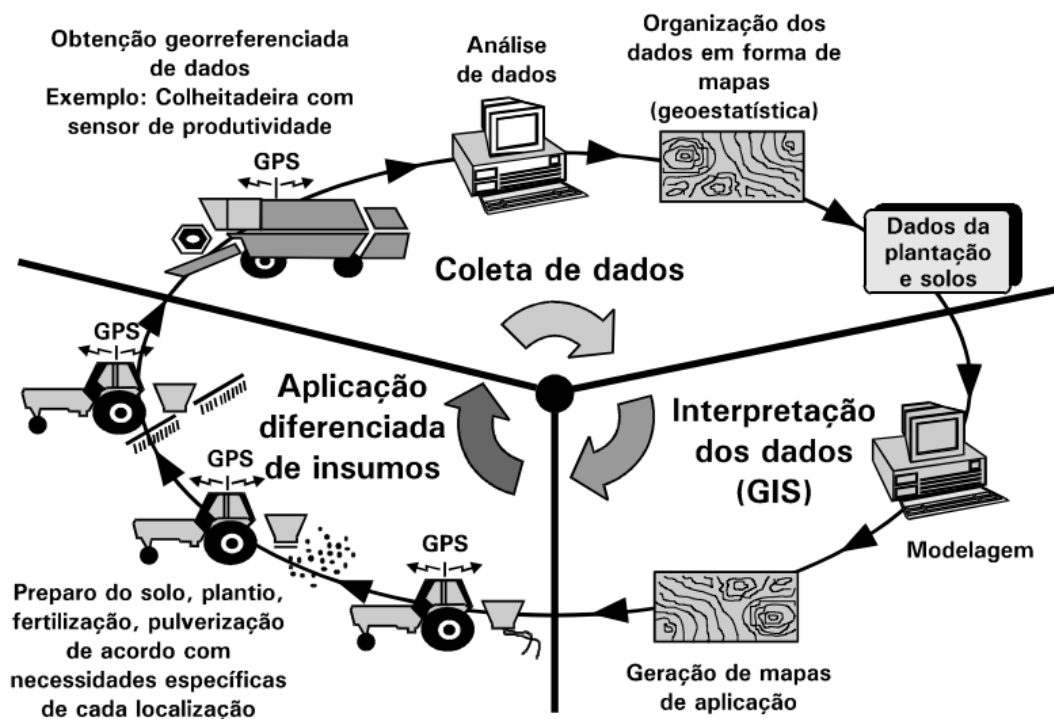
6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Percebe-se, com este estudo, o quão descomplicada a automação de tarefas pode ser com a utilização do Arduino, mas ainda assim há algo a se ressaltar, após a explanação desse projeto e a demonstração da acessibilidade do Arduino no aprendizado e na construção de projetos, percebeu-se algumas limitações do Arduino, ele é considerado “uma ferramenta simples para projetos simples” (ARDUINO, 2018), porém, não. O Arduino é uma ferramenta dinâmica e maleável e este projeto também demonstra isso, uma vez que, apesar da escala singular do projeto, ele aponta para a resolução de um problema global apresentando conceitos e ideias práticas em uma área de aprendizado que, a partir da fundamentação dos conceitos básicos, pode facilmente escalar para a aplicabilidade tecnológica em problemas maiores como a agricultura de precisão, tema em voga em um mundo globalizado de alta necessidade alimentícia.

O uso desse conjunto de tecnologias permite quantificar a variabilidade espacial dos fatores produtivos e, portanto, da produtividade das culturas. A partir dessas informações torna-se possível interferir ou manejar as diferenças quantificadas, por meio da aplicação localizada dos insumos agrícolas, de acordo com a necessidade específica local (SEARCY *apud* BERNARDI; INAMASU; RABELLO, 2009, on-line).

Observou-se que o projeto e as tecnologias apresentadas nele são como um modelo rudimentar das tecnologias utilizadas na agricultura de precisão e servem como uma introdução a temas mais complexos em relação a automação em cenários independentes e amplos como o total controle e a automação agrária em grande porte, utilizando veículos e maquinário automatizado e coleta de dados

FIGURA 8: Ideia básica de um sistema integrado para controle da produção agrícola



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Assim, com todas essas questões devidamente ponderadas, podemos ver a prestabilidade que o aprendizado introdutório de eletrônica e automação por meio do Arduino e seus projetos têm na capacidade de ensino em áreas de grande importância, mas de difícil entrada didática, como dito no estudo de caso de Moreira.

A utilização do Arduino no aprendizado da física proporcionou grande oportunidade de os alunos conhecerem outra face de matérias consideradas “Complicadas”, além da oportunidade de ver que existem outras formas de tecnologia acessíveis e próximas deles, além do celular, computador e etc. Vale ressaltar que todas formas de ensino que desperte o interesse do aluno, que incentive a buscar conhecimento, é válido levar para sala de aula (MOREIRA, 1995, on-line).

Assim, o presente estudo coloca-se como uma das principais portas de entrada para toda a área de automação, seja em micro ou macro estrutura de aplicação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das ideias expostas e da elaboração do projeto, pode-se analisar um uso simples e prático da implantação do Arduino em automações, sendo possível vislumbrar o modo pelo qual a necessidade do aprendizado desta área pode ser considerada crucial para o mercado de trabalho vindouro. Percebeu-se que os avanços tecnológicos e a automação geral dos sistemas podem nos levar a um futuro cada vez mais sustentável; mas, em contrapartida, cada vez mais escasso em trabalho humano.

Por consequência, pensando mais a longo prazo, pode-se enxergar a necessidade de capacitação de profissionais da área de automação e a certificação de novas metodologias que nos auxiliam a lidar com o ensino profissionalizante dessa nova área, assim como o novo funcionamento do modelo estrutural do cenário globalizado.

Ademais, percebe-se a importância do incentivo ao avanço tecnológico, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias de automação em relação a um futuro de desenvolvimento sustentável, no qual a automação é parte fundamental para uma alta produção de bens e serviços como custos ambientais mínimos.

Por conseguinte, o uso do Arduino como método de ensino e prática nas áreas de automação e desenvolvimento sustentável, demonstra-se cada vez mais significativo diante das complexidades profissionais vindouras.

8 REFERÊNCIAS

ADA, Lady. TMP36 Temperature Sensor Overview. **Ada Fruit**. 2020. Disponível em: <<https://learn.adafruit.com/tmp36-temperature-sensor>> . Acesso em: 26 nov. 2020.

ARDUINO. What is Arduino? **Arduino**. 2018. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

BERNARDI, Alberto; INAMASU, Ricardo Yassushi; RABELLO, Ladislau Marcelino. **Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada em sistema de integração lavoura-pecuária:** um estudo de caso. Embrapa. 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/711793/1/PROCICircT93ACB2009.00416.pdf>> . Acesso em: 1 dez. 2020.

AUTOMATIC irrigation with DHT22 . **ProjectHub**. 2020. Disponível em: <https://create.arduino.cc/projecthub/criscade1927/automatic-irrigation-with-dht22-f6a5e8?ref=search&ref_id=irrigation&offset=5> . Acesso em: 3 dez. 2020.

CAMPOS, Paulo; STAHLHOEFER, Priscila Vicente; CAMPOS, Tássia Carolina Lumertz de. **Automação para sistemas de irrigação**. Administração e Ciências Contábeis, p. 21-22, 2011. Disponível em: http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/gestao_premium/dezembro_2011/pdf/automacao_para_sistemas_de_irrigacao.pdf . Acesso em: 30 nov. 2020

CRUVINEL, Paulo Estevão; TORRE-NETO, André. **Agricultura De Precisão:** Fundamentos, Aplicações E Perspectivas Para A Cultura Do Arroz. Embrapa. 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA/9498/1/CT30_99.pdf> . Acesso em: 1 dez. 2020.

DAHL, Timothy. **3-D Design for Idiots:** an Interview With Tinkercad Founder Kai Backman. 2012. Disponível em: <<https://www.wired.com/2012/06/interview-with-tinkercad-founder-kai-backman/>> . Acesso em: 26 nov. 2020.

GOTO, Erik. Automação e Sustentabilidade: Como se interligam?. **Mecatron**. 2020. Disponível em: <<https://mecatron.org.br/blog/automacao-e-sustentabilidade-como-se-interligam/>> . Acesso em: 16 nov. 2020.

STORY and History of Development of Arduino. **Circuits Today**. 2020. Disponível em: <<https://www.circuitstoday.com/story-and-history-of-development-of-arduino>> . Acesso em: 16 nov. 2020.

MOREIRA, A. Rosana. **A utilização da plataforma Arduino em sala de aula:** um estudo de Caso. IFSULDEMINAS. 2017. Disponível em: <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3546/2391>> . Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, Carlos. **Desenvolvimento Sustentável:** Viabilidade Econômica, Responsabilidade Ambiental E Justiça Social. 2011. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/desenvolvimento-sustentavel-viabilidade-economica-responsabilidade-ambiental-e-justica-social>> . Acesso em: 26 nov. 2020.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. In: _____. A quarta revolução industrial. São Paulo: EDIPRO, 2019. p.11-17. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/A_Quarta_Revolu%C3%A7%C3%A3o_Industrial/XZSWDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0 . Acesso em: 26 nov. 2020.

AUTOMATION and anxiety, Will smarter machines cause mass unemployment?. **The Economist**. 2016. Disponível em: <<https://www.economist.com/special-report/2016/06/23/automation-and-anxiety>>. Acesso em: 2 dez. 2020.

THENÓRIO, Iber. MANUAL MAKER - Rega inteligente . **Tinkercad**. 2019. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/things/bbjcsxeGFxS> >. Acesso em: 2 dez. 2020.

TORRES, Leandro. Como a automação pode e deve ser utilizada para construir um mundo melhor. **Instrumatic**. 2012. Disponível em: <<https://www.instrumatic.com.br/artigo/sustentabilidade-atraves-da-automacao-de-processos> > . Acesso em: 26 nov. 2020.

VALDIVIESO, Carlota. **Tinkercad**: All you need to know before getting started. 2020. Disponível em: <<https://www.3dnatives.com/en/tinkercad-all-you-need-to-know-120320204/#!>> . Acesso em: 26 nov. 2020.