

Sistema de Rega Inteligente

1st Tomás Marcos

Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia
Universidade da Madeira
Funchal, Portugal
2037017@student.uma.pt

2nd Nelson Vieira

Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia
Universidade da Madeira
Funchal, Portugal
2080511@student.uma.pt

Abstract—A água é um recurso precioso, considerado um dos bens essenciais para a vida. No entanto, cada vez mais, ouve-se que é um recurso escasso e que rapidamente está a se esgotar. A água é utilizada para muitas atividades, sejam elas industriais, comerciais ou de lazer. Existem muitas iniciativas que pretendem reduzir o consumo e o desperdício de água. Pretendemos explorar um sistema de rega inteligente que utilize sensores de forma a reduzir a quantidade de água que é utilizada.

Index Terms—IoT, Computação ubíqua, Rega inteligente, Análise literária.

I. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade global não será alcançada sem garantir a disponibilidade de água preciosa para todos os consumidores. Apesar de ser um dos principais objetivos da agenda da UN2030 [1] para o desenvolvimento global sustentável, a atual escassez de água está a crescer rapidamente e afetando um número crescente de consumidores de água residencial, comercial, industrial e agrícola em todo o mundo [2]. Espera-se que a procura global da água suba 55%, enquanto atualmente, cerca de 25% das grandes cidades estão a passar por alguns níveis de stress hídrico [3].

As mudanças climáticas, secas graves, crescimento populacional, aumento da procura e má administração durante as últimas décadas enfatizaram ainda mais os recursos escassos da água doce em todo o mundo e resultaram numa grave escassez de água para cerca de 4 bilhões de pessoas, pelo menos um mês anualmente [4] [5] [6]. [7]

Um dos setores de atividade humana que tem maior consumo dos recursos hídricos é a agricultura, "aproximadamente 100 vezes mais do que o uso pessoal é consumida pela alimentação e agricultura e quase 70% das águas fluviais e subterrâneas são utilizadas na irrigação". [8] Apenas 17% das terras agrícolas, de todo o mundo são irrigadas. Apesar de por todo o mundo, se verificar um aumento de terrenos irrigados, a área irrigada per capita tem estado a diminuir desde 1990 devido ao rápido crescimento global. [9]

Existem, atualmente, várias tecnologias de irrigação, sendo as mais comuns a irrigação por inundação e irrigação por aspersão. Outros métodos mais focados, como a irrigação gota-a-gota têm maior eficiência hídrica. Esta técnica usa uma quantidade inferior de água, entre 30% a 50%, quando comparada com uma técnica de irrigação superficial. [9]

Várias iniciativas foram tomadas para ajudar a minimizar o desperdício de água neste setor, mas, no entanto, não

aparentam ter muito sucesso, ou não são apelativas, devido aos elevados custos associados. Os sensores comerciais para sistemas destinados à agricultura e à sua irrigação são muito caros, tornando impossível aos pequenos agricultores a implementação deste tipo de sistema nas suas explorações. No entanto, os fabricantes oferecem actualmente sensores de baixo custo que podem ser ligados a nós para implementar sistemas de baixo custo para a gestão da irrigação e monitorização agrícola. Além disso, devido ao interesse em sensores de baixo custo para monitorizar a agricultura e a água, novos sensores de baixo custo estão a ser propostos em vários estudos. [10]

Em Portugal Continental, no mês de abril de 2022, encontrava-se numa situação de seca, nos quais 81,9% do território encontrava-se em seca moderada e 17,9% do território em seca severa, segundo o jornal Expresso [11].

Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), a quantidade de precipitação até o dia 15 de abril de 2022, teve um valor médio inferior ao valor normal quando comparado com anos anteriores, correspondente a 38%. Devido à redução da precipitação, a percentagem de água no solo diminuiu em quase todo o país com valores inferiores a 20%, com alguns locais a atingirem o ponto de emurchecimento. O boletim também contém um gráfico, demonstrado na figura 1 que mostra a percentagem de território do país sem situações de seca. [12]

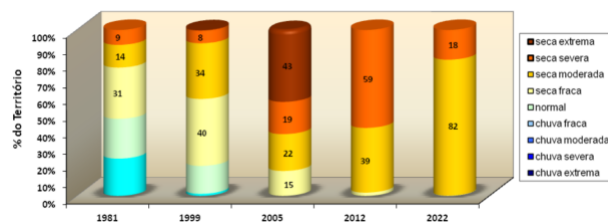


Fig. 1. Percentagem do território de Portugal Continental por classe do índice PDSI em situações de seca anteriores em abril (2022 até dia 15)

Por estes motivos é importante gerir o consumo de água no nosso dia a dia, portanto o que propomos é um sistema de rega inteligente que faz a medição da humidade do solo e rega as plantas apenas durante o tempo necessário poupando o gasto desnecessário da água de rega.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Segundo um estudo realizado por García et al, existem 178 artigos relacionados com "IoT irrigation, IoT irrigation system, and smart irrigation" [10], escritos em Inglês, no período de entre os anos de 2014 e 2019, inclusive, dos quais 106 artigos estão relacionados com a utilização de sensores para monitorizar o estado do solo. Destes 106 artigos estudados, todos os artigos abordam a humidade do solo, 9 discutem a temperatura do solo, 4 exploram o pH do solo e 3 mencionam os nutrientes presentes no solo.

Dos artigos que mencionam o tipo de sensor utilizado, o sensor mais popular é o YL69 (SparkFun Electronics, Niwot, CO, USA). Este sensor tem um baixo custo e foi criado para operar especificamente com o Arduino. [10]

No estudo realizado por Abbas et al. [13], os autores propõem um sistema de irrigação inteligente no qual utilizaram uma rede de sensores sem fios para detetar a humidade no solo. Um dos focos do estudo proposto foi a medição do tempo de resposta e a capacidade do sistema identificar a capacidade de retenção de água do tipo de solo no qual os sensores estavam localizados. No entanto, os autores referem que seria necessário ter em consideração outros aspetos, tais como a estação do ano, pois no Verão, é necessário regar as plantas com maior frequência.

A. Caso Relacionado

Muitos sistemas de rega inteligente têm por base sensores de humidade do solo, como é o caso do sistema proposto por Goap et al [14] em que

III. MÉTODOS E METADOLOGIAS

O trabalho descrito neste artigo pretende responder a algumas questões que foram levantadas após alguma investigação sobre soluções já existentes no que diz respeito a sistemas de rega. O sistema proposto permite poupar água? Qual a quantidade de água que é possível poupar? Qual é o custo associado à integração de sensores num sistema de rega convencional? Em comparação com um sistema de rega convencional, qual a poupança que um sistema de rega inteligente proporciona?

A. O nosso sistema

O sistema de rega inteligente que propomos faz uso do Arduino MKR 1000 WiFi, de um sensor de humidade do solo, modelo 123, de uma breadboard, de vários LEDs e uma resistência de 200 ohms. Decidimos usar este modelo do Arduino pela ligação à rede por Wi-fi que possui, o que nos permite analisar o sistema sem termos de estar no local da instalação, o que podemos fazer através do Arduino Cloud, que envia-nos os resultados do sensor que estamos a usar. Caso o utilizador queira ver o estado da humidade do solo, pode perceber pelos LEDs que usamos no sistema, estes LEDs mostram um feedback visual do estado atual do solo, decidimos representar este feedback com 5 LEDs de várias cores que vão desde o verde até ao vermelho, portanto se o LED verde estiver aceso quer dizer que o solo está suficientemente húmido, se o LED laranja estiver aceso quer

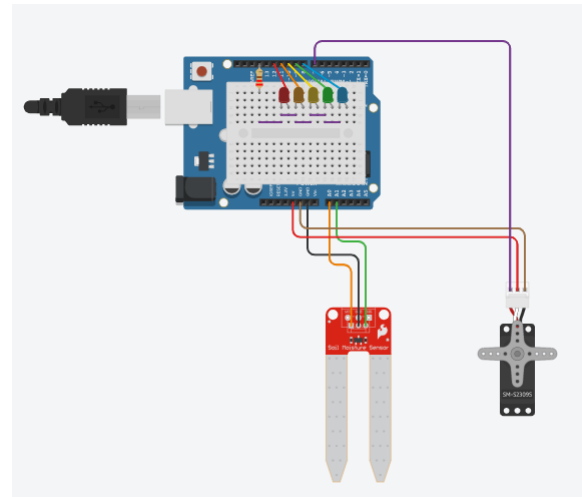


Fig. 2. Esquema do Circuito

dizer que solo requer um pouco de água e se o LED vermelho estiver aceso quer dizer que o solo está seco, e por isso tem que ser regado.

O dispositivo Arduino, como mostra a figura 2, que usamos é o modelo MKR 1000 WiFi pois é um modelo com capacidade wifi, o que facilita na transmissão dos dados para o utilizador que poderá vê-los no seu smartphone, esta interação com o smartphone não foi criada mas é uma possibilidade, bem como a utilização de um Raspberry Pi para fazer o tratamento da informação recebida pelo Arduino.

O sensor de humidade, ilustrado pela figura 2, é um sensor normal para esta função, que tem por base valores entre 0 e 1023, serão usados valores incrementais entre os valores mínimo e máximo para fazer uma distinção do grau de escassez do solo, a partir destes valores base associamos uma percentagem que irá corresponder à humidade do solo, a utilização de percentagem é mais user-friendly e consequentemente o sistema dará um feedback mais útil para o utilizador. Também poderia ser usado um Raspberry Pi para guardar dados do sensor.

1) *Preço do sistema:* Na Tabela I podemos verificar o custo do sistema, isto inclui apenas os custos associados aos sensores e equipamento estritamente necessário à criação deste sistema, portanto custo associados a produtos ou serviços externos não são considerados para esta análise, como por exemplo o custo de água gasta, pois estes valores variam ao longo do tempo e por região e seria difícil fazer uma estimativa para tal.

Como podemos verificar o custo total deste sistema, ou de um sistema de rega inteligente similar, não é muito elevado. Apesar de ser difícil estimar um valor concreto para o custo de água gasta podemos assumir que seria um custo muito mais baixo do que é no momento para um utilizador que não use um sistema de rega inteligente, pois este tipo de sistema está desenhado para poupar água. Comparando com alguns sistemas de rega inteligente que existem no mercado [15] [16], o nosso sistema é mais barato e atendendo ao facto de que

Item	Preço
Arduino MKR 1000 WiFi	30,70 €
Sensor de humidade	5,40 €
Servo motor	5,10 €
LEDs	13 € (Pack)
Resistência	6 € (Pack de 100)
Fios e outros cabos e Breadboard	7,00
Total	67,20 €

TABLE I
CUSTO DO MATERIAL UTILIZADO

os preços descritos na tabela I incluem packs de produtos e a utilização do servo motor neste sistema é para efeitos de simulação de uma bomba de água, o preço real do sistema seria ainda mais barato, o preço mais baixo poderia ser por volta de 40 €, o que tornaria este sistema atraente para potenciais consumidores interessados em sustentabilidade e na redução da sua pegada ambiental.

B. Testes ao sistema

Realizamos vários testes, tanto num ambiente controlado como em ambiente real, desde a construção do circuito em simulação até ao momento de entrega final. Começamos por fazer testes simulados, para isso usamos a ferramenta Tinkercad [17] onde criamos o circuito e o código associado ao circuito que implementa a lógica que o sistema deve seguir, neste ambiente de simulação é possível testar o sistema de forma a verificar se o código criado faz realmente aquilo que é pretendido.

Num dos testes do primeiro protótipo do sistema, no qual apenas se tinha o microcontrolador Arduino Uno e o sensor de humidade, foi possível observar que o valor máximo obtido pelo sensor era de 1023, quando o recipiente com terra continha demasiada água. Este teste, por ainda não se ter implementado todo o circuito considerou-se ser um teste preliminar.

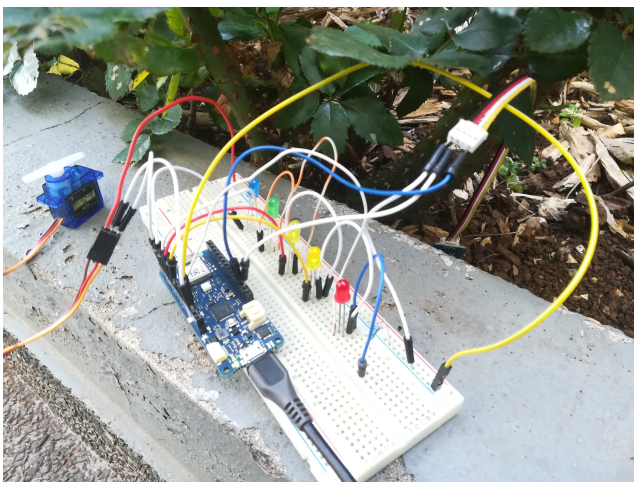


Fig. 3. Teste realizado

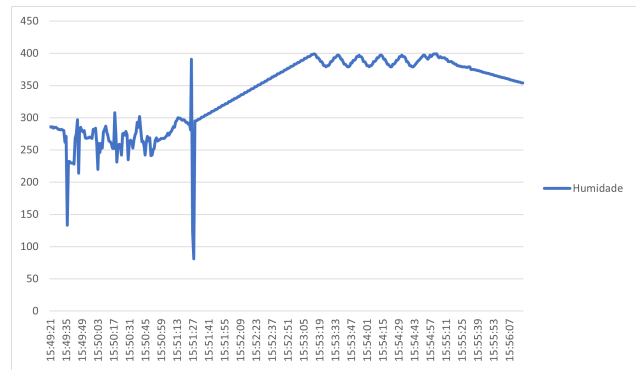


Fig. 4. Gráfico dos resultados do teste realizado

Posteriormente, realizou-se vários testes no jardim de um dos discentes, como mostra a figura 3, no qual os resultados obtidos num dos testes, podem ser verificados pelo gráfico da figura 4.

Como se pode observar pelo gráfico, os valores iniciais estão comprimidos entre os 280 e os 300, havendo uma descida abrupta logo após se ter iniciado o teste. Isto deve-se ao facto de se ter começado o processo de irrigação. O solo por estar seco começou a absorver água e o sensor perdeu alguma estabilidade. Após, cerca de 1 minuto, verificou-se uma subida constante no valor da humidade do solo até se atingir um valor máximo de 400. Após se atingir este pico, os valores estabilizaram-se, havendo uma pequena variação nos valores da humidade. Deixou-se de regar a planta e observou-se que os valores da humidade, começaram a diminuir.

IV. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Um dos maiores problemas que vamos enfrentar num futuro próximo é a escassez de água potável, e sendo a água um bem essencial para a sobrevivência humana, existe uma preocupação em criar sistemas que possibilitem uma melhor gestão da água. Por isto mesmo é que propomos este sistema de rega de água inteligente. Apesar de não ser um sistema muito robusto e que pela sua natureza funciona melhor em pequena escala, este poderia ser uma ponte para a criação de um sistema mais robusto que funciona-se bem tanto áreas pequenas como jardins ou estufas, como também em áreas maiores como campos agrícolas.

Para trabalho futuro pode ser integrado um Raspberry Pi neste sistema para uma melhor gestão de informação. Um dos pontos fracos que o sistema proposto tem é não ter em conta a previsão do tempo o que pode tornar este sistema menos eficiente, esta previsão de tempo poderia ser integrada no sistema através de um API que envia os dados de previsão em tempo real e juntamente com os dados do sensor de humidade o sistema tomaria a decisão se regava as plantas ou não.

REFERENCES

- [1] U. Nations, "Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development," <https://sdgs.un.org/2030agenda>, 2015, accessed: 2022-05-09.

- [2] B. K. Mishra, P. Kumar, C. Saraswat, S. Chakraborty, and A. Gautam, "Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions," *Water*, vol. 13, no. 4, 2021. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/4/490>
- [3] J. L. Schlamovitz and P. Becker, "Differentiated vulnerabilities and capacities for adaptation to water shortage in gaborone, botswana," *International Journal of Water Resources Development*, vol. 37, no. 2, pp. 278–299, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/07900627.2020.1756752>
- [4] M. Jafari Shalamzari and W. Zhang, "Assessing water scarcity using the water poverty index (wpi) in golestan province of iran," *Water*, vol. 10, p. 1079, 08 2018.
- [5] UNICEF and WHO, "Progress on drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: special focus on inequalities," <https://www.unicef.org/reports/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2019>, 2019, accessed: 2022-05-09.
- [6] I. Orimoloye, J. Belle, A. OLUSOLA, E. Busayo, and O. Ololade, "Spatial assessment of drought disasters, vulnerability, severity and water shortages: A potential drought disaster mitigation strategy," *Natural Hazards*, 02 2021.
- [7] M. Salehi, "Global water shortage and potable water safety; today's concern and tomorrow's crisis," *Environment International*, vol. 158, p. 106936, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021005614>
- [8] N. K. Nawandar and V. R. Satpute, "Iot based low cost and intelligent module for smart irrigation system," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 162, pp. 979–990, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918318076>
- [9] D. Pimentel, B. Berger, D. Filiberto, M. Newton, B. Wolfe, E. Karabinakis, S. Clark, E. Poon, E. Abbett, and S. Nandagopal, "Water Resources: Agricultural and Environmental Issues," *BioScience*, vol. 54, no. 10, pp. 909–918, 10 2004. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0909:WRAAEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0909:WRAAEI]2.0.CO;2)
- [10] L. Garcia, L. Parra, J. Jimenez, J. Lloret, and P. Lorenz, "Iot-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and iot systems for irrigation in precision agriculture," *Sensors*, vol. 20, p. 1042, 02 2020.
- [11] Expresso, "Percentagem de água no solo diminuiu em quase todo o território continental, com as regiões mais interiores, como trás-os-montes e beira alta, com valores inferiores a 20", <https://expresso.pt/sociedade/2022-04-21-Portugal-continental-com-819-do-territorio-em-seca-moderada-4509c803>, 2022, accessed: 2022-06-03.
- [12] IPMA, "Situação de seca meteorológica 15 de abril de 2022," https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20220420/tNYgmcheekUxZTQZnkSU/cli_20220401_20220415_sec_lq_co_pt.pdf, 2022, accessed: 2022-06-03.
- [13] A. H. Abbas, M. M. Mohammed, G. M. Ahmed, E. A. Ahmed, and R. A. A. Abul Seoud, "Smart watering system for gardens using wireless sensor networks," pp. 1–5, 2014.
- [14] A. Goap, D. Sharma, A. Shukla, and C. Rama Krishna, "An iot based smart irrigation management system using machine learning and open source technologies," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 155, pp. 41–49, 2018. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918306987>
- [15] Amazon, "Orbit 21004 b-hyve smart hose faucet timer with wi-fi hub, compatible with alexa," https://www.amazon.es/dp/B0758NR8DJ/ref=as_li_tf_tl?SubscriptionId=&ie=UTF8&linkCode=gs2&creativeASIN=B0758NR8DJ&tag=bestreviews08-21&creative=9325&camp=1789, 2022, accessed: 2022-06-02.
- [16] amazon, "Netro controlador inteligente de riego, wifi, tiempo aware, acceso remoto, 6 zona, compatible con alexa," https://www.amazon.es/Netro-Controlador-inteligente-Tiempo-compatible/dp/B076CZ6DHR/ref=sr_1_1?camp=1789&creative=9325&creativeASIN=B06XCRZWMN&keywords=Netro%2Bsmart%2BSprinkler%2BController%2C%2BWi-Fi%2C%2BWeather%2Baware%2C%2BRemote%2Baccess%2C%2B12%2BZone%2C%2BCompatible%2Bwith%2BAlexa&linkCode=gs3&qid=1654183447&sr=8-1&th=1, 2022, accessed: 2022-06-02.
- [17] T. M. e Nelson Vieira, "Soil moisture sensor — tinkercad," <https://www.tinkercad.com/things/cVA9j41ihVc?sharecode=VbqGya-IQEWGtjZayucm7i1l9nioq8N4ObpvHCJ4Alk>, 2022, accessed: 2022-06-02.