

# REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

## IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA EM PEQUENA ESCALA NA AMAZÔNIA: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA APAE DE ALTA FLORESTA D'OESTE/RO<sup>1</sup>

CRISTIANO TORRES DO AMARAL<sup>2</sup>, ALISSON RANIERE TAVARES FERREIRA<sup>3</sup>,  
ELÔILSON DA COSTA RODRIGUES<sup>3</sup>, RAIAN SÂNDER FREITAS DA SILVA<sup>4</sup>,  
RODRIGO MARTINS FRANCISCATO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Publicado no 1º Trimestre de 2018;

<sup>2</sup>Doutorando em Desenvolvimento Regional na Universidade Federal de Rondônia- UNIR, cristiano.amaral@sipam.gov.br;

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Rondônia- UNIR, alissonrtf@gmail.com, eloilsonrodrigues@hotmail.com, rmfranciscato@gmail.com;

<sup>4</sup>Professor do Instituto Federal de Rondônia- IFRO, raian.sander@gmail.com.

### **Resumo**

O abastecimento de água potável tem se tornado um problema frequente em diferentes cidades do Brasil e do mundo. Na Amazônia essa realidade não é diferente e Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) da cidade Alta Floresta D'Oeste, em Rondônia, tem enfrentado dificuldades para realização de suas atividades psicopedagógicas. O racionamento de água compromete as aulas na horta da escola e, pensando nisso, alunos do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desenvolveram um sistema automatizado de irrigação. O protótipo foi desenvolvido em plataforma de código aberto e apresenta baixo custo de instalação. Este texto descreve as etapas e procedimentos adotados para implantação do sistema na unidade educacional.

**Palavras-chave:** automatização, meio ambiente, recursos hídricos, sustentabilidade.

**AUTOMATED IRRIGATION ON SMALL SCALE IN THE AMAZON:  
DEVELOPMENT OF A LOW COST PROTOTYPE FOR APAE OF ALTA  
FLORESTA D'OESTE/RO**

**Abstract**

The drinking water supply has become a frequent problem in different cities of Brazil and the world. In the Amazon, this reality is no different and the Association of Parents and Friends of the Exceptional (APAE) of the city of Alta Floresta D'Oeste, in Rondônia, has faced difficulties to carry out its *psychopedagogical* support. The rationing of water compromises the classes in the school kitchen garden and, thinking about it, students of the electrical engineering course of the Federal University of Rondônia (UNIR) have developed an automated irrigation system. The prototype was developed in open source platform and presents low installation cost. This text describes the steps and procedures adopted to implement the system in the educational unit.

**Key-words:** automated; irrigation management; sustainability.

**Introdução**

De acordo com a Convenção das Nações Unidas de Luta contra a Desertificação (UNCCD, na sigla em inglês) estima-se que até o ano 2025 cerca três bilhões de pessoas serão afetadas pela falta de recursos hídricos. Além disso, menos de 3% da água da Terra é potável e a maior parte desse montante está na forma de gelo polar ou se encontra em camadas profundas e inacessíveis. A quantidade de água potável que está acessível representa menos de 0,25% do total e, o pouco existente, tem sido contaminada pela ausência de saneamento básico (UNCCD, 2017).

O Brasil, mesmo possuindo inúmeras fontes de recursos hídricos, vem apresentando sérios problemas no que se refere à distribuição de água potável à população. Esses problemas ocorrem por falta de uma rede de distribuição eficiente e ausência de saneamento básico. Na Amazônia isso não é diferente, pelo contrário, a situação é alarmante. Os indicadores de saneamento básico demonstram a condição precária do fornecimento de água nas cidades (SNIS, 2015). Em Porto Velho, capital do estado de Rondônia, apenas 2,04% da população

têm acesso ao serviço de coleta de esgoto. No município de Alta Floresta D'Oeste, em Rondônia, com uma população de pouco mais de 50 mil habitantes, a problemática vem se tornando uma frequente, deixando os moradores sem água por longos períodos. Escolas, postos de saúde e o comércio devem adotar medidas de racionamento e economia de água (MORET, 2014).

Por causa dessa escassez de água, a produção agrícola também é comprometida. Assim, um sistema automatizado e eficiente é de fundamental importância para irrigação, especialmente em épocas de seca (BARRETO & PINHO, 2008). Neste sentido, este texto tem por objetivo apresentar uma solução de baixo custo desenvolvida por formandos do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e que foi doada para Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Alta Floresta D'Oeste em Rondônia. No protótipo desenvolvido o objetivo principal era automatizar a irrigação da horta da escola, otimizando a produção e contribuindo socialmente com a comunidade que abriga e educa pessoas com deficiência intelectual.

### **Materiais e Métodos**

A APAE de Alta Floresta D'Oeste é uma associação civil, filantrópica, de caráter, assistencial educacional, sem fins lucrativos. Ela foi fundada em 2003 e em 2004 o Centro Educacional começou a funcionar no pátio de uma igreja local atendendo 30 alunos. Apenas em 2007 a instituição obteve recursos para construir sua escola em uma sede própria (Figura 1). O Centro Educacional da APAE tem por objetivo receber o aluno com deficiência intelectual, buscando a realização de trabalhos manuais e intelectuais para melhoria da qualidade de vida, desenvolvimento da autonomia e a vida em comunidade. Atualmente a unidade atende 98 alunos com faixa etária de zero a cinquenta e oito anos de idade. Esses alunos são inseridos em vários programas de acordo com a idade e suas necessidades psicomotoras.



**Figura 1.** Localização e alunos da APAE

**Fonte:** Adaptado de Sbalchiero (2016).

A APAE funciona no período diurno e está estruturada de modo a atender a todas as faixas etárias por meio dos programas: Programa Pedagógico Específico (PPE); AEE Atendimento Educacional Especializado (AEE); Sócio Ocupacional I e II; EJA (Educação de Jovens e Adultos), comunicação alternativa e oficinas de horta e jardinagem (profissionalizante) com auxiliar de cozinha (profissionalizante).

A unidade da APAE de Alta Floresta D'Oeste foi acolhida para a implantação do sistema de automação da irrigação para apoiar as oficinas de horta e jardinagem, bem como do curso de auxiliar de cozinha, uma vez que possuem grande importância de segurança alimentar e de formação dos alunos. Dessa horta os alunos produzem parte do alimento consumido na escola. A horta é uma das fontes de complementação alimentar dos alunos e, ao mesmo tempo, sala de estudo. A interação dos alunos com a produção da horta estimula o desenvolvimento intelectual e solidário. A implantação da irrigação automatizada possibilitará a manutenção da horta utilizada pelos alunos e, ao mesmo tempo, desenvolver atividades de educação ambiental e sustentabilidade na região amazônica (DI LASCIO & BARRETO, 2009)

Para a implantação do sistema os formandos do curso de engenharia elétrica da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) desenvolveram um dispositivo de controle automatizado de irrigação da horta utilizando uma plataforma de código aberto (open source). A restrição ao abastecimento de água no município compromete a produção, principalmente nos períodos de férias, quando não existem alunos para cuidar da horta

irregular. A necessidade de manutenção da horta da APAE motivou o desenvolvimento do sistema de irrigação sustentável em pequena escala (MORET, 2014).

O circuito eletroeletrônico de baixo custo desenvolvido para o projeto tem como finalidade captar os dados relacionados a umidade do solo e com isso acionar um sistema de irrigação quando necessário. Os materiais relacionados na Tabela 1 abaixo:

**Tabela 1. Lista de Materiais**

Componente	Código	Descrição	Qtd	Custo (R\$)
Arduino	Uno	Plataforma de código aberto.	01 und.	49,90
Válvula solenóide	½ polegada	Válvula de controle da irrigação	01 und.	41,00
Higrômetro	LM393	Sensor de umidade do solo	01 und.	12,90
Mangueira	½ polegada	Irrigação	10 m.	1,20
Fonte	12 V - 2 A	Alimentação Ajustável	01 und.	35,00
Jumpers	-	Para ligação dos componentes	20 und.	19,90
Protoboard	-	Para simulação prática	01 und.	14,19
Resistores 1kΩ	¼ Watt	Circuito eletrônico	03 und.	1,00
Relé 12 V	10 A	Atuador válvula solenóide	01 und.	5,00
Alicate de corte	-	Ferramenta auxiliar	01 und.	25,00
Optoacoplador	4N25	Sensor	01 und.	3,00
Solda Estanho	1 mm	Montagem	10 m.	9,00
Ferro de solda	30 Watts	Montagem	01 und.	35,00
<b>Total</b>				<b>R\$ 252,00</b>

**Fonte:** Adaptado de ROBOCORE, 2017.

Para execução do projeto foi realizada uma vistoria e entrevista com os responsáveis da APAE. A vistoria em campo possibilitou a análise do problema, bem como o detalhamento sobre o uso e a dificuldade da escola em manter a horta em boas condições na região de clima quente (MAROUELLI & SILVA, 2011).

## Revisão Bibliográfica

Os produtos da horta na APAE são utilizados para consumo dos alunos e sala de aula para desenvolvimento humano. Os principais produtos colhidos são as hortaliças, leguminosas e frutos. Além do impacto positivo socioambiental, a produção da horta melhora a qualidade da alimentação dos alunos acolhidos pela instituição e a relação entre as famílias envolvidas. Na Amazônia isso é muito importante e, conforme observado por Di Lascio & Barreto (2009), soluções sustentáveis podem fomentar o desenvolvimento local.

Segundo Marquelli & Silva (2011), a implantação de uma horticultura para consumo próprio também estimula uma relação diferenciada com entre o homem e o meio ambiente, pois aumenta seu conhecimento sobre a técnica e fortalece sua relação com a natureza. Moret (2014) também destaca que a produção em pequena escala contribui para o acesso da população aos alimentos com garantia da qualidade. É possível suprir suas necessidades de consumo, bem como ser economicamente viável, promovendo o bem-estar aos que praticam a técnica no modelo familiar.

O controle da irrigação é uma técnica que tem por objetivo suprir as necessidades hídricas de uma área plantada que possui má distribuição das chuvas (QUEIROZ; BOTREL; FRIZZONE, 2008). A irregularidade da precipitação contribui para má formação das plantas ou baixa produtividade. Para realizar o controle da irrigação automatizada é necessário o monitoramento da umidade do solo (GUIMARÃES & BAUCHSPIESS, 2012).

Um sistema automatizado de irrigação funciona com a supervisão de um sensor que envia informações para uma unidade de processamento central que realiza a liberação de água até uma quantidade determinada. Um sistema automatizado de irrigação pode proporcionar maior produtividade, redução de custos e a melhor utilização dos recursos naturais (BERNARD; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Por sua vez, um sistema de irrigação automatizado utilizando código fonte aberto possibilita a flexibilidade para o agricultor ajustar o tempo de funcionamento do sistema, otimizando a produção de acordo com as características locais sem a necessidade de pagamento de licenças adicionais. O tempo de operação, as condições de umidade do solo e a temperatura do solo são as principais variáveis de monitoramento e supervisão do sistema (CASSIO, 2013).

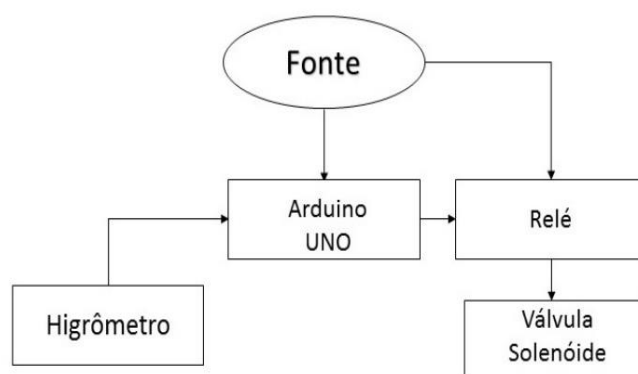
O termohigrômetro é um tipo de sensor feito para detectar as variações de umidade e temperatura no solo. Quando o solo está seco ou muito quente a saída do sensor é ativada. Ele

envia os dados para uma placa de supervisão. Na placa de supervisão existe um algoritmo realiza a leitura dos dados e envia os pulsos de acionamento das válvulas solenoides para esguicho da água em mangueiras (QUEIROZ; BOTREL; FRIZZONE, 2008).

A automatização de sistemas de irrigação destaca-se pela economia de água e energia elétrica. Na irrigação automatizada a eficiência está ligada à uniformidade com que a água é distribuída pelo sistema sobre a superfície do solo e às perdas de água durante a irrigação. O custo do dispositivo também é um diferencial, uma vez que a maioria dos agricultores familiares possuem poucos recursos financeiros para investimento. Contudo, o sistema de irrigação automatizado pode proporcionar condições para maior eficiência no crescimento das mudas e promover a autonomia do produtor (MAROUELLI & SILVA, 2011).

### **Resultados e Discussões**

Para desenvolvimento do projeto foi necessário elaborar um algoritmo (programa) de código aberto que realizasse o controle da placa de supervisão. Neste programa a umidade do solo era monitorada e, quando necessário, e dependendo do nível de umidade de referência previamente definido no programa, o algoritmo liberava um pulso para acionamento da passagem de água pela válvula solenoide (Figura 2). Este programa foi carregado em uma placa Arduino, inicialmente por meio de simulação. A simulação foi realizada na plataforma gratuita *Tinkercad* ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) e o código fonte foi redigido no editor de Sketch padrão Arduino. Este editor utiliza plataforma aberta para o microcontrolador ATmega328 (BANZI & SHILOH, 2015). O código fonte aberto, isto é, o programa desenvolvido pode ser alterado por qualquer pessoa com conhecimento básico em programação, ajustando às suas características regionais sem o pagamento de licenças.



**Figura 2.** Diagrama em blocos do Protótipo

**Fonte:** Autores.

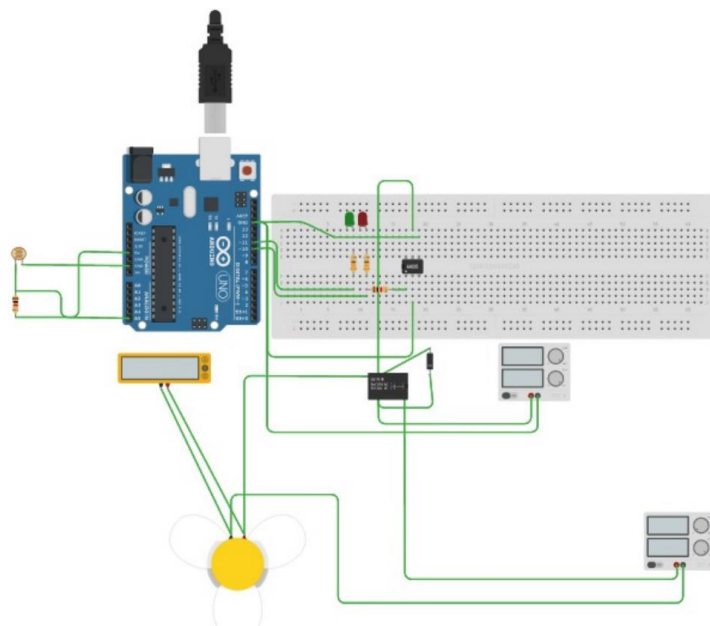
Durante a simulação na plataforma Tinkercad foram feitos acionamentos virtuais dos sensores e controle de acionamento. Para tanto, no código fonte (Figura 3) foram definidas variáveis que estavam relacionadas com o monitoramento desejado (ex: portaseco; portaumido; portaumidade). Este ensaio avaliou o acionamento dos sensores utilizados e a integridade do programa para carga inicial em um *hardware* físico e seguindo o esquema de ligação elétrica da Figura 4.



**Figura 3.** Circuito e Código fonte do protótipo

**Fonte:** Autores.





**Figura 4. Ligações Elétricas e Eletrônicas do Circuito**

**Fonte:** Autores.

Em seguida, foram feitos testes de bancada para ajustes e monitoramento do funcionamento do *hardware* em desenvolvimento. Neste teste foram utilizados pequenos potes de garrafas plásticas com terra (Figura 3). Nestes testes foram ajustados os valores desejados de referência de umidade e seguindo o esquema de ligações da Figura 4. Este ajuste é feito por meio da medida de tensão adequada, que pode ser selecionada entre 0 e 5V para acionamento. Assim, caso a umidade medida pelo sensor estivesse abaixo do estabelecido (tensão), a placa de supervisão acionaria um relé que ligava a válvula solenoide. Caso a umidade estivesse dentro dos padrões desejados e previamente definidos, o sistema permaneceria desligado ou desligaria se estivesse acionado (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).



**Figura 5. Montagem e testes do protótipo na horta da APAE**

**Fonte:** Autores.

Para o controle eletromecânico do fluxo de água no sistema de irrigação foi utilizada uma válvula solenoide que possuía uma bobina interna em formato de cilíndrico, com diâmetro semelhante à mangueira de irrigação. No momento em que uma determinada corrente elétrica passava pelos fios da bobina ela era acionada abrindo a passagem de água com um fluxo previamente ajustado (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

O nível de umidade do solo era medido por um higrômetro. Este sensor detectava as variações de umidade no solo. O limite entre seco e úmido também poderia ser ajustado através de uma resistência variável (potenciômetro) ligada à placa de monitoramento. A alimentação elétrica necessária para o funcionamento deste componente foi feita por uma fonte externa de 5 volts (BANZI & SHILOH, 2015).

A Figura 5 apresenta a montagem do protótipo e testes na horta da APAE de Alta Floresta D'Oeste/RO. O local possui área de cerca de 300 m<sup>2</sup> e a área irrigada com automação correspondia a 30 m<sup>2</sup>. A automação da irrigação tinha por objetivo atender a área onde eram produzidos os itens mais consumidos pela escola, adequando o orçamento disponibilizado com os recursos existentes. A água era levada por mangueiras perfuradas, que liberavam o gotejamento no solo.

O protótipo foi capaz de identificar e atender às condições de ajuste da programação, acionando e desativando as válvulas no momento adequado para manter o solo úmido. Por ser um circuito de fácil modificação, o sistema pode ser ampliado, utilizando, por exemplo, energia elétrica proveniente de microgrids com painel fotovoltaico (AMARAL et al., 2017) e mangueiras com maior extensão para cobrir toda a horta da APAE.

## Conclusões

O sistema de irrigação projeto atendeu objetivos e as expectativas dos usuários. Foi verificado o baixo custo de implantação, bem como a flexibilidade de ajustes, caso sejam necessários. A restrição ao fornecimento de água apresentava-se como dificultador para a realização das atividades psicopedagógicas na APAE de Alta Floresta D'Oeste/RO, contudo, a implantação do sistema automatizado de irrigação reverteu esse cenário.

A implantação da irrigação automatizada em pequena escala na unidade educacional serve de vitrine para outros projetos didáticos de interesse social nos cursos de engenharia. Estudantes de cursos tecnológicos podem ser motivados a produzir soluções semelhantes e, a partir deste protótipo, apresentar melhorias em trabalhos futuros, tais como monitoramento e supervisão remota da temperatura e umidade do solo. Além disso, existem outros desafios na Amazônia que devem ser enfrentados com o uso da tecnologia e estimular esses projetos é de fundamental importância no meio acadêmico. Por isso, soluções sustentáveis, utilizando energias renováveis integradas com sistemas autônomos podem representar um ganho relevante na vida de muitas pessoas na região Norte do país.

## Referências

- AMARAL, C. T. BATISTA, L. J. A. MARTINS, G. K. A. MIRANDA, S. J. F. SILVA, P. C. A. ALECRIM, S. S. As Microgrids e o Poder Naval Auxiliando a Preservação do Meio Ambiente e Proteção da Fronteira: a Contribuição da Indústria Nacional de Defesa para o Desenvolvimento Econômico na Amazônia. In: **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, n. 2. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48248> Acesso em 18 jul. 17.
- BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros Passos com o Arduino**. São Paulo:Novatec, 2015.

BARRETO, E. J. F. PINHO, J. T. **Sistemas Híbridos Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério das Minas e Energias 2008.

DI LASCIO, M. BARRETO, E. J. F et al. **Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas**. Brasília: MME, 2009. Disponível em:  
<[http://jornalggn.com.br/sites/default/files/documentos/solucoes\\_energeticas\\_para\\_a\\_amazonia.pdf](http://jornalggn.com.br/sites/default/files/documentos/solucoes_energeticas_para_a_amazonia.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2016.

CASSIO, W. **Sistema Irrigação Simples**. Disponível em:  
<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/sistema-de-irriga-o-simples> Acesso em 18 jul. 17.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação. 8. ed.** Viçosa: UFV, 2006.

MARQUELLI, W. A. SILVA, W. L. C. **Seleção de Sistemas de Irrigação para Hortaliças**. Distrito Federal: Embrapa, 2011.

GUIMARÃES, V. G. BAUCHSPIESS, A. Automação e monitoramento remoto de sistemas de irrigação visando a agricultura familiar. **In: Anais do XIX Congresso Brasileiro de Automática - Campina Grande de 2 a 6 de setembro de 2012**. Disponível em  
<http://www.eletrica.ufpr.br/anais/cba/2012/Artigos/100079.pdf> Acesso em 18 jul. 17.

MORET, A. S. **Rondônia: 2000-2013**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2014.

ROBOCORE. **Loja Virtual**. Disponível em <https://www.robocore.net/loja/produtos/> Acesso em 18 jul. 17.

SBALCHIERO, R. **Floresta Notícias comemora dia das crianças com alunos da APAE**. Disponível em <http://www.florestanoticias.com/portalnt/radio104-fm-e-florestanoticias-comemoram-dia-das-criancas-com-alunos-da-apae/> Acesso em 15 jul. 17.

SNIS – Sistema Nacional de Informações de Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2015**. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015> Acesso em 17 jul.17.

QUEIROZ, T. M. BOTREL, T. A. FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento de software e hardware para irrigação usando pivô central. **In: Engenharia Agrícola – Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 44-54, jan./mar. 2008**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n1/a05v28n1.pdf> Acesso em 17 jul. 17.

UNCCD - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca Grave e/ou Desertificação. **CIFOR Priorities 2017: Science that impacts forests and people**. Disponível em <http://knowledge.unccd.int/publications/cifor-priorities-2017->

s  
c  
i  
e  
n  
c  
e  
-  
i  
m  
p  
a  
c  
t  
s  
-  
f  
o  
r  
e

s  
t  
s  
-  
a