



BEATRIZ SILVA  
BRUNA COMES  
HELENA BESSA



# Índice

Introdução.....	4
Metodologia do Design de Interação.....	5
Estratégia de Implementação.....	9
1. Sensor de luminosidade LDR.....	9
2. Sensor de Humidade do Solo e Sensor de Humidade e Temperatura do Ar.....	11
3. Válvula Solenóide de Água.....	13
Estratégia de Implementação - Próxima meta.....	15
Bibliografia.....	18

# Introdução

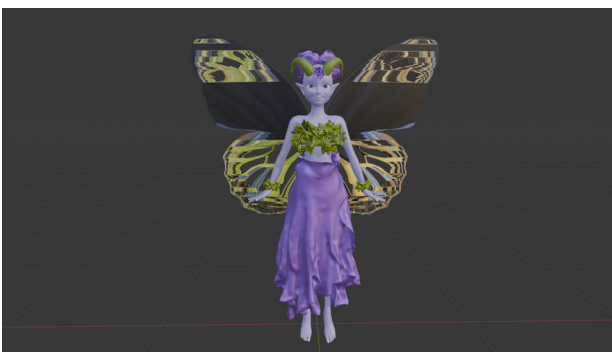
As plantas são seres vivos fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas: produzem o oxigênio que respiramos, mantêm o equilíbrio ecológico e ajudam na regulação do clima. É fundamental proteger e garantir a sobrevivência das espécies vegetais. Conforme descrito na meta 1, o nosso projeto consiste num jardim autossustentável e insere-se no tema do desenvolvimento de tecnologias de interface que visam a promoção da consciência climática. Fatores essenciais para o desenvolvimento saudável da planta como os níveis de humidade do solo e do ar, da temperatura e da quantidade de luz serão medidos por sensores e, através de um conjunto de fadas que estarão no jardim, o utilizador saberá se esses valores estão dentro dos parâmetros normais e se será necessária alguma ação do utilizador para garantir o crescimento saudável do seu jardim. O sistema de rega também será automatizado; de acordo com os valores da humidade do solo, a rega será (ou não) acionada. Assim, o utilizador terá uma maior facilidade em manter as suas plantas saudáveis, uma vez que consegue ver em tempo real se todos os valores captados pelos sensores no seu jardim estão dentro dos valores normais e, através do sistema de rega, consegue poupar água e assegurar uma rega regular e adequada às necessidades das plantas e do solo.

Para esta meta, começámos o desenvolvimento dos modelos 3D das fadas (que serão impressos posteriormente) e a implementação dos primeiros circuitos com os sensores e com o Arduino. Também desenvolvemos um protótipo de um sistema interativo de feedback que permite ao utilizador ver em tempo real todos os valores dos sensores e receber alertas se esses valores não estiverem dentro dos parâmetros normais.

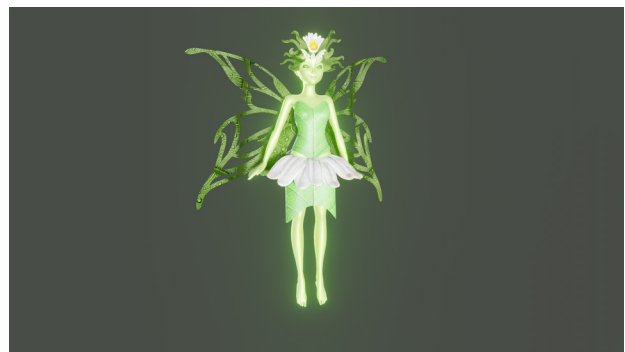
# Metodologia do Design de Interação

As referências estéticas e conceituais que encontramos durante o processo de pesquisa do Estado da Arte foram fundamentais para a conceptualização visual do projeto e para a idealização da experiência do utilizador. As nossas principais inspirações visuais surgem do movimento de Art Nouveau e do seu estilo orgânico, floral e da sua forte ligação com a natureza; o uso de fadas como figuras centrais neste projeto reforça essa relação entre o ser humano e o meio ambiente (neste projeto, as fadas serão as “guardiãs do jardim”) e remete para a ideia de que é possível uma relação equilibrada entre o ambiente e os seres humanos.

Posto isto, este simbolismo inerente às fadas que representam entidades protetoras da natureza tem que ser demonstrado no seu aspeto visual. De acordo com as figuras 1 e 2 apresentadas abaixo (modelos 3D feitos no Blender), tanto a cor (prevalência da cor verde, fortemente associada à natureza) como a forma e a roupa das fadas (as folhas e as pétalas que vestem as fadas são uma boa referência à ligação entre elas e as plantas que protegem), não são apenas escolhas meramente estéticas; apesar de a integração estética ser essencial para manter a coerência visual e para ajudar a incorporar os componentes elétricos no jardim, estas escolhas são escolhas que representam esse simbolismo de que o Homem pode interagir com a natureza como um agente protetor.



**Fig. 1** Imagem da fada (modelo 3D Blender)



**Fig. 2** Imagem da fada (modelo 3D Blender)

Como já referimos anteriormente, o papel das fadas no jardim é dar feedback ao utilizador relativamente aos valores captados pelos sensores (ou seja, “protegem” o jardim). Sempre que os valores estão fora dos parâmetros normais (esses limites serão definidos por nós no sistema e poderão variar de planta para planta), as fadas, através de luzes LED que terão consigo, avisarão o utilizador dessa irregularidade para que este possa fazer alterações no jardim e tentar normalizar esses valores. No entanto, este tipo de feedback tem algumas limitações: o utilizador não consegue perceber quais são os valores exatos captados pelos sensores, ou seja, não tem noção do quão radicais têm de ser as mudanças feitas no jardim para a normalização dos valores e tem de ter a certeza quais são os sensores que estão a captar valores fora do normal. Para resolver este problema decidimos desenvolver uma interface interativa (um sketch do Processing) onde o utilizador conseguirá ver em tempo real todos os valores captados pelos sensores e receberá um alerta sempre que esses valores estejam fora do normal.

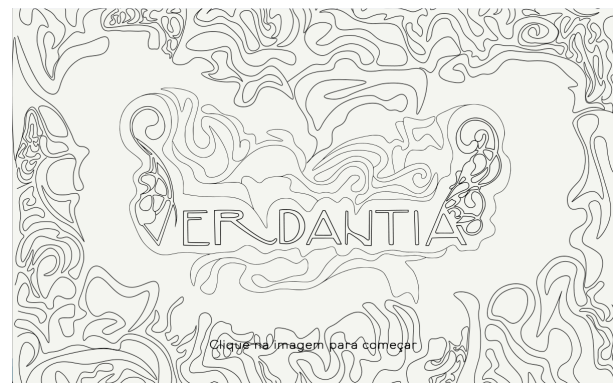
Esta interface, ao nível estético, segue o mesmo simbolismo das fadas e de todo o conceito do projeto: elementos florais e orgânicos (com uma fada também apresentada no ecrã); assim o ecrã, em vez de ser um elemento visualmente intrusivo no projeto, também ficará esteticamente integrado e será visualmente coerente com os restantes elementos. A interface terá um ecrã inicial (fig. 3) que apresentará uma “animação” e terá o nome do projeto (“Verdantia”). Quando o utilizador clicar no ecrã, será encaminhado para uma página (fig. 5) onde aparecerá uma fada, com uma animação de elementos florais, e duas opções para o utilizador: Plant Stats e Watering System.

Ao clicar em Plant Stats, aparecerá uma página (fig. 6) onde o utilizador consegue ver todos os sensores que estarão representados pelos respectivos nomes (luz, humidade do ar, temperatura e humidade do solo) e os respectivos valores que estão a ser capturados em tempo real. Sempre que um sensor apresenta um valor que está dentro dos parâmetros normais, aparece escrito no ecrã que o valor é adequado (“Intensidade da luz adequada”, neste caso, relativamente ao sensor da intensidade da luz). Quando um sensor deteta um valor fora do normal, é apresentado um alerta intermitente relativo a esse valor; por exemplo, caso o sensor da temperatura capte um valor perigosamente baixo para a sobrevivência da planta, aparecerá o aviso “Aviso: temperatura demasiado baixa”. Ao ver este aviso, o utilizador atuará no sentido de aumentar a temperatura ambiente no espaço onde se situa a planta; se o utilizador souber qual é a temperatura adequada (essa informação poderá estar apresentada na interface também) poderá atuar com maior eficácia. Até porque, se aumentar muito a temperatura, para além de o perigo se manter, pode alterar o valor de outros sensores, nomeadamente o dos sensores de humidade. É importante que o utilizador consiga equilibrar todos estes fatores para garantir a sobrevivência do seu jardim e, se tiver acesso aos valores cap-

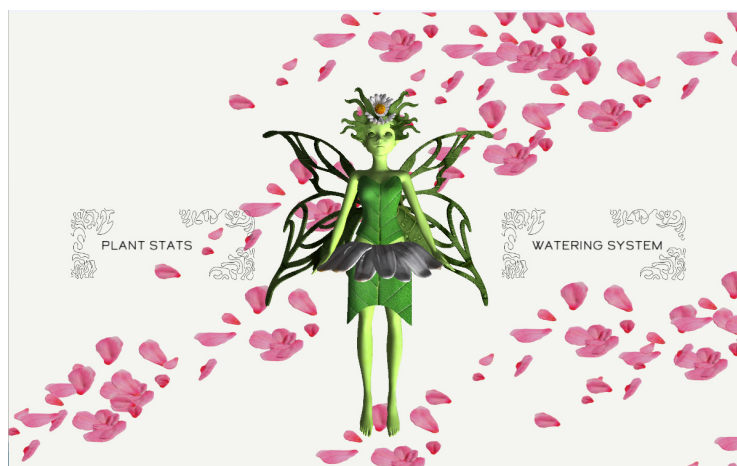
tados e aos valores de referência, esse equilíbrio é mais fácil de alcançar. De qualquer maneira, assim que os valores estiverem normalizados, o aviso deixará de aparecer. Se o utilizador clicar em Watering System, será encaminhado para uma página onde poderá ver se há ou não necessidade de irrigação; o sistema de irrigação é automático mas o utilizador poderá ver em tempo real a ativação desse sistema (aqui é importante também o sensor de humidade do solo). É importante reforçar que esta interface é um complemento à função das fadas; as fadas “avisam” diretamente a partir do jardim de que os valores estão mal e a interface serve para demonstrar, com mais detalhe, os valores exatos que cada sensor capta.



**Fig. 3** Imagem do ecrã inicial da interface no Processing



**Fig. 4** Imagem do ecrã inicial da interface no Processing (após a animação)



**Fig. 5** Imagem da página do “menu” da interface





**Fig. 6** Imagem da página da visualização dos sensores

Posto isto, vamos fazer uma descrição de uma possível interação com o sistema; neste caso, vamos assumir que o jardim se encontra num ambiente exterior mas doméstico (no quintal do utilizador, por exemplo), e o ambiente está quente e seco: o utilizador está na rua e vê que as luzes LED nalgumas das fadas estão acesas (ou intermitentes). Percebe que alguns valores estão fora do normal e utiliza a interface interativa para ver os valores em tempo real; vê que os valores da temperatura estão muito altos e que os valores de humidade do solo e do ar estão muito baixos. Depois utiliza a interface para ver o sistema de irrigação e vê que, devido aos baixos valores de humidade do solo, o sistema está quase a ativar. Para tentar regularizar os valores de temperatura e de humidade, o utilizador transfere as plantas (caso estejam em vasos) para um lugar com sombra, ou põe uma cobertura por cima (caso estejam no solo). Assim, para além de regularizar os valores, quando o sistema de irrigação ativar, haverá uma menor evaporação da água durante a rega, o que permitirá poupar água. Assim que o solo atingir os valores de humidade adequados, o sistema de rega irá parar e, após a regularização de todos os valores, as luzes nas fadas irão apagar-se.

Embora a implementação do projeto esteja a ser projetada para um jardim de pequena dimensão, este sistema tem algum potencial de expansão. Pode ser adaptado para jardins maiores ou campos agrícolas; neste caso, logicamente que todos os componentes vão ter de ser maiores e/ou em maior número e mais potentes para garantir o fluxo adequado de água para todo o jardim e para assegurar que há sensores nos diferentes setores do terreno. Para além do conceito de “instalação artística” inerente



ao projeto, muito por causa das suas características visuais e do seu simbolismo que reforça esta ligação entre o Homem, a tecnologia e a natureza, uma parte substancialmente importante deste conceito é a questão da sustentabilidade. Saber com exatidão as condições ambientais do espaço no qual o jardim está inserido ajuda, não só na sua manutenção, mas também poderá ter um papel educativo; o utilizador poderá conseguir identificar, no futuro, condições ambientais que serão desfavoráveis ao crescimento de plantas sem recurso a sensores ou a outros dispositivos.

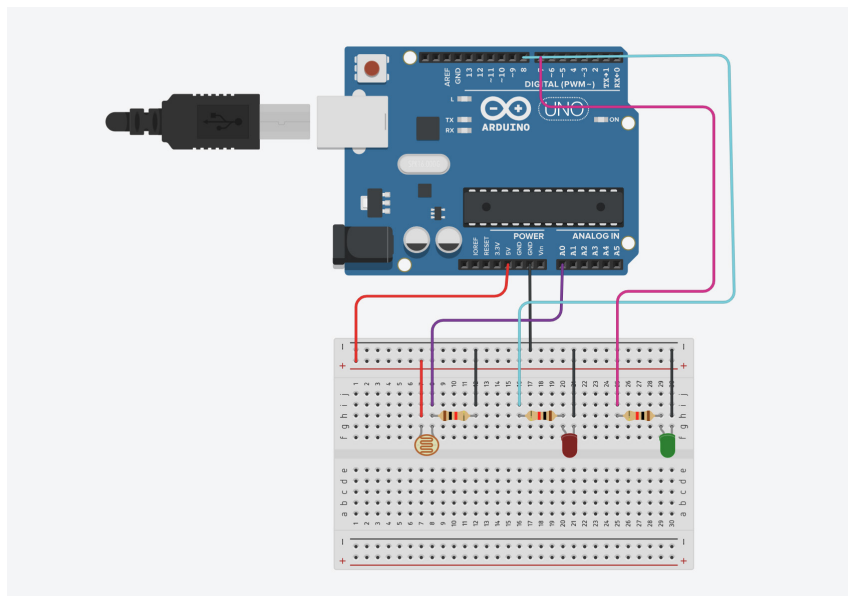
## Estratégia de Implementação

Para iniciar a implementação deste projeto, decidimos implementar cada sensor e o sistema de irrigação individualmente para perceber o seu funcionamento e as características dos circuitos e, mais tarde (na próxima meta), faremos a integração de todos os componentes num só sistema e entregaremos o protótipo final. Este projeto será implementado com recurso a uma placa Arduino UNO R3, uma ferramenta muito acessível quer a nível económico, como a nível de competências na área da eletrónica. Estarão ligados ao Arduino todos os sensores (temperatura, luz, humidade do solo e do ar), as LEDs que estarão nas fadas e a válvula que controlará o fluxo de água. Também haverá uma ligação entre o Arduino e o Processing para que os valores dos sensores sejam apresentados na interface interativa.

### 1. Sensor de Luminosidade LDR

As plantas, para que tenham um crescimento saudável, precisam de quantidades adequadas de luminosidade e de calor. A luz é essencial para que as plantas realizem a fotossíntese; diferentes condições luminosas levam a diferentes ritmos de crescimento e a problemas de eficácia noutros processos fisiológicos. A falta de luz compromete estes processos e, conseqüentemente, a sobrevivência da planta; o excesso de luz pode afetar a aparência e a qualidade das folhas, das flores e dos frutos e provocar queimaduras. Para controlar a intensidade luminosa do ambiente onde a planta está inserida vamos usar um sensor de luminosidade LDR.

Um LDR (Light Dependent Resistor) é um componente eletrônico cuja resistência varia conforme a intensidade da luz que incide sobre ele. Como é um dispositivo de baixo custo e que tem uma certa facilidade de utilização, é bastante utilizado em circuitos que requerem sensores de luz. Para implementar o LDR, usamos um circuito simples com o Arduino e com duas luzes LEDs (vermelha e verde); estas luzes representam as luzes que vão estar no jardim com as fadas (fig 1). Neste circuito, se o valor captado pelo LDR for maior do que 400 (excesso de luz) ou menor do que 20 (falta de luz), a luz vermelha acende; sempre que o LDR captar um valor intermédio (luz adequada), a luz verde acende. Note que estes valores (400 e 20) são meramente indicativos e servem para testar o circuito. Os valores que são efetivamente adequados para o crescimento das plantas ainda não foram estudados e definidos por nós.

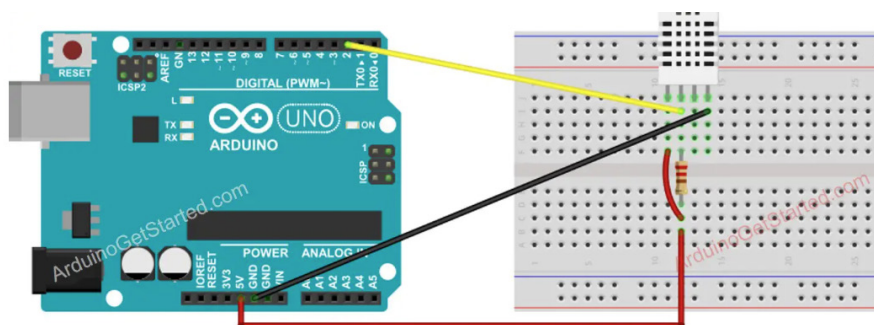


**Fig. 1** Imagem do circuito com o sensor LDR (Tinkercad)

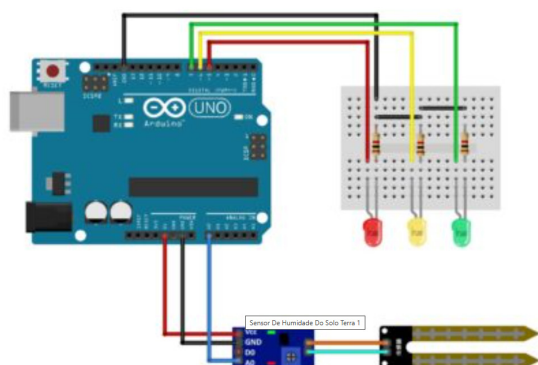
## 2. Sensor de Humidade do Solo e Sensor de Humidade e Temperatura do Ar

A rega é a tarefa mais fulcral para a manutenção de um jardim. A quantidade de água necessária depende da temperatura, da humidade do solo e de outros fatores como, por exemplo, a espécie da planta em questão. Para garantir que a planta é regada adequadamente, ou seja, que a quantidade de água seja suficiente para as necessidades da planta sem haver desperdício, estes valores de temperatura e de humidade têm de ser monitorizados. Assim, o sistema de rega é ativado quando o solo e/ou o ar estiverem secos. Para monitorizar as variações dos valores de humidade do solo usaremos um sensor higrómetro (medidor da humidade do solo); este medidor consegue detetar a humidade do solo através da condutividade elétrica entre as duas sondas metálicas que são inseridas no solo. Quando o solo está húmido, conduz mais eletricidade; quando está seco, a condutividade diminui. O sensor não mede diretamente a quantidade de água em mililitros, faz uma relação proporcional entre a quantidade de água nos dois elétrodos. Para medir a variação contínua da humidade vamos usar a saída analógica através de um microcontrolador (o sensor gera um sinal analógico que é lido pelo microcontrolador através do pino analógico (neste caso, A0)) e para medir a humidade e a temperatura relativa do ar vamos usar um sensor DHT22. O sensor DHT22 é um sensor digital de alta precisão, que fornece os dados através de um pino de comunicação com o Arduino. Internamente, o DHT22 possui um termistor para medir a temperatura e um sensor de humidade capacitivo.

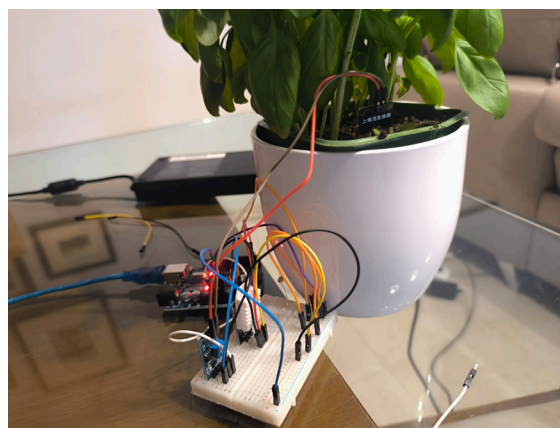
Para a implementação destes sensores usámos um circuito simples com o Arduino (adaptado do circuito da fig 2, no caso do sensor de humidade do solo). No código, implementámos a biblioteca DHT para comunicar com o sensor DHT22 e para obter os valores dos outros sensores através do comando `analogRead()`. O código (que será incluído na entrega) permitirá obter os valores relativos de humidade do ar (em percentagem), os valores de temperatura em graus Celsius e Fahrenheit, os valores de humidade do solo (que será um número entre 0 e 1023, dependendo da resistência do sensor) e os valores de intensidade da luz (que será um número entre 0 e 1023, o corresponde a escuridão total e 1023 corresponde a “luz total”). Depois, estes valores lidos serão os valores que serão apresentados na interface interativa. Componentes utilizados: Placa Arduino UNO R3, breadboard, sensor de humidade do solo e respetivo microcontrolador, sensor LDR, sensor DHT22 e respetivo microcontrolador, resistência e cabos de ligação. Estes sensores não existem no Tinkercad, portanto apresentamos fotografias dos circuitos (fig. 4, 5 e 6).



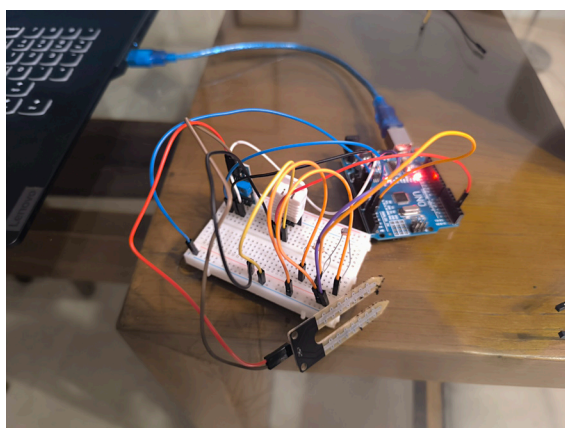
**Fig. 2** Imagem do circuito Arduino - DHT22  
Nota. Republicado de ArduinoGetStarted.com, 2025



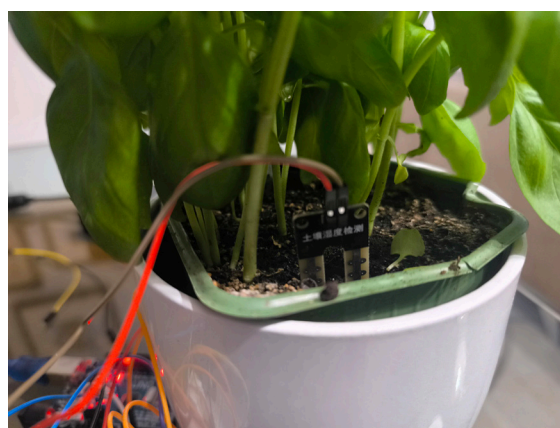
**Fig. 3** Circuito Arduino - Sensor de umidade  
Nota. Republicado de Arduino Soil Moisture Sensor (n.d.)



**Fig. 4** Circuito Arduino funcional - Sensor de umidade e sensor DHT22



**Fig. 5** Circuito Arduino funcional - Sensor de umidade e sensor DHT22



**Fig. 6** Circuito Arduino funcional - Sensor de umidade no solo

### 3. Válvula Solenóide de Água

Para controlar o fluxo da água de acordo com os valores de humidade do solo e assim, tornar o nosso sistema de rega num sistema de rega automático que garanta que a quantidade de água disponibilizada é a adequada e que evite o desperdício, precisamos de um componente eletrónico que possa ser controlado pelo Arduino. Aqui surgiram duas hipóteses: usar uma bomba de água que estaria ligada a um reservatório (conforme idealizámos na meta 1) ou então usar uma válvula de água. Ambos os dispositivos têm as suas vantagens e desvantagens: no caso da bomba de água, a existência de um reservatório de água poderia ser mais um reforço na questão da sustentabilidade; esse reservatório poderia ser enchido com água da chuva e/ou com água proveniente de desperdícios domésticos. Assim, quando o sistema de irrigação iniciasse, a bomba de água garantia a circulação da água do reservatório para o jardim; o problema é que é preciso garantir que o reservatório tem sempre água. Basta o reservatório não ter água suficiente e o sistema de irrigação fica rapidamente comprometido.

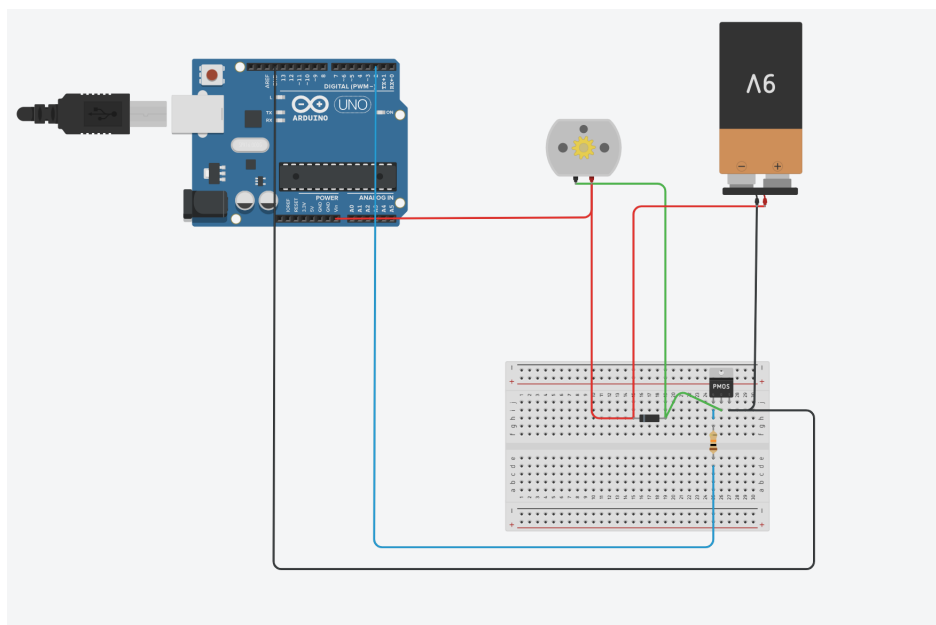
Relativamente à válvula solenóide, o primeiro problema que salta à vista é que, para a água circular pela válvula, ela já tem de estar a circular com uma determinada pressão. A válvula apenas abre ou fecha o fluxo da água; isto significa que o sítio de onde provém a água já tem de lhe conferir alguma pressão, por exemplo, uma torneira. É verdade que podemos ter uma torneira num reservatório de água e usar desperdícios hídricos para regar o jardim mas, usando uma torneira ligada à rede de água teríamos um fluxo de água contínuo que seria interrompido pela válvula sempre que os valores do sensor apresentassem valores de humidade adequados e que seria aberto quando o solo estivesse seco. Decidimos então usar a válvula solenóide de água porque, não só é logisticamente mais fácil de utilizar (basta ligar a uma torneira, em vez de termos um reservatório), mas também porque foi a que nos foi mais facilmente disponibilizada.

Como referimos na meta 1, para que este sistema de rega seja autónomo, precisa de uma fonte de energia. De preferência uma fonte de energia permanente, que não precise de manutenção e que, ao mesmo tempo, satisfaça as necessidades energéticas da própria planta: o sol. Para além de ser essencial para o processo de fotossíntese e para regular os ciclos de crescimento e floração, o sol também influencia outros fatores ambientais, como a temperatura e a humidade do solo. Como a planta já deve estar exposta à luz solar, é vantajoso usar essa fonte de energia para o nosso projeto; a existência de um painel solar permitiria o fornecimento permanente da energia (renovável) necessária para ativar o sistema de rega. A válvula de água que estamos a utilizar funciona com uma voltagem de 12V, ou seja, a voltagem que o Arduino fornece (5V) não é suficiente e, para que a energia fornecida pelo painel solar seja armazenada

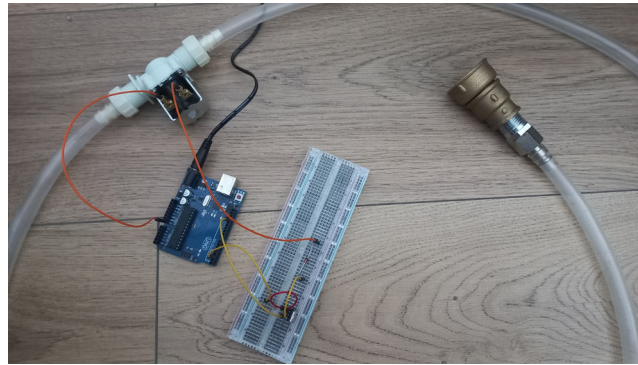


e devidamente utilizada precisamos de uma bateria. Como nem a bateria nem o painel solar foram utilizados por nós (não estavam disponíveis) nesta fase de implementação, decidimos usar um transformador de 12V ligado diretamente ao Arduino através da entrada jack e assim usar os 12V através do pin Vin do próprio Arduino e garantir que a válvula recebe a voltagem necessária.

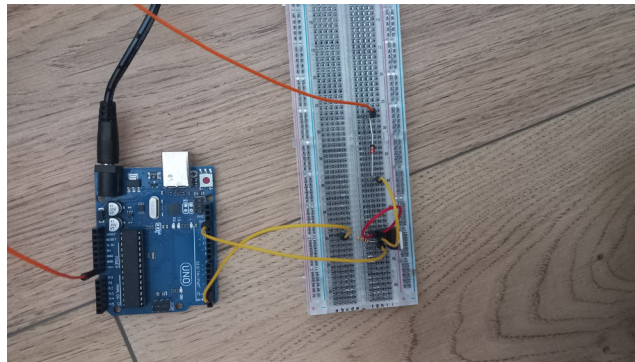
Para simular um potencial circuito para a válvula de água, fizemos um circuito no Tinkercad. O Tinkercad não tem no seu simulador de circuitos válvulas solenóides nem transformadores de 12V. Portanto, para substituir a válvula solenóide, utilizamos um motor DC (é um motor que utiliza corrente direta para produzir força mecânica) e, para substituir o transformador, usamos uma pilha de 9V. Neste circuito são necessários: o transformador de 12V, a válvula solenóide de água, um Arduino UNO R3, breadboard, um diodo (funciona como uma válvula unidirecional que permite que a corrente flua através de um circuito numa direção, mas não na outra), uma resistência de 10k $\Omega$ , um transistor (que amplifica a energia e podem controlar o fluxo da corrente) e cabos de ligação. Para conectar a válvula à torneira vamos usar mangueiras com um adaptador numa das pontas para que possa ser ligado a vários tipos de torneira, conforme a necessidade.



**Fig. 7** Circuito Arduino - motor DC, em substituição da válvula solenóide (Tinkercad)



**Fig. 8** Circuito Arduino - válvula de água



**Fig. 9** Circuito Arduino - válvula de água

## Estratégia de Implementação - Próxima meta

Ao nível da implementação dos circuitos, o próximo passo é integrar todos os sensores e a válvula de água num só sistema e reunir os valores captados pelos sensores na interface interativa; esta fase será essencial para validar a eficácia da interação entre os sensores, a interface gráfica e os elementos físicos (como as fadas e o sistema de rega). Nesta meta já desenvolvida, os sensores LDR, de humidade e de temperatura já estão integrados no mesmo circuito. Agora, é preciso garantir a leitura em simultâneo dos seus valores e o envio desses valores em tempo real para a interface desenvolvida em Processing e desenvolver a integração dos LEDs (que vão estar nas fadas) nesse circuito. Relativamente às fadas, será nesta meta que serão impressas (em 3D) para que possam ser fisicamente inseridas no jardim; vão estar distribuídas ao longo da área do jardim e terão consigo LEDs que alertam o utilizador caso algum valor esteja



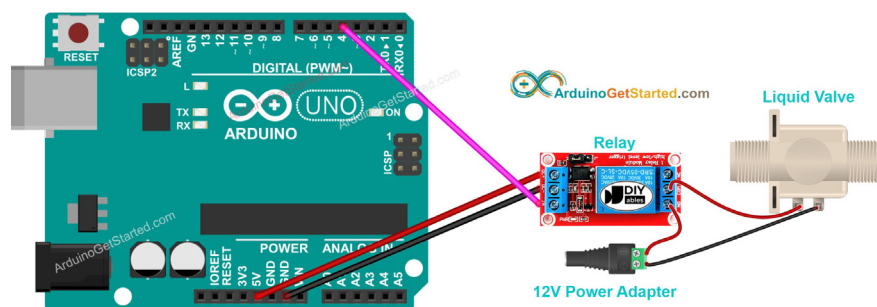
fora dos parâmetros normais. As fadas também funcionarão como um elemento que assegura a coerência estética: poderão ser dispostas de forma a “esconder” os componentes elétricos do circuito (nomeadamente os sensores) para que estes não sejam tão visualmente intrusivos no jardim.

Também é importante definir os valores exatos lidos pelos sensores entre os quais a sobrevivência da planta está assegurada, ou seja, o intervalo de valores “ideais” para a intensidade de luz, humidade do solo, humidade do ar e temperatura do ar. Relativamente à humidade do solo, de acordo com o site *A Umidade Do Solo: Formas de Monitorio Da Irrigação Dos Cultivos*, 2020, os níveis de humidade podem variar dependendo de vários indicadores como a textura do solo (quanto mais fino for, mais poros tem, portanto retém a humidade com maior facilidade), a densidade (quanto mais denso for o solo, mais difícil é a penetração de água) ou a temperatura (normalmente o teor de humidade é mais alto quando a temperatura é mais baixa). O intervalo ideal do teor de humidade do solo para a maioria das espécies vegetais está entre os 20% e os 60%. Se os valores estiverem abaixo dos 20% o solo precisa de água, portanto o sistema de rega será ativado; se o valor estiver acima dos 60% o solo está muito húmido, portanto o utilizador terá de colocar a planta num ambiente mais quente e menos húmido. Relativamente à temperatura do ar, os valores de referência variam muito de espécie para espécie. Existem plantas que suportam intervalos de temperaturas extremos (no caso da *Prunus Serrulata*, os valores variam de  $-18^{\circ}\text{C}$  até  $45^{\circ}\text{C}$ ) mas a grande maioria das plantas têm uma temperatura ideal interna que ronda os  $21^{\circ}\text{C}$  (Ame Rodríguez, 2021). Assim, para estas plantas, os valores de referência de temperatura ambiente estão entre os 15 e os  $24^{\circ}\text{C}$ . Posto isto, durante a implementação dos sensores, serão mais ou menos estes valores que serão tidos em conta para garantir que os parâmetros são os adequados.

Nesta fase também será feita a implementação definitiva do controlo da válvula solenóide de água através dos valores lidos pelo sensor de humidade do solo. Conforme descrito anteriormente, sempre que os valores de humidade rondem os 20% (ou menos) o sistema de irrigação será ativado automaticamente através da abertura da válvula de água. Poderá ser adicionado ao circuito um relay, que funciona como um interruptor controlado por eletricidade, e que permitirá controlar a válvula solenóide mantendo um melhor isolamento dos circuitos. Também será integrada uma bateria de lítio alimentada por um painel solar para garantir a autonomia elétrica do circuito, utilizando uma fonte sustentável de energia que garante também as necessidades energéticas das plantas.

Na fase final de implementação serão realizados testes em ambientes controlados, para estudar o comportamento dos sensores e dos circuitos (e do feedback) nas dife-

rentes condições ambientais. Colocar as plantas em diferentes espaços e observar as variações dos valores dos sensores ao longo do dia será útil para definir os parâmetros adequados com mais precisão e para ajustar o sistema de rega.



**Fig. 1** Esquema circuito Arduino - válvula de água, com uso de um relay  
Nota. Republicado de ArduinoGetStarted.com, 2025

# Bibliografia

A Umidade Do Solo: Formas De Monitorio Da Irrigaçao Dos Cultivos. (2020, February 6). Eos.com. <https://eos.com/pt/blog/umidade-do-solo/>

Ame Rodríguez. (2021, July 13). Qual é a temperatura ideal para as plantas? Be.green. [https://be.green/pt/blog/qual-e-a-temperatura-ideal-para-as-plantas?srsltid=Afm-BOorsOoGsZZXnh\\_72Hsza\\_ibnlDDHfD9oMzYwiT2HR2\\_q7dnPTgal](https://be.green/pt/blog/qual-e-a-temperatura-ideal-para-as-plantas?srsltid=Afm-BOorsOoGsZZXnh_72Hsza_ibnlDDHfD9oMzYwiT2HR2_q7dnPTgal)

ArduinoGetStarted.com. (2025, March 29). Arduino - Temperature Humidity Sensor | Arduino Tutorial. Arduino Getting Started. <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-temperature-humidity-sensor>

goks\_lfMore. (n.d.). Arduino Soil Moisture Sensor. Instructables. <https://www.instructables.com/Arduino-Soil-Moisture-Sensor/>

Instructables. (2014, June). Controlling a Solenoid Valve With an Arduino. Instructables. <https://www.instructables.com/Controlling-a-solenoid-valve-with-an-Arduino/>



