

# REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DE CONDENSAÇÃO DE AR-CONDICIONADO PARA USO EM IRRIGAÇÃO INTELIGENTE NO IFSP - CAMPUS VOTUPORANGA

Amanda Gabrielli Crepaldi Medina (IFSP – Campus Votuporanga) E-mail: amandagabrielli1@hotmail.com  
Raphael Saverio Spozito (IFSP – Campus Votuporanga) E-mail: rspozito@ifsp.edu.br

**Resumo:** A escassez de água é uma preocupação ambiental em escala mundial. Como consequência, pesquisas são realizadas para a otimização dos recursos hídricos. O uso de águas pluviais ou de condensação de aparelhos de ar-condicionado apresenta-se como uma alternativa para sistemas que não necessitam de potabilidade da água. Em paralelo, com o avanço exponencial das novas tecnologias de automação, é interessante aliar o contexto de sustentabilidade com a implementação de sistemas automatizados, auxiliando na economia de água. Em virtude do exposto, foi efetuado um estudo para analisar o volume de reservatório e a elaboração de um circuito para automação do reservatório e do uso da água em irrigação no IFSP, Campus Votuporanga. Por fim, foi possível verificar que, de acordo com a demanda adotada, o sistema tem grande potencial de se tornar uma solução viável e sustentável, além disso a redução do desperdício que a irrigação inteligente proporciona também é evidente com as simulações de funcionamento do circuito, que só irá irrigar se condições de solo e reservatório se mostrarem adequadas.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, economia de água, irrigação inteligente, automação.

## REUSE OF RAINWATER AND AIR CONDITIONING CONDENSATION FOR USE IN INTELLIGENT IRRIGATION IN IFSP - CAMPUS VOTUPORANGA

**Abstract:** Water scarcity is a worldwide environmental concern. As a consequence, research is carried out to optimize water resources. The use of rainwater or condensation from air conditioners is an alternative for systems that do not require potable water. In parallel, with the exponential advancement of new automation technologies, it is interesting to combine the context of sustainability with the implementation of automated systems, helping to save water. In view of the above, a study was carried out to analyze the volume of the reservoir and the elaboration of a circuit for the automation of the reservoir and the use of water in irrigation at the IFSP, Campus Votuporanga. Finally, it was possible to verify that, according to the demand adopted, the system has great potential to become a viable and sustainable solution, in addition to the reduction of waste that intelligent irrigation provides is also evident with the simulations of circuit operation, which will only be irrigated if soil and reservoir conditions are adequate.

**Keywords:** Sustainability, water saving, smart irrigation, automation.

### 1. Introdução

Atualmente, as questões relacionadas à preservação ambiental e ao uso consciente da água passaram a ser uma preocupação mundial, o que tem impulsionado o aumento crescente de políticas públicas voltadas à promoção de práticas sustentáveis (TUGOZ; BERTOLINI; BRANDALISE, 2017).

Aliado a esse contexto, a busca por soluções alternativas à escassez vem sendo cada vez mais incentivada. Pode-se perceber a promoção dessas práticas em sistemas de captação de águas pluviais, que, segundo Tugoz; Bertolini; Brandalise (2017), resulta na redução do consumo de água tratada, além de promover uma consciência voltada à sustentabilidade. Além disso, uma alternativa que também está sendo inserida às práticas de gestão de recursos hídricos, é a possibilidade do uso da água de aparelhos climatizadores, que também constatam eficiência na redução do consumo de água potável para fins não potáveis (SENGER *et al*, 2018).

É importante salientar que para uma otimização dos recursos hídricos não basta somente um sistema de captação consciente e eficiente, mas também um destino adequado para a água captada.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2009), a atividade agrícola é responsável pelo uso de 70% dos recursos hídricos utilizados no Brasil. Grande parte dessa água é utilizada na irrigação para a manutenção da produção agrícola e pecuária. Por isso é de grande importância que o destino da água captada seja voltado à irrigação.

Entretanto, a agricultura carece do uso de novas tecnologias, principalmente as de baixo custo, afetando diretamente todo o setor econômico, onde há uma necessidade de sistemas de monitoramento e controle da irrigação (ROCHA *et al*, 2014).

O presente trabalho justifica-se pela importância da crescente escassez dos recursos hídricos, que torna a busca pelo uso consciente da água cada vez maior, e esta por sua vez, aliada às novas tecnologias, propicia respostas mais eficientes e produtivas para as pesquisas.

Neste contexto, busca-se realizar um projeto de captação de águas pluviais e provenientes de climatizadores de ar, no intuito de irrigar uma área determinada, através do uso de automação com equipamentos de baixo custo, almejando assim a otimização de recursos hídricos aliado à incorporação de novas tecnologias.

## **2. Revisão da literatura**

### **2.1 Reaproveitamento de águas**

Sobre o aproveitamento de água pluvial Tugoz; Bertolini; Brandalise (2017) abordam a implantação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis, avaliando os resultados obtidos com a utilização de cisternas para a captação e uso da água pluvial, em uma unidade escolar no Paraná. O resultado obtido foi uma redução no consumo de água tratada, fornecida pela empresa de Água e Esgoto, em até 57,97%.

Assim, Tugoz; Bertolini; Brandalise (2017), a partir do estudo, confirmam a eficiência do sistema de captação das águas da chuva na redução do consumo de água tratada, e além de favorecer a utilização economicamente eficiente e socialmente justa dos recursos hídricos, também estimula nos alunos uma consciência voltada à sustentabilidade.

Guterres; Fernandes; Barbacovi (2013) apresentam um estudo que aborda a análise do uso de águas de fontes alternativas no Campus Passo Fundo do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, objetivando determinar a quantidade de água potável que pode ser economizada com a implantação de fontes não potáveis de água em Institutos de Educação Tecnológica. Os autores focaram sua pesquisa no aproveitamento de águas pluviais, sendo considerado o mais vantajoso por eles, destinando sua utilização em banheiros para as descargas das bacias sanitárias e mictórios, obtendo economia em torno de duzentos e setenta mil litros de água potável anualmente.

A conclusão de Guterres; Fernandes; Barbacovi (2013) foi que a utilização de um sistema de captação de água de chuva, não objetiva diminuir o consumo de água, mas, sim, o consumo de água potável, que será substituída por uma água de qualidade inferior, contribuindo para o futuro da sustentabilidade hídrica.

Senger *et al* (2018) realizaram um estudo sobre o reuso da água gerada por climatizadores a partir de pesquisa - ação em instituição pública de ensino; analisando cinco equipamentos com capacidade de 8.000 BTU's, o qual obteve-se o aproveitamento de 3.000 litros de água, em 22 dias, equivalente a um mês de uso, podendo abastecer a cisterna da instituição nos

períodos de menor incidência pluvial, uma vez que a cisterna estará cheia em períodos de chuva. Os autores constataram a possibilidade do uso da água dos aparelhos climatizadores, reduzindo o consumo potável para fins não potáveis, bem como impedir a presença constante da umidade na base das edificações.

Santos (2010) realizou um estudo sobre a aplicação de automação na irrigação, apresentando um método adaptativo para controlar automaticamente um sistema de irrigação. As medições dos parâmetros climáticos, realizadas pelos sensores, são enviadas ao microcontrolador que acionará ou não o sistema de acordo com as condições do solo, controlando assim a lâmina de irrigação.

Dessa forma, Santos (2010) constata que as leituras alcançaram o resultado esperado para o controle automático, sendo bem sucedido nos testes e que a grande vantagem da utilização desse sistema é o controle preciso da lâmina de irrigação, de acordo com o tipo de cultura, tendo grande influência em seu desenvolvimento.

## 2.2 Captação de água pluvial e volume de reservatório

Para o cálculo do volume de captação de água pluvial, a NBR 15527 (ABNT, 2007) estabelece a equação a seguir:

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta_{\text{fator de captação}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde V é o volume mensal de água de chuva aproveitável; P é a precipitação média mensal; A é a área de coleta; C é o Coeficiente de escoamento superficial da cobertura e  $\eta_{\text{fator de captação}}$  é a eficiência do sistema de captação.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007), também descreve alguns procedimentos para dimensionamento de reservatório para água pluvial, são eles: Rippl, Maior período de Estiagem, Métodos empíricos (Brasileiro, Alemão e Inglês) e Simulações.

## 2.3 Captação de água do ar-condicionado

Pardo (2016), em um estudo sobre a captação de água condensada de aparelhos de ar-condicionado no IFSP – Campus Votuporanga, considera captações mensais de 8 aparelhos, podendo assim avaliar a captação individual mensal dos aparelhos e atribuí-las à quantidade utilizada no projeto (15 unidades).

Além disso, Pardo (2016) ressalta que os meses de janeiro, julho e dezembro não terão nenhum volume captado pois é o período de férias e, além disso, há uma diferença na captação devido à períodos com baixa temperatura, porém o valor utilizado no projeto levará em conta o pior caso, ou seja, quando há menor fornecimento.

## 2.4 Levantamento de dados para consumo do sistema

Segundo Almeida (2012), o cálculo da quantidade de água necessária para a planta deve considerar o processo de evapotranspiração, representado pela junção da quantidade de água perdida por evaporação na atmosfera e no solo e da quantidade efetivamente utilizada pela planta.

Almeida (2012) analisou a evapotranspiração da grama para os meses de estiagem e depois para meses com frequência de precipitação. Foram considerados 4 tratamentos: com reposições de 50%, 75%, 100% e 150% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).

## **2.5 Microcontrolador**

### **a) Arduíno**

Segundo McRoberts (2011), um Arduino é uma plataforma de computação, onde há a possibilidade de programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos que conectar a ele.

### **b) Sensor de umidade**

O sensor de umidade identificará a quantidade de água no solo e efetuará leituras de 0 a 1024, dependendo da porcentagem de umidade do solo encontrada. Para a correta correspondência entre variação do sensor e umidade do solo realizou-se testes em laboratório para calibração do sensor.

### **c) Sensor ultrassônico**

O sensor ultrassônico realiza a aferição de distâncias, e será utilizado no projeto para aferir o nível do reservatório, através da distância entre a água e o sensor.

### **d) Módulo Relé**

Este módulo é utilizado para provocar trocas súbitas de tensão. Será utilizado no projeto para ligar ou desligar a bomba, transformando a baixa tensão emitida pelo Arduino em alta tensão para o comando da bomba.

### **e) Display LCD**

O display LCD funciona como um monitor para visualização de dados emitidos e, no projeto, será utilizado para a visualização de dados captados pelos sensores de distância e umidade, em porcentagem, além do estado da bomba.

### **f) Tinkercad**

O Tinkercad é uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk, e será importante para o projeto, uma vez que já possui todos os componentes necessários e há a possibilidade de implantação de código no circuito para realização de simulações de funcionamento do sistema.

### **g) Fluxograma para definir o estado (ligado/desligado) do conjunto**

A elaboração de um fluxograma para posterior criação de um código é de suma importância para a organização de ideias e entendimento de processos. Para isso utilizou-se a ferramenta draw.io que possibilitou a elaboração e edição do fluxograma com grande facilidade.

## **3. Metodologia**

O projeto caracteriza-se como um estudo de caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, localizado em Votuporanga, no estado de São Paulo.

Com isso considera-se duas etapas: a primeira é a determinação do sistema hidráulico para a captação, armazenamento e distribuição da água coletada; a segunda etapa consiste na automação da irrigação de forma a reconhecer a necessidade de água da planta e acionar o sistema automaticamente, dependendo do nível do reservatório.

### **3.1 Obtenção de dados para o sistema hidráulico**

Através da definição de áreas de captação pluvial e consumo de irrigação, como mostra a Figura 1, determinou-se os métodos para levantamento de dados referentes à quantificação do sistema.

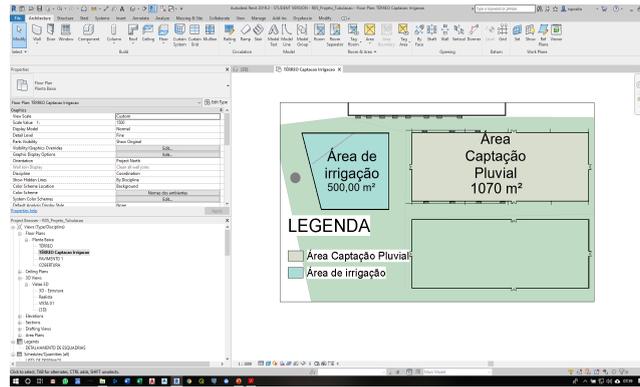


Figura 1 – Áreas de captação e consumo do sistema

**a) Captação pluvial**

Determinou-se através da equação (1), levando em consideração dados de precipitação mensal obtidos pelo Inmet (2018), em uma área de coleta com 1.070m<sup>2</sup>, e além disso, para o coeficiente de escoamento superficial da cobertura e o fator de captação adotou-se 0,9.

**b) Captação do ar-condicionado**

Para os condicionadores de ar, o fornecimento mensal por aparelho, segundo Pardo (2016), é de 245 litros e, com um total de 15 unidades no projeto, determina-se o fornecimento mensal total dos equipamentos.

**c) Consumo do sistema**

Para o projeto adota-se um tratamento de 75% da Eto. Dessa forma realiza-se os cálculos para a demanda mensal, incidindo em uma área de 500m<sup>2</sup>, levando em consideração os dados obtidos para a lâmina de irrigação.

**d) Dimensionamento do reservatório**

Dentre os dimensionamentos fornecidos por norma, escolheu-se o método de Rippl com um sistema de análises de tabela, onde será utilizado o Microsoft Excel, levando em consideração uma demanda variável em períodos mensais.

**3.2 Obtenção de dados para a automação do sistema**

**a) Entrada (sensores)**

Para o sensor de umidade realizou-se a calibração para a correta relação entre teor de umidade e a variação do sensor. Em laboratório, utilizou-se 3 amostras de solo em diferentes teores de umidade, com o objetivo de conseguir leituras para solo seco, umidade moderada e solo úmido, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Calibração do sensor

Tipo de solo	Leitura do sensor	Teor de umidade aproximado
Solo úmido	0 a 510	50% a 100%
Umidade moderada	511 a 720	15% a 49%
Solo seco	721 a 1024	0% a 14%

Fonte: Próprio Autor

Já para o sensor ultrassônico considera-se o fundo do reservatório como 0% da capacidade, mas para melhor funcionamento dos equipamentos, o sistema apenas poderá ser acionado quando o mesmo estiver com um nível de água acima de 10%.

### b) Processamento (Arduíno)

Com os dados coletados o Arduíno processará as tomadas de decisão, acionando ou desligando a irrigação dependendo das condições de solo e reservatório recebidas pelos sensores.

O Arduíno apenas acionará o sistema se o sensor de umidade identificar uma leitura abaixo de 49% e se o nível do reservatório estiver acima dos 10%.

### c) Saída (atuadores)

Para desligar ou acionar o sistema, o comando será emitido pelo Arduíno, que ativará o módulo relé gerando uma tensão necessária para a bomba, iniciando ou desligando a irrigação.

## 4. Resultados Obtidos

### 4.1 Fornecimento do sistema

Através dos dados de fornecimento de água pluvial, e gerada pelos aparelho de ar-condicionado, pode-se obter um fornecimento total que o sistema disponibilizará, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Fornecimento total do sistema

Meses	Precipitação Média Mensal (mm)	Captação de água pluvial (m <sup>3</sup> )	Captação dos aparelhos de ar-condicionado (m <sup>3</sup> )	Fornecimento total do sistema (m <sup>3</sup> )
Janeiro	243,6	211,128	0	211,128
Fevereiro	137,5	119,171	3,675	122,846
Março	148,4	128,618	3,675	132,293
Abril	91,8	79,563	3,675	83,238
Mai	52,7	45,675	3,675	49,350
Junho	19,3	16,727	3,675	20,402
Julho	22,9	19,847	0	19,847
Agosto	13,9	12,047	3,675	15,722
Setembro	48,6	42,121	3,675	45,796
Outubro	97,6	84,589	3,675	88,264
Novembro	133,5	115,704	3,675	119,379
Dezembro	220,1	190,76	0	190,76

Fonte: Próprio Autor

### 4.2 Consumo do sistema

O consumo do sistema, expresso na Tabela 3, mostra a lâmina d' água mensal considerada e a demanda mensal do sistema. Além disso, considera-se que a própria chuva que incide no solo também o irriga, havendo necessidade de analisar a demanda mensal após a chuva, como mostra a coluna "Demanda d' água mensal após a chuva (m<sup>3</sup>)" da Tabela 3.

Dessa forma pode-se analisar que haverá meses em que a própria chuva incidindo na área será suficiente para a grama estar corretamente irrigada, então não precisará de nenhum fornecimento do sistema.

Entretanto, nos meses de estiagem, em que a pouca chuva incidindo não consegue suprir a demanda da grama, haverá a necessidade de fornecimento do sistema, visto que, como mostra a Tabela 3, o consumo na irrigação nesse período é intenso. Por conseguinte, o projeto focará sua funcionalidade nos meses de estiagem.

Tabela 3: Relacionando a precipitação com consumo na irrigação

Meses	Lâmina d'água mensal (mm)	Demanda d'água mensal do sistema (m <sup>3</sup> )	Demanda d'água mensal após a chuva (m <sup>3</sup> )
Janeiro	35	17,5	0
Fevereiro	35	17,5	0
Março	35	17,5	0
Abril	50	25	0
Mai	50	25	0
Junho	70	35	25,35
Julho	70	35	23,55
Agosto	70	35	28,05
Setembro	50	25	0,7
Outubro	50	25	0
Novembro	50	25	0
Dezembro	35	17,5	0

Fonte: Próprio Autor

### 4.3 Dimensionamento do reservatório

Primeiramente relaciona-se o volume total do fornecimento, expresso pela Tabela 2, com o volume total da demanda, que se encontra na Tabela 3, onde subtrai-se a demanda do fornecimento.

Por conseguinte, na Tabela 4, é possível analisar que, os meses com diferenças negativas demonstram quando não haverá a necessidade de um armazenamento, ou seja, conforme ocorre a captação ela já abastece o sistema. Já nos meses que estão positivos (meses de estiagem) haverá a necessidade de um armazenamento prévio, e é nesses meses que o método de Rippl utiliza para o dimensionamento do reservatório.

Realiza-se então a análise acumulada dos valores positivos que, através do método de Rippl, resulta, como mostra a Tabela 4, na necessidade de um reservatório de 20m<sup>3</sup> para o armazenamento prévio adequado, de forma a atender a demanda de irrigação do sistema nesse período. Com isso, é possível observar a variação no volume do reservatório (Tabela 4), conforme irá suprindo o sistema, nos meses de estiagem, permitindo uma noção clara do quanto o consumo na irrigação nesse período é intenso.

Tabela 4 – Dimensionamento do reservatório através da análise acumulada dos meses de estiagem

Meses	Demanda d'água mensal após a chuva (m <sup>3</sup> )	Fornecimento total do sistema (m <sup>3</sup> )	Diferença entre os volumes da demanda e do fornecimento (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior	Variação no volume do reservatório (adotando 20m <sup>3</sup> )
Janeiro	0	211,128	-211,128	0	20
Fevereiro	0	122,846	-122,846	0	20
Março	0	132,293	-132,293	0	20
Abril	0	83,238	-83,238	0	20
Mai	0	49,350	-49,350	0	20
Junho	25,35	20,402	4,948	4,948	15,05
Julho	23,55	19,847	3,703	8,650	11,35
Agosto	28,05	15,722	12,328	20,978	-0,98
Setembro	0,7	45,796	-45,097	0	20
Outubro	0	88,264	-88,265	0	20
Novembro	0	119,379	-119,379	0	20
Dezembro	0	190,76	-190,761	0	20

Fonte: Próprio Autor

#### 4.4 Projeto da Tubulação (traçado)

Para melhor observação do sistema hidráulico realizou-se o traçado das tubulações de captação de água pluvial e de aparelhos de ar-condicionado, através do software Revit, desenvolvido pela Autodesk.

O reservatório localiza-se próximo à área a ser irrigada, no final de um talude. Sendo assim, houve a necessidade de projetá-lo enterrado, para a água chegar por gravidade no mesmo. Suas dimensões são, para um reservatório de 20m<sup>3</sup>: base circular com 3,17m de diâmetro e altura de 2,83m, em acordo com medidas encontradas comercialmente.

As tubulações de água pluvial são coletadas nas calhas e transportadas enterradas no piso, além disso há 5 coletores verticais, um para cada extremidade do bloco. As tubulações utilizadas são de PVC com diâmetro de 80mm.

Já as tubulações para os aparelhos de ar-condicionado estão no nível do piso e, posteriormente enterradas quando chegam no coletor principal. O material utilizado foi PVC com diâmetro de 20mm.

Ambas as tubulações desembocarão em um coletor principal que será enterrado e passará na proximidade de ambos os edifícios, coletando as águas pluviais e de aparelhos de ar-condicionado. O material foi PVC com diâmetro de 150mm.

A visualização do sistema hidráulico em conjunto com os demais elementos do terreno pode ser feita na Figura 2.a. Além disso, o traçado da tubulação na Figura 2.b, mostra a captação da água da chuva e dos aparelhos de ar condicionado no bloco D, onde oito dos aparelhos estão localizados na edificação ao lado, no bloco C.

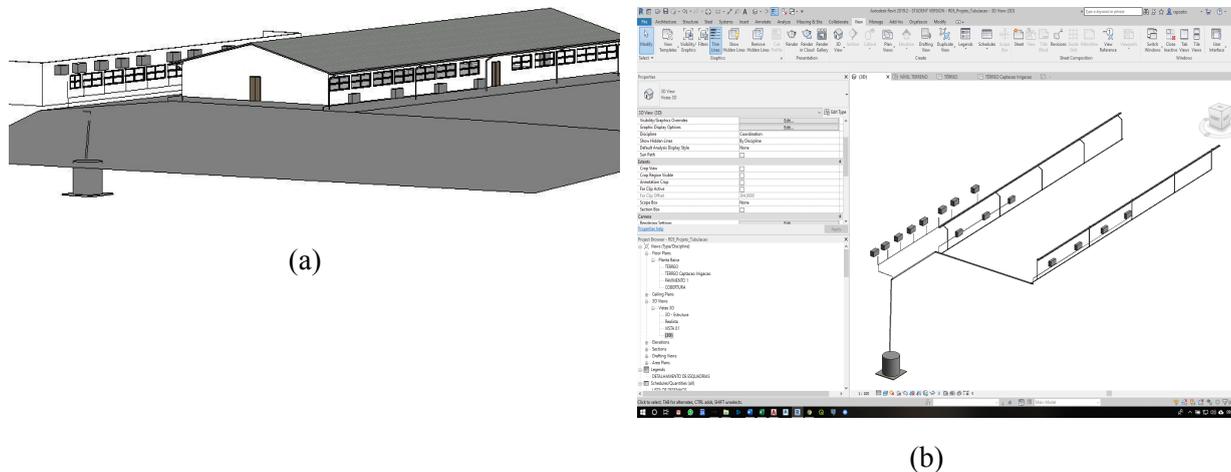


Figura 2 – Vista da edificação com a tubulação (a) e visualização da tubulação isolado (b)

#### 4.5 Fluxograma para definir o estado (ligado/desligado) do conjunto

O fluxograma da Figura 3, define o estado da bomba através dos dados coletados pelos sensores e dispositivos, onde primeiramente há o recebimento do estado da bomba, dos valores do sensor de umidade e do sensor de distância. A tomada de decisão se baseará na umidade do solo e no nível do reservatório.

A umidade será expressa em porcentagem, a qual foi coletada com a calibração do sensor. O solo será irrigado apenas se apresentar um teor de umidade de 0% a 49%, que se apresenta como solo seco ou com uma umidade moderada, conforme aumenta a porcentagem.

O nível do reservatório será aferido pelo sensor ultrassônico, expresso também em porcentagem. A irrigação será acionada apenas quando esse valor for maior que 10% da altura do reservatório. Como o reservatório terá 20m<sup>3</sup> e uma altura de 2,83m, para que o nível seja maior que 10% a água terá que estar acima de 30cm.

Após analisado os valores e tomada a decisão, baseada no estado anteriormente adquirido da bomba, será exibido os valores de umidade, nível e estado da bomba no display LCD.

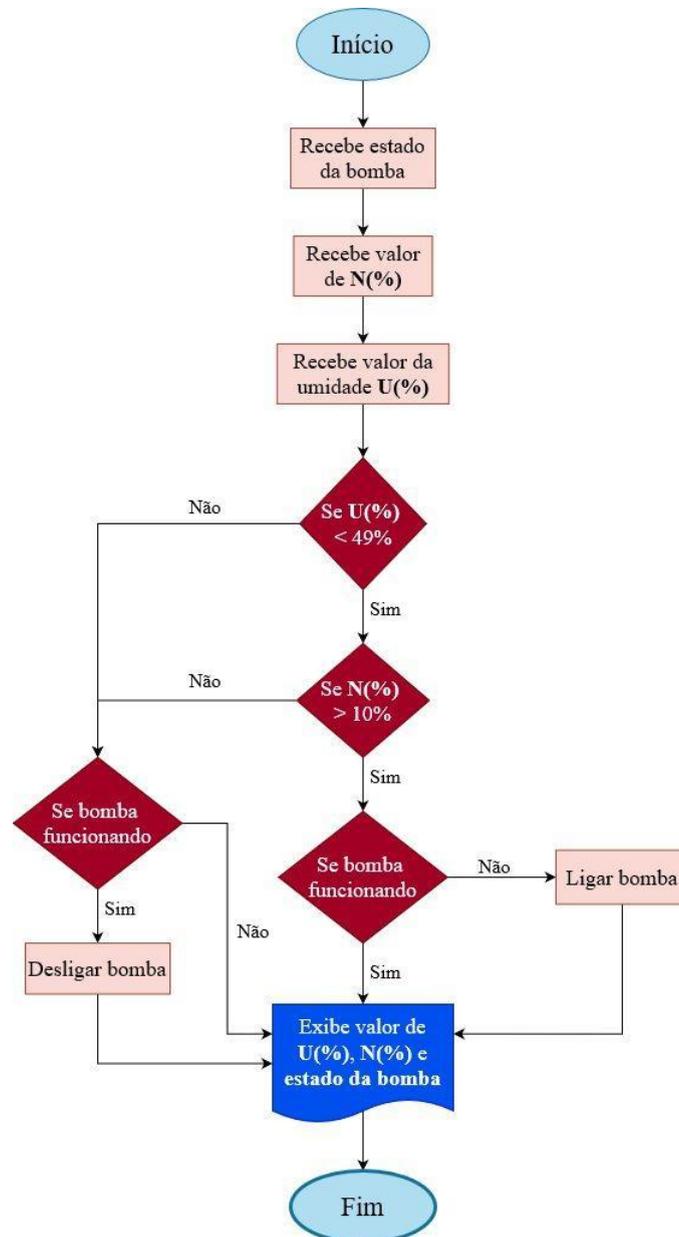


Figura 3 - Fluxograma para acionamento do sistema

#### 4.6 Simulações para verificação do correto funcionamento do sistema

Foi realizada a montagem do circuito no Tinkercad (Figura 4). Os dispositivos utilizados foram os mesmos citados anteriormente, com a diferença que a ferramenta não possui sensor de umidade, sendo assim ele foi substituído por um potenciômetro, que realiza a mesma função, com medição de valores de 0 a 1024. Além disso, também, foram acrescentados a bomba de acionamento e uma fonte externa que a alimentará.

Após a montagem do sistema foi feito o código, que irá operar como mostrado no fluxograma.

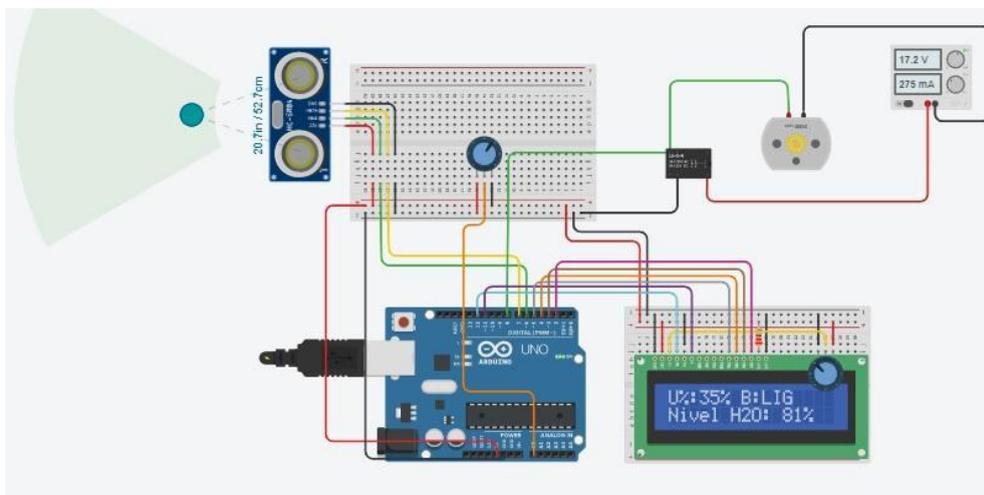


Figura 4 – Circuito de acionamento do sistema

Com o código pronto e o circuito montado pode-se realizar simulações de funcionamento do sistema, onde é preciso notar quatro situações pertinentes para a verificação do seu correto funcionamento, expressas na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise das leituras

Situação	Leitura da umidade	Leitura do nível do reservatório	Estado da bomba
1	35%	81%	ligada
2	29%	2%	desligada
3	76%	77%	desligada
4	74%	6%	desligada

Fonte: Próprio Autor

A bomba só estará em funcionamento quando as duas condições de nível e umidade estiverem sendo atendidas, como anteriormente citado, a umidade deverá estar abaixo de 49% e o nível deverá estar acima de 10%.

No caso da Situação 1 observa-se umidade de 35% e nível de 81%, portanto a bomba está funcionando.

Já na Situação 2 a bomba é desligada devido ao reservatório estar com o nível abaixo de 10%, registrando 2% de sua capacidade, não atendendo uma das condições, portanto a bomba é desligada.

Para a situação 3, da Tabela 5, a bomba é desligada pelo fato de o solo estar com umidade de 76%, ou seja, com a umidade acima de 49%, não precisará irrigar.

Já na situação 4, nenhuma das condições estão sendo atendidas. O solo está com umidade acima de 49%, registrando 74%; e o reservatório está abaixo de 10%, registrando 6%. Portanto a bomba está desligada.

## 5. Conclusão

As variações no volume do reservatório ocorrerão apenas em períodos de estiagem, onde pode-se encontrar outros fins para a água que extravasa nos demais meses. Isso permite

perceber a abrangência que um sistema de racionamento de água proporciona, visto que a utilização dessa água seria apenas onde sua potabilidade não se torna necessária.

Observa-se também que para irrigar uma determinada área com o consumo estimado, considerando o período de estiagem, foi utilizado o dobro dessa área em captação de águas pluviais, além do fornecimento do ar condicionado, possibilitando entender a necessidade da gestão de recursos hídricos no desenvolvimento da sustentabilidade em áreas com consumo de água para fins não potáveis, além de possibilitar uma economia em períodos sem estiagem.

A utilização do Arduino, além de ser uma tecnologia de baixo custo, ainda possui a vantagem da facilidade da realização de códigos e simulações que os softwares fornecem.

Além disso, a redução do desperdício que a irrigação inteligente proporciona também é evidente com as simulações de funcionamento do circuito, que só irá irrigar se condições de solo e reservatório se mostrarem adequadas.

É possível propor também, como estudo futuro, a utilização da água, nos demais meses que não está sendo usada na irrigação, para lavagem do pátio e resfriamento do bloco F.

## **Bibliografia**

ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/muita-a-gua-para-pouca-consciaancia.2019-03-15.4481351298>>. Acesso em: 26 de julho de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos**, 2007.

ALMEIDA, R. G. **Irrigação no Desenvolvimento da Grama Bermudas**. 2012. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2011.

PARDO, A. F. Quantificação de avaliação para um destino das águas provenientes de ar condicionado no IFSP - Campus Votuporanga. **7º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP**, 2016.

SANTOS, F. A. M. Projeto de irrigação inteligente. **Holos**. V. 5 p.37-44, 2010.

SENGER, V. A. et al. O reúso da água gerada por climatizadores para resolução de problemas a partir de pesquisa-ação em Instituição Pública de Ensino. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, Vol. 7, N. 2 p.322-339 Mai./Ago, 2018.

TUGOZ, J.; BERTOLINI, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, Vol. 6, N. 1 p.26-39 Janeiro/Abril, 2017.

GUTERRES, A. M.; FERNANDES, V. M. C.; BARBACOVI, N. E. Utilização de água de fontes alternativas: uma percepção de educação ambiental em uma Instituição Federal de Ensino Tecnológico. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, V. 5, No. 4 p. 80-91 Dez, 2013.

ROCHA, F. B.; SILVA, R. S.; AVELINO A. M.; COSTA C. M. Plataforma de comunicação sem fio aplicada a sistemas de irrigação. **HOLOS**, Vol. 5 p.260-273, 2014.