



BEATRIZ SILVA  
BRUNA COMES  
HELENA BESSA



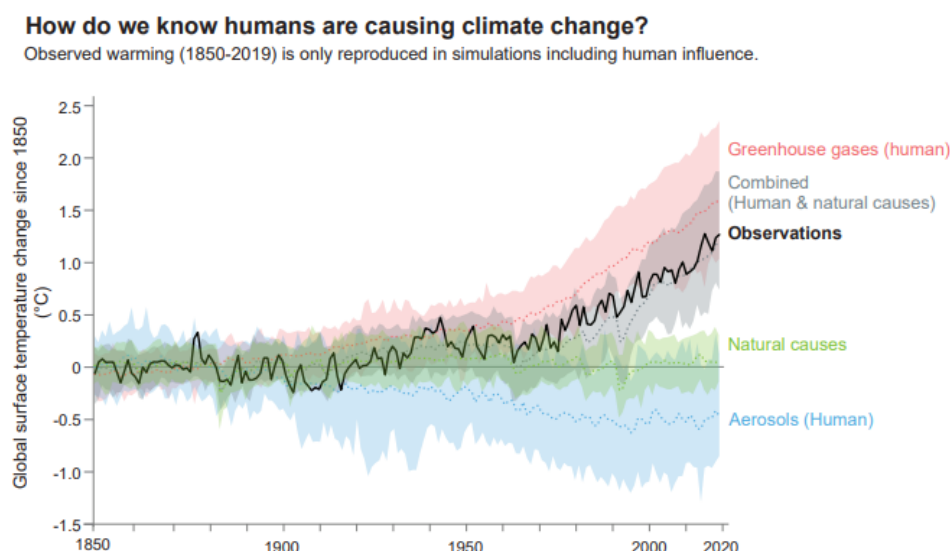
# Índice

Introdução.....	4
Estado da Arte.....	5
1. Arte Nova e a Mitologia da Fada.....	5
2. Smart Gardens.....	8
3. Interações Artísticas Interativas.....	10
4. Wearable Technology.....	14
Vantagens e Desvantagens.....	16
Opinião Pessoal.....	19
Bibliografia.....	21

## Introdução

O projeto que planeamos desenvolver insere-se no tema do desenvolvimento de tecnologias de interface que visam a promoção da consciência climática. Efetivamente, a emissão de gases de estufa, causada maioritariamente pela utilização de combustíveis fósseis, tem vindo a alterar radicalmente as condições climáticas em que vivemos. É importante notar que o aquecimento global não provoca apenas uma subida da temperatura global da Terra, causando, adicionalmente, o descongelamento das calotas polares, a intensificação de incêndios florestais e cheias, a propagação de doenças para novas localizações e a acidificação das águas dos oceanos (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025).

Estas alterações climáticas são, certamente, provocadas pela atividade humana, sendo que um evento natural não afeta significativamente a temperatura global do planeta desde a era pré-industrial. Apenas a emissão de gases de estufa de origem antropogénica consegue justificar a situação em que nos encontramos atualmente (fig.1).



**Fig. 1** How do we know humans are causing climate change?

Nota. Republicado de “Climate Change 2021: Summary for All” de Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

A tecnologia desenvolvida desde a época industrial parece estar em conflito direto com a natureza, portanto o projeto que propomos desenvolver ao longo desta unidade curricular oferece um equilíbrio entre ambas. Iremos conceber um jardim capaz de se sustentar a si próprio através do recurso à tecnologia humana. Será capaz de produzir a sua própria energia e medir a intensidade da luz, a temperatura, o pH e a humidade do solo, de modo a não só avisar o utilizador das necessidades do seu jardim, como também executando tarefas de manutenção automaticamente, através de, por exemplo, um sistema de irrigação automático.

A estrutura criada incluirá elementos visuais da Arte Nova que, inspirada no movimento Arts and Crafts, rejeitava a produção em massa e o industrialismo, valorizando figuras naturais, como plantas e flores estilizadas, animais, nuvens e água. Também tencionamos utilizar a imagem e

simbolismo das fadas para atribuir à flora uma aura mágica e fantasiosa, realçando a sua pureza. Estas fadas comunicaram o estado do jardim ao utilizador, criando uma experiência imersiva, e um painel de controlo inspirado na estética da Arte Nova permitiria controlar funções mecânicas como o sistema de rega.

Assim, o nosso projeto não só sugerirá uma colaboração harmoniosa entre o natural e o artificial, como também celebrará o ambiente em que vivemos, elevando-o a um nível quase sobrenatural.

## Estado da Arte

### 1. Arte Nova e a Mitologia da Fada

O processo de pesquisa em relação ao Estado de Arte do nosso projeto revelou-se fundamental na procura de referências estéticas e conceptuais que pudessem inspirar diferentes formas de abordar a nossa ideia. Visto que o nosso trabalho une a tecnologia e a natureza, a investigação de diferentes movimentos artísticos que evidenciam esta relação serviu como pilar na conceptualização visual e técnica do projeto.

Desta pesquisa, destacamos o movimento de Art Nouveau como inspiração visual. Este estilo artístico surge no final do século XIX/ início do século XX, e é característico da sua forte ligação com a natureza. O movimento prefere motivos orgânicos, elementos florais e linhas sinuosas, procurando dissolver as barreiras entre o natural e o artificioso.

Artistas como Alphonse Mucha (1860-1939), que foi amplamente reconhecido pelo seu estilo decorativo, em que une figuras felinas com elementos naturais. Na obra *Precious Stones* (1902), Mucha exemplifica a união da figura feminina com elementos naturais. Nesta série de ilustrações cada figura é associada a uma pedra preciosa como a ametista, topázio, esmeralda entre outras, sendo rodeada por motivos florais detalhados. Estas mulheres são representadas de maneira idealizada, com cabelos longos e trajas fluidos, integrando os padrões de natureza como se se encontrassem imersas num mundo natural fantasioso e místico.

Outro artista notável deste movimento foi René Lalique (1860–1945), designer de jóias e vidro, a sua obra *Dragonfly-woman Corsage Ornament* (c. 1897-98) é um exemplo de como o estilo da Art Nouveau influenciou o design escultórico. Lalique foi mestre em criar peças que refletem a essência orgânica das formas naturais, neste ornamento, o artista funde a figura feminina com a de um libélula, que simbolicamente está associada ao movimento e à leveza. Esta escultura delicada é realizada em vidro e esmalte, que lhe confere uma sensação etérea, representando a harmonia entre o ser humano e a natureza. O uso de elementos naturais, como a libélula, é uma característica típica de Lalique, que explorava a fauna e a flora nos seus designs.

Por último, também Emille Gallé (1846–1904) foi pioneiro no design de vidro no movimento de Art Nouveau. A sua obra *La main aux algues et aux coquillages* (1904) é um exemplo da capacidade do artista na utilização de vidro como um material que pode originar uma obra de arte profundamente influenciada pela natureza. Neste trabalho, Gallé usa vidro colorido para esculpir uma peça que imita algas marinhas e conchas, representando uma mão que dá a sensação de emergir de um ambiente marinho. A delicadeza e completada dos detalhes desta

peça, refletem características típicas do artista, que tem uma abordagem detalhada e refinada inspirada por elementos naturais

Esta ligação íntima com a natureza torna a Art Nouveau uma referência essencial para o nosso projeto, uma vez que a sua valorização do mundo natural e a sua ligação com o Homem se alinha com a estética e a ideia que pretendemos transmitir, promovendo a sustentabilidade, não só através da criação de uma interface tecnológica, como também através da valorização estética e ethos da própria natureza.

Este estilo artístico é relevante na criação do nosso projeto, não apenas pela sua inspiração visual em motivos naturais, mas também por significar um reforçamento da ideia que o ser humano e a natureza estão interligados, sugerindo a necessidade por uma consciência ambiental.



**Fig. 1** Alphonse Mucha, Precious Stones, 1902



**Fig. 2** René Lalique (1860-1945). Dragonfly-woman corsage ornament, c. 1897-98



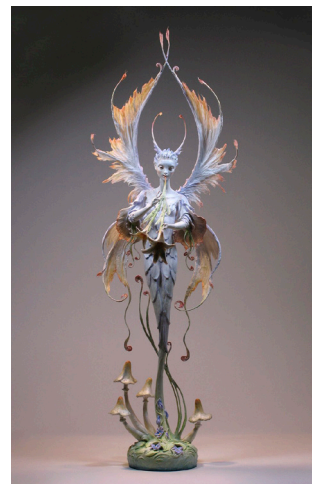
**Fig. 3** Émile Gallé, La main aux algues et aux coquillages, 1904

Para além deste movimento, ainda na procura de inspiração visual, é relevante mencionar o trabalho da artista Forest Rogers (fig.4 e 5). Na sua prática artística, a escultora procura criar universos meticulosos e de fantasia, em que cria figuras etéreas envolvidas em elementos botânicos. A criação de um universo inspirado pela natureza que cruza o realismo e a fantasia vai de acordo com a nossa intenção de criar uma peça escultórica interativa evocativa de uma criatura mística da mesma natureza que a artista.





**Fig. 4** Forest Rogers, Debutante, a young Medusa, 2023.



**Fig. 5** Forest Rogers, Titania's Garden II, 2022.

O uso de uma figura como uma fada neste projeto, remete ao simbolismo destas entidades e a sua relação com o ser humano e o mundo natural, evocando um imaginário em que estas criaturas são vistas como etéreas, sendo o seu principal objetivo serem guardiãs da natureza. As fadas são geralmente retratadas como figuras femininas delicadas, remissivas da beleza natural e equilíbrio do meio-ambiente. Esta simbologia fortalece a concepção de que o Homem pode interagir com a natureza como um agente protetor.

Na mitologia e folclore, estas criaturas místicas eram representativas de guardiãs do ambiente, enfatizando a ideia de que a humanidade também tem um certo papel na preservação e equilíbrio do mundo natural.

O estudo *Studies in the Fairy Mythology of Arthurian Romance* (Paton, 1903), explora este conceito através da análise de literatura medieval, particularmente lendas na época do Rei Artur. Esta investigação recorre à forma como as fadas são vistas como seres mediadores entre os humanos e a natureza durante este tempo. Estas narrativas retratam frequentemente as fadas como entidades poderosas, mas ilusórias, que governam os espaços naturais, reforçando a noção de que a natureza é um lugar místico e deve ser respeitado. O papel das fadas nos romances deste período sublinha a percepção histórica da natureza como algo sagrado e interligado com a vida humana.

Da mesma forma, o artigo *Fairies, Demons, and Nature Spirits: 'Small Gods' at the Margins of Christendom* (Ostling, 2018), examina o ressurgimento do interesse pelas fadas e pelos espíritos da natureza no neo-paganismo contemporâneo e no folclore histórico. Este estudo destaca como estes seres continuam a simbolizar entidades protetoras da natureza, moldando as percepções humanas do mundo natural e reforçando a consciência ambiental. Nas tradições neo-pagãs, as fadas são frequentemente vistas como representações simbólicas da vitalidade da Terra, estimulando um sentido renovado de administração em relação ao ambiente.

Estes estudos ilustram o papel duradouro das fadas como símbolos de tutela, interligação e respeito pela natureza. Seja na literatura medieval ou nas crenças espirituais modernas, a sua presença serve como um lembrete da responsabilidade da humanidade em coexistir harmoniosamente com o mundo natural.

No contexto deste trabalho que une a tecnologia e a natureza, a importância da figura das fadas pode servir como um mediante para comunicar ao ser humano que a sua relação com o ambiente deve ser um processo colaborativo e não exploratório. Tal como estas entidades, a

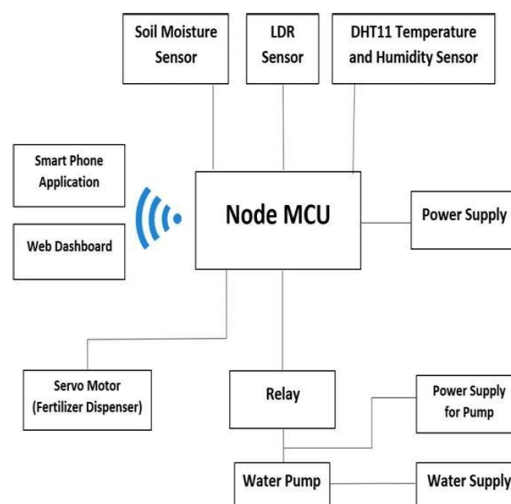
tecnologia poder ser um instrumento de apoio na construção deste sistema de protecção. Ao utilizar a fada e o seu valor simbólico como um aspecto central no nosso trabalho, a nossa intenção é evocar uma sensação de preocupação e protecção pela natureza, ao mesmo tempo que procuramos soluções através da tecnologia com o objetivo de possibilitar uma relação sustentável entre o ser humano e a mesma.

## 2. Smart Gardens

Na investigação para o desenvolvimento deste projeto, os aspectos técnicos da nossa ideia apoiam-se fortemente no desenvolvimento de tecnologias como as dos smart gardens, que surgem da necessidade por soluções agrícolas de maior eficácia e sustentabilidade. Estes sistemas funcionam como dispositivos inteligentes que utilizam sensores no controlo da vitalidade das plantas, tendo um impacto significativo na evolução da agricultura e uma maior exatidão na irrigação, nutrição do solo e adaptação da vegetação a diferentes variações climáticas.

Os smart gardens operam como um recurso para os desafios da agricultura tradicional, que é frequentemente marcada por situações de desperdício de água, pobre monitorização da qualidade do solo e dificuldade na adaptação ao clima. Ao incorporar este tipo de sistemas, que incluem sensores capazes de medir a humidade, o pH do solo e a intensidade luminosa, é possível realizar os ajustes necessários ao desenvolvimento das plantas, garantindo um ambiente propício para o crescimento de vegetação.

A irrigação automática foi um dos avanços de maior significância no desenvolvimento dos smart gardens, permitindo um menor desperdício de água, regando as plantas apenas quando necessário e na quantidade exata. Ao detectar níveis de humidade inferior, os sensores ativam



**Fig. 6** Architecture design of the proposed Smart Gardening System using IoT.

Nota. Republicado de Hamsavalli et al., 2024



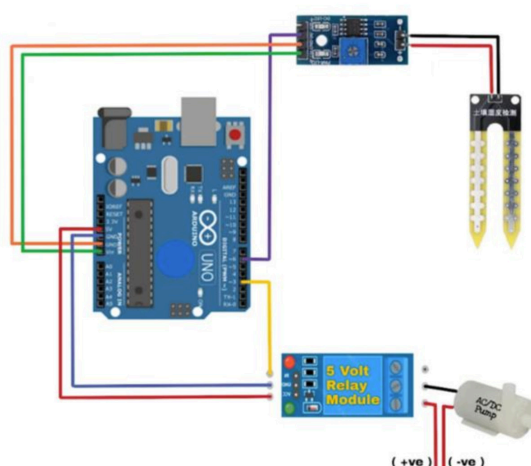
imediatamente os sistemas de irrigação, utilizando os recurso hídricos de forma eficiente. Da mesma maneira, os sensores de luminosidade identificam se a vegetação está a receber a quantidade de luz da qual necessita, e ajustam-na se se justificar.

Outro fator essencial é o controle do pH de forma a assegurar que as plantas absorvam nutrientes suficientes. Estes sensores de pH medem os níveis de acidez e alcalinidade, corrigindo alguma irregularidade para garantir um equilíbrio ideal, melhorando a vitalidade das plantas e reduzindo a necessidade do consumo de adubos químicos.

Este sistema, quer utilizado num contexto doméstico ou urbano, tem um impacto de grande relevância na sustentabilidade ambiental. Hamsavalli et al. (2024) (fig. 6), reconhece os smart gardens como agentes promovedores de uma agricultura de maior eficiência, que reduz o desperdício de recursos e maximiza a produção das plantações. O artigo destaca a análise de dados em tempo real dos sensores de humidade, temperatura e luz, que combinados com os sistemas de irrigação e distribuição equilibrada dos nutrientes permitem um maior rendimento e redução do impacto ambiental.

Adicionalmente, o artigo Smart Gardening: Save Water By Interfacing Soil Moisture Sensor With Arduino (Amolato et al., 2022) elabora a utilização de sensores de humidade do solo conectados a um microcontrolador Arduino Uno para o melhoramento do processo de irrigação. Este sistema proposto baseia-se na capacidade do sensor detectar níveis de humidade e o ativar de uma bomba de água sempre que necessário, permitindo a redução do desperdício de água e otimiza o crescimento das plantas. Este estudo, tal como o anterior, pretende reforçar a progressão tecnológica como uma ferramenta de apoio à agricultura sustentável.

Por fim, pretendemos utilizar uma lógica muito semelhante à dos smart garden sendo um dos pontos centrais da nossa ideia não só demonstrar a utilidade da tecnologia e a sua eficácia na cultivo e otimização das plantas através de sensores e sistemas de irrigação, bem como enfatizar o auxílio e inovação que este tipo de sistemas traz à sustentabilidade agrícola, através de um projeto que combina o criativo e funcional.



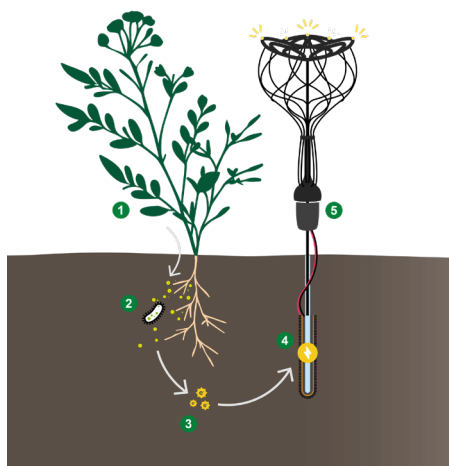
**Fig. 7** Diagrama do Circuito do Sistema de Smart Gardening: Save Water by Interfacing Soil Moisture Sensor with Arduino.  
(Nota. Republicado de Amoloto et al., 2022.)

### 3. Instalações Artísticas Interativas

Outro elemento fundamental no processo de pesquisa deste projeto, foi a procura por instalações artísticas e trabalhos de design interativos que integrassem a tecnologia como uma solução para a sustentabilidade ambiental.

Um projeto que nos chamou a atenção particularmente foi Living Light Park do estúdio de bio-design Nova Innova em Roterdão, realizado em colaboração com Plant-e e In-lite. Este projeto (fig. 8 e 9) consiste no primeiro parque do mundo iluminado através de eletricidade produzida pelas plantas, que através do processo de fotossíntese, transformam a luz solar em energia química. Parte destes componentes, que não são absorvidos pelas plantas, são expelidos para o solo através das raízes. No solo, as bactérias eletrogênicas decompõem estes compostos orgânicos e, durante esta decomposição, são libertados eletrões. Um sistema de eléctrodos enterrado no solo capta estes eletrões, criando um fluxo de corrente elétrica que alimenta a iluminação do jardim.

Este trabalho alinha-se especialmente com a nossa ideia, por utilizar sensores que auxiliam na monitorização da produção de energia, utilizando um sistema sustentável do próprio processo natural das plantas sem as prejudicar. Neste projeto é também acrescentada a ideia de um sistema de energia renovável e autossuficiente que não depende da fonte de rede elétrica tradicional.



**Fig. 8** Processo de geração de eletricidade por plantas para iluminação de parques.  
Nota. Republicado de “Living Light – Park”, por Nova Innova, 2025



**Fig. 9** Imagem do Living Light Park.  
Nota. Republicado de “Living Light – Park”, por Nova Innova, 2025

No contexto de trabalhos interativos artísticos que promovem a sustentabilidade, o projeto Planpet é outra proposta que se destaca como um tipo de abordagem inovadora. Desenvolvida por Dingyu Xiao, Bouyan Pan, Jianshen Yuan do estúdio SUOSI design, esta peça consiste num vaso inteligente que propõe uma relação mais dinâmica entre os humanos e as plantas.

A estrutura da peça de Planpet (fig. 10 e 11) inclui um pequeno cubo de vidro integrado num vaso, posicionado ao lado da planta, que funciona como um ecrã holográfico em que é projetada uma versão digital animada da planta. O utilizador tem a liberdade de escolher um avatar virtual que se assemelhe à sua planta, sendo a função do avatar reagir em tempo real às condições ambientais e à humidade do solo, refletindo o estado da planta e sinalizando a necessidade por cuidado. Se esta receber luz suficiente e for bem cuidada, a expressão da sua figura animada será

positiva, caso contrário poderá demonstrar tristeza, tornando claro a necessidade de atenção.

Esta ideia criativa permite ao utilizador ter acesso imediato a sinais visuais que indicam o estado da planta, evitando que a mesma murche, por falta de atenção. Uma vez que as plantas não possuem a capacidade de comunicar com o ser humano diretamente, o Planpet torna este processo mais intuitivo e acessível criando uma ligação mais empática entre o Homem e a natureza. Através desta abordagem mais interativa e lúdica o Planpet transforma o ato de salvar as plantas numa experiência mais envolvente para a humanidade, incentivando um compromisso ativo com o ambiente.

Planpet é relevante para a nossa pesquisa no sentido em que tanto este projeto como a nossa ideia procuram soluções imaginativas e tentam captar a atenção do utilizador através do estímulo visual, criando uma interação mais envolvente. Planpet transforma a planta num ser quase “vivo” ao dar-lhe um avatar animado com um rosto, o cuidado pela planta torna-se mais intuitivo e emocional. Da mesma forma, a fada funciona como um elemento mágico e lúdico, que desperta curiosidade e incentiva uma conexão mais forte entre as pessoas e a natureza.

Pensamos que este tipo de abordagem criativa é essencial para o ser humano, uma vez que o mesmo responde melhor a estímulos visuais e narrativas que o envolvam diretamente do que a dados numéricos ou alertas técnicos. O artigo Revisão sistemática sobre narrativas visuais no contexto educacional, (Mota, Sá, & Guerra, 2020) mostra que os estímulos visuais tem um papel bastante positivo na consolidação de matéria, não só de uma perspetiva artística, mas também nas restantes áreas, auxiliando na reflexão sobre práticas e ideologias. Ao introduzir personagens ou elementos fantásticos, é criado um vínculo emocional que torna o ato de cuidar das plantas mais prazeroso e instintivo.



**Fig. 10** Vasos do projeto Planpet, desenvolvidos pelo estúdio SUOSI Design.

Nota. Republicado de Planpet – A Smart Plant Pot Concept, por SUOSI Design, 2024



**Fig. 11** Vaso Planpet com projeção holográfica de uma planta animada.

Nota. Republicado de Planpet – A Smart Plant Pot Concept, por SUOSI Design, 2024

Para finalizar, é importante também referir o projeto artístico Biomodd, cujo o objetivo é a exploração da intersecção da ciência, tecnologia e o ser humano. Desenvolvido pelo artista e biólogo belga Angelo Vermeulen em 2007, enquanto em residência no Aesthetic Technologies Lab em Athens, Ohio, o trabalho tem como principal objetivo questionar a crença de que a tecnologia e a natureza não devem co-existir, criando instalações interativas em que ambas se fundem.

O objetivo de Biomodd é a criação de sistemas experimentais que integram computadores reaproveitados e ecossistemas de plantas, que se beneficiam mutuamente. Isto significa que, são realizadas instalações em que, por exemplo, algas são utilizadas como modo de arrefecer

processadores de computadores, permitindo que operem mais rapidamente, enquanto o calor gerado pelos componentes eletrônicos cria condições ambientais favoráveis às plantas.

Desde que foi concebido, o projeto evoluiu e foi apresentando em vários países, tal como as Filipinas, Eslovênia, Nova Zelândia, Bélgica, Países Baixos, Estados Unidos, Chile e Reino Unido. Em cada um destes locais, o Biomodd é adaptado às especificações e contextos culturais, incentivando uma relação mais complexa entre a natureza, a tecnologia e as comunidades de cada região.

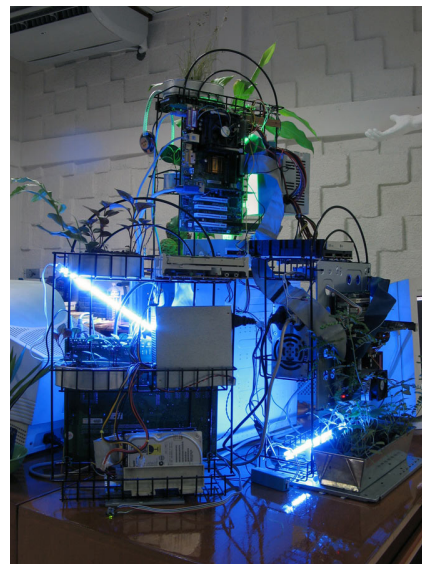
Em cada versão deste projeto, o Biomodd incorpora elementos locais e adapta-se aos contextos locais da cidade. Na iteração de Xangai, o Biomodd incorpora materiais e elementos desta cidade, como o bambu e plantas nativas da china, sendo o bambu notório por otimizar a qualidade do ar. Arquitetos, designers e estudantes locais trabalharam neste projeto, incorporando também a cultura DIY chinesa na manipulação de hardware e modificação dispositivos eletrônicos de formas criativas, focando-se nas possíveis soluções do melhoramento da qualidade do ar de Xangai através da relação entre a tecnologia e as plantas.

Biomodd não só é um projeto de instalações interativas de grande inovação como também impulsiona a envolvimento comunitária e colaboração interdisciplinar artística, estimulando o diálogo da consciência ambiental e a relação simbiótica entre a arte, a tecnologia e a ciência.

O projeto compartilha a nossa ideia de tecnologia como um suporte para o crescimento de ecossistemas naturais, enquanto em Biomodd, as plantas beneficiam dos computadores, na nossa ideia sensores automatizados e um sistema de irrigação asseguram a vitalidade das plantas de forma eficiente. Ambos surgem de uma iniciativa artística que promove a interatividade e a sustentabilidade, adaptando-se ao contexto local.



**Fig. 12** Vista de Instalação Biomodd  
Nota. Republicado de Biomodd, Angelo Vermeullen, 2009



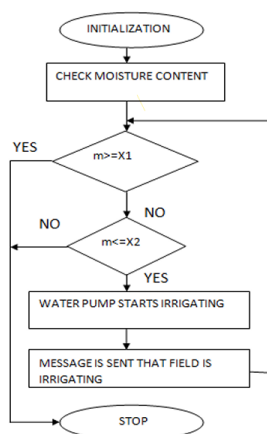
**Fig. 13** Processo de desenvolvimento do projeto Biomodd .  
Nota. Republicado de Biomodd, Angelo Vermeullen, 2009



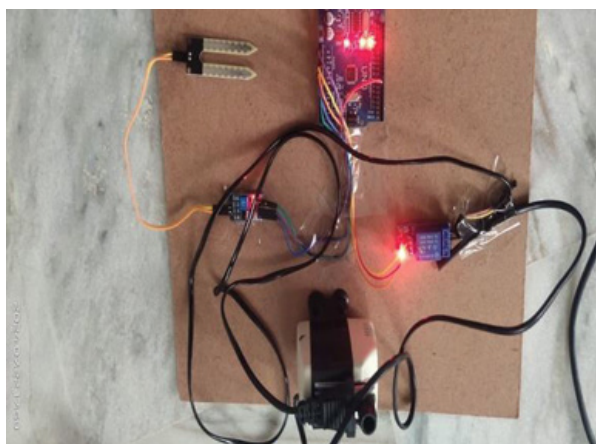
Adicionalmente, outro artigo em que nos baseámos foi o “Automatic Plant Watering System”, de Manisha Mayuri, Priyanka Aishwarya e Bagubali Annasamy, publicidade em 2019 na International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN). Este projeto é semelhante ao nosso na medida em que explora formas de rega automática para resolver os problemas da rega manual, nomeadamente o desperdício de água. Devido ao aquecimento global, as plantas e os solos estão a secar mais rapidamente devido à elevada evaporação de água e à escassez de lençóis freáticos. Consequentemente, são necessários os sistemas de irrigação automática mas estes têm algumas limitações: os equipamentos são ligados e desligados manualmente e, devido à inexistência de sensores de humidade do solo, o gasto desnecessário de água é frequente.

Com base neste problema, os autores deste projeto criaram um protótipo de um sistema automático de irrigação de plantas que é adaptável a todo o tipo de necessidades: desde jardins domésticos até campos agrícolas. Utilizando um Arduino UNO, um sensor de humidade do solo, um sensor de nível de água (nos reservatórios), uma bomba de água e um módulo GSM, fizeram um sistema que rega as plantas com base no teor de humidade do solo. Quando os valores de humidade estão abaixo do limiar, o utilizador é notificado e o sistema inicia a rega; quando os valores de humidade atingem o limite máximo, a rega é interrompida (fig.14). Sempre que o reservatório de água ficar vazio, o utilizador é notificado para que o possa voltar a encher. Este é um projeto de baixo custo, portanto é acessível para os agricultores. Resolve o problema da irrigação manual, do desperdício de água, economiza tempo e melhora a distribuição de água para as plantas.

Outro artigo que explorámos foi “Arduino Based Smart Automated Plant Watering System”, de Dr. K. Sudhakar e Yamini Ramindla, publicado no Journal of Engineering Sciences em 2024. Neste artigo, os autores definem a irrigação como uma das tarefas mais difíceis no dia a dia numa estufa ou num campo agrícola. É essencial saber quando e como regar e os sistemas automáticos de irrigação ajudam o jardineiro nesta função. Os autores desenvolveram um sistema com uma placa Arduino programada para detetar os níveis de humidade do solo e ligar a irrigação apenas quando for necessário. Para além disso, o sistema está programado de forma a regar as plantas de manhã e à noite, pois são as alturas do dia mais apropriadas para a rega.



**Fig. 14** Flowchart do método de irrigação  
Nota. Republicado de Automatic Plant Watering System, Manisha et al., 2019



**Fig. 15** Plant System  
Nota. Republicado de Arduino Based Plant Watering System, Sudhakar et al., 2024

## 4. Wearable Technology

A integração de wearable technology em projetos que visam a promoção da consciência climática permite ao utilizador uma relação mais próxima com a natureza. Coloca-o como um agente ativo na procura de harmonia entre o tecnológico e o natural. Deste modo, foi também integral para a nossa pesquisa procurar saber mais sobre este tipo de tecnologia.

O projeto Wearable Solar (Pauline van Dongen, 2013), por exemplo, integra painéis solares em têxteis de modo a proporcionar à própria roupa a capacidade de captar luz solar e produzir energia limpa. Explora o papel da moda na procura pela diminuição do uso de combustíveis fósseis e na preservação ambiental.

Estes painéis são capazes de armazenar energia suficiente para carregar metade da bateria de um smartphone, se expostos ao sol durante uma hora. Em Solar Shirt (Pauline van Dongen, 2015), van Dongen combina também células solares e elementos eletrónicos com tecido, de modo a criar uma t-shirt que, capta energia ao longo do dia, armazenando-a num bolso discreto, podendo depois ser utilizada para carregar diversos dispositivos, como telemóveis, MP3 players e sistemas de GPS.



**Fig.16** Solar Dress  
Nota. Republicado de Wearable Solar, Pauline van Dongen, 2013



**Fig. 17** Solar Shirt  
Nota. Republicado de Wearable Shirt, Pauline van Dongen, 2015

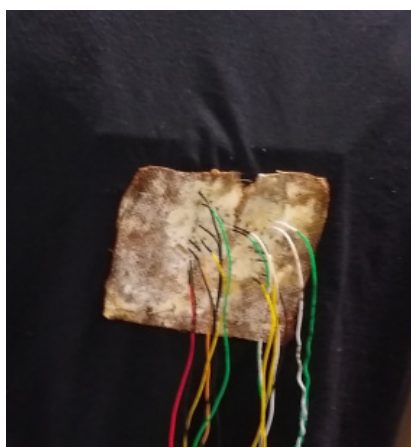
Outra proposta que nos chamou a atenção no contexto de wearable technologies foi o artigo Reactive Fungal Wearable. Este estudo enfatiza o potencial de fungos como materiais para o desenvolvimento de têxteis inteligentes, sugerindo aplicações inovadoras para biossensores e computação não convencional. O estudo (Adamatzky et al., 2020) explora tecidos fundidos com a espécie de cogumelo *Pleurotus Ostreatus*, destacando a sua capacidade na resposta de estímulos químicos através da variação de condições elétricas.

Esta pesquisa revela que os fungos possuem propriedades sensoriais extremamente evoluídas, que lhes permitem detectar luz, produtos químicos, gases, gravidade e campos elétricos. Durante as experimentações desta investigação, tecidos de cânhamo que integravam fungos foram testados num manequim, tendo sido a sua resposta à eletricidade analisada através da exposição a substâncias como maltose e dextrose. As respostas elétricas que foram registadas

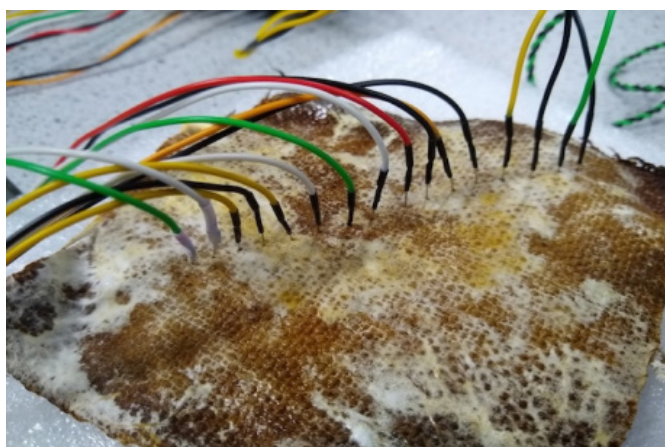


indicam que há uma possibilidade destes fungos serem utilizados como elementos computacionais biológicos, permitindo o desenvolvimento de circuitos para processamento de informações. Este estudo sugere que os fungos possam ser utilizados como componentes sensoriais em interfaces biológicas, estabelecendo novas formas de interação entre organismos vivos e a tecnologia.

Este tipo de abordagem dialoga diretamente com os temas centrais da nossa ideia, que inclui tópicos como arte digital, escultura interativa e tecnologias de interface. Este projeto não só utiliza sensores como também abre uma nova perspectiva com a integração de biotecnologia, sendo a natureza responsiva dos fungos um elemento expansivo na relação entre os organismos vivos e os sistemas eletrônicos.



**Fig. 18.** Close up of the fungal wearable incorporated into real cloth.  
Nota. Adaptado de Reactive Fungal Wearable, Adamatzky et al., 2020



**Fig. 19.** Exemplar locations of electrodes.  
Nota. Adaptado de Reactive Fungal Wearable, Adamatzky et al., 2020.)

Adicionalmente, também considerámos o projeto Gaia Communication System uma fonte de inspiração viável (Pavels Hedström, 2024). Este projeto, criado por Pavels Hedström, teve uma aparência na exposição Strange Adaptations, em Copenhaga, e funciona como uma exploração conceitual e um objeto prático simultaneamente. O GCS consiste num colete e num par de luvas capazes de transmitir ao utilizador, através de sensores hápticos, a condição do ambiente à sua volta (fig.18).

Cada sensor está associado a um objeto natural diferente, como a animais, insetos, à água e a plantas. É capaz de detectar níveis de dióxido de carbono, a temperatura e a humidade do ar, de modo a avaliar a sua qualidade e o pH e claridade da água (dezeen, 2025). O GCS consegue analisar comprimentos de onda de radiações invisíveis ao Homem para tornar possível a deteção de sinais de stress na flora. O estado do ecossistema é comunicado através de luzes de diferentes cores localizadas no centro do colete, sendo que este é também carregado por energia solar (designbom, 2025).

Pavels Hedström criou uma linguagem sensorial que o utilizador terá de aprender a utilizar e interpretar, baseando-se nos sistemas sensoriais das formigas e abelhas. O seu objetivo era aproximar o homem da natureza através da tecnologia, permitindo-lhe interagir com o seu ecossistema de um modo íntimo e minucioso. Ao encorajar o utilizador a ajustar o seu comportamento com base em mudanças ambientais e ao servir-se de energias renováveis, acaba, também, por promover a consciência climática. A comunicação a que o Gaia Communication

System aspira é uma referência muito importante para o nosso projeto, sendo que também ambicionamos estabelecer uma relação emocional entre o Homem e a natureza com o recurso à ciência e ao design de interfaces.



**Fig. 20** Gaia Communication System in use

Nota. Republicado de Gaia Communication System, Pavels Hedström, 2024

## Vantagens e Desvantagens

As plantas são seres vivos fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas: produzem o oxigénio que respiramos, mantêm o equilíbrio ecológico e ajudam na regulação do clima. É fundamental proteger e garantir a sobrevivência das espécies vegetais mas essa sobrevivência depende de muitos fatores, nomeadamente água, sol, solo, ar e temperatura.

Na natureza, as plantas crescem em ecossistemas naturais, interagem com outros seres vivos (animais, insetos, fungos e microrganismos) que se alimentam delas mas também ajudam a controlar pragas e doenças que as afetem. Estão sujeitas às condições climáticas e aos solos locais, adaptando-se gradualmente; por exemplo, crescem em direções específicas para apanhar luz solar e desenvolvem raízes profundas para chegar aos solos húmidos em estações mais secas. Geralmente, esses solos são ricos em nutrientes e microrganismos que ajudam no crescimento das plantas (o ciclo de nutrientes ocorre naturalmente e as plantas crescem saudáveis) e recebem luz solar direta, o que facilita o processo de fotossíntese.

Em ambientes domésticos não é bem assim. Embora sejam, muitas vezes, ambientes controlados e estáveis (por influência do Homem) podem não ser ideais para todas as espécies. Geralmente, o solo é limitado e os nutrientes têm de ser repostos com fertilizantes; a luz solar também pode ser limitada dependendo do sítio onde a planta esteja (dentro de casa pode ser necessário luz artificial ou colocar a planta próxima de uma janela). A rega é controlada pelo

jardineiro, o que pode levar a excesso ou falta de água e a regas “fora de horas”. Pragas e doenças podem alastrar com mais facilidade devido ao ambiente fechado ou à falta de predadores para essas pragas, obrigando ao uso de pesticidas para as controlar. Mesmo que seja um jardim de dimensão considerável ao ar livre, a qualidade de vida das plantas vai sempre depender do cuidado e da atenção do jardineiro e, quando este é negligente, a sobrevivência dessas plantas fica em risco pois o ambiente inadequado dificulta a sua capacidade de adaptação, especialmente se forem espécies exóticas ou não autóctones (Dunnett & Clayden, 2007).

É a partir daqui que a ideia de um jardim autossustentável ganha forma. Cuidar das plantas é uma tarefa que muitas pessoas gostam de fazer, em grande parte por ser muito relaxante e por permitir alguns momentos de conexão com a natureza. No entanto, algumas espécies de plantas requerem um maior investimento de tempo e de atenção, o que pode não estar ao alcance de todas as pessoas; algumas têm muita dificuldade em manter as plantas vivas e saudáveis. Muitas vezes, pela falta de disponibilidade (e de paciência), as pessoas recorrem a soluções que lhes permitam poupar tempo, como sistemas de rega automáticos ou até mesmo cultivar apenas plantas que requerem baixa manutenção (por exemplo, cactos ou suculentas).

A rega é a tarefa mais fulcral para a manutenção de um jardim. A quantidade de água necessária depende da temperatura (logo, da época do ano), da humidade do solo e da própria espécie em questão. Água a menos (seca) compromete a fotossíntese, o crescimento e o desenvolvimento da planta, podendo mesmo levar à sua morte; por outro lado, o excesso de água também é bastante prejudicial pois impede a circulação adequada de oxigénio e pode levar à asfixia radicular e, consequentemente, ao apodrecimento das raízes (o excesso de água é particularmente tóxico para plantas sensíveis como as bonsai), (M. Julia, 2023). Quando o “dono” não consegue assegurar uma rega regular e adequada, uma das soluções mais viáveis é a adoção de um sistema de rega automático. Estes sistemas são práticos e eficientes e permitem estabelecer horários específicos para a rega; contudo, potenciam o desperdício de água e não têm em atenção, naquele momento, as necessidades das plantas e do solo. Por exemplo, se o sistema não for ajustado e/ou desligado, pode continuar a funcionar em dias de chuva e pode ser insuficiente em dias muito quentes e secos.

O nosso jardim autossustentável teria um sistema de rega automático que, tal como os outros, permitiria ao dono uma maior flexibilidade em termos de “rotina de rega” e também teria em atenção a parte do dia em que se ligava (geralmente as plantas precisam de ser regadas duas vezes por dia, de manhã e à noite) (Sudhakar & Ramindla, 2024). Para garantir que a rega é feita na quantidade certa no momento certo, o nosso projeto teria uma particularidade: a existência de um sensor de humidade no solo para averiguar se a rega é necessária e quanta água é necessária. Quando os valores de humidade estão abaixo do limite de “segurança” (esse limite pode variar dependendo da espécie ou da estação do ano) o sistema de rega é ativado (com duração limitada para garantir que não excede as necessidades da planta). Mesmo que tenham passado muitas horas desde a última rega, o sistema só vai ativar quando for necessário; assim, diminuimos o desperdício de água. Todavia, é importante assegurar que o desperdício seja praticamente nulo, pelo que seria interessante controlar o fluxo da água, garantindo que apenas as zonas do jardim onde existem plantas são regadas.

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. É fulcral para

a saúde da planta uma exposição solar moderada; o excesso de luz solar pode secar o solo e, conseqüentemente, as raízes; a falta de luz solar compromete os processos fotossintéticos e potencia o aparecimento de fungo. 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.

No entanto, a automatização do processo de rega não garante a “autonomia” do jardim. Para que o jardim seja regado, é necessário um sensor que detecta os níveis de humidade e uma bomba de água que envie a água para as plantas; isto tudo seria automático. Mas de onde vem a água? É necessário garantir que há sempre água disponível na bomba e isto seria uma responsabilidade do utilizador. Como referimos anteriormente, um jardineiro negligente compromete a saúde das suas plantas e esta proposta não resolve totalmente esse problema. Podíamos fazer um sistema de reaproveitamento de água, ou da chuva, ou de desperdícios domésticos mas é aqui que surge a utilidade e a pertinência de uma “fada”; se não houver água disponível ou se não houver energia suficiente, a fada (através de luzes ou outro tipo de feedback) avisará o jardineiro das necessidades da sua planta (diferentes necessidades corresponderão a diferentes tipos de feedback). As pessoas que gostam de cuidar dos seus jardins e das suas plantas e que o vêem como uma atividade relaxante podem continuar a fazê-lo. O grande objetivo deste projeto é que o jardim sobreviva e que seja evitado o desperdício de água usando a tecnologia humana; o utilizador pode regar o seu jardim mas o sistema garante regas na altura certa com a quantidade adequada de água.

Nem só de água e sol vivem as plantas; a qualidade do ar e do solo e a temperatura são fatores a ter em conta para garantir a sua sobrevivência. A deterioração da qualidade ambiental é, em grande medida, culpa do Homem, mas é difícil para um jardineiro controlar alguns destes fatores a nível doméstico (consegue mudar as plantas de sítio conforme a estação do ano e/ou as condições do solo ou utiliza ambientes controlados, por exemplo estufas). Apesar dessas limitações é importante que estes fatores sejam tidos em conta, daí a inclusão de medidores da intensidade da luz, da temperatura, do pH do solo e da qualidade do ar (ver fig. 1). Assim, o utilizador receberá feedback se estes valores não estiverem adequados e poderá agir de forma a normalizá-los; o sistema ajuda o utilizador a perceber em que local a sua planta mais gosta de estar e que tipo de solo precisa (os valores adequados de pH, temperatura e humidade serão ajustados conforme as espécies de plantas em questão).

Como está representado na fig. 1, este projeto será implementado com recurso a uma placa Arduino UNO R3, o que permite uma abordagem muito mais acessível, quer a nível económico, quer a nível de competências na área da eletrónica. No entanto, o Arduino pode ter algumas limitações. Por exemplo, se o utilizador tiver um jardim de maiores dimensões, vai ser necessária uma bomba de água maior e mais potente para garantir o fluxo adequado da água, portanto poderão ser necessários outros componentes para reforçar a capacidade energética do Arduino (a proposta tem de ser revista e adaptada conforme as dimensões do jardim em questão), (Sudhakar & Ramindla, 2024).



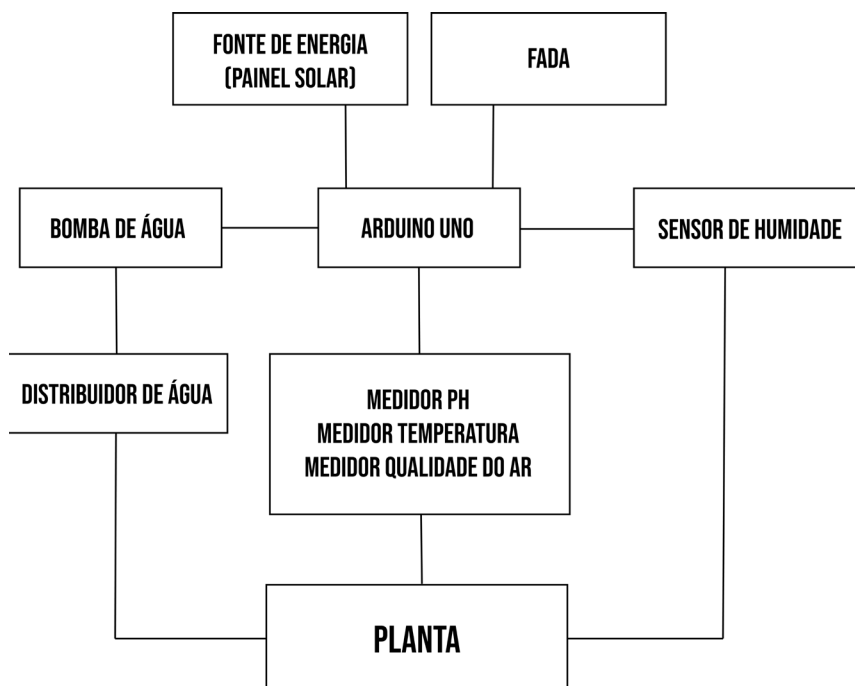


Fig. 1 Esquema da proposta do projeto (diagrama de blocos)  
Nota. Republicado de Automatic Plant Watering System, Mayuri et al., 2019 e Arduino Based Smart Automated Plant Watering System, Sudhakar et al., 2024

## Opinião Pessoal

Na nossa opinião, este projeto irá distinguir-se, principalmente, devido à relação simbiótica que iremos estabelecer entre a natureza e a tecnologia, provando que ambas estas componentes podem co-existir de modo sustentável e harmonioso. A tecnologia é vista como detrimental para o meio ambiente, sendo a causa principal das alterações climáticas que, atualmente, ameaçam o bem-estar do nosso planeta. A nossa instalação permitirá demonstrar como a ciência e a engenharia, quando aplicadas conscientemente, são capazes de proteger o ambiente e otimizar a vida vegetal.

Adicionalmente, a nossa aplicação de energia renovável através de painéis solares enfatizará a influência negativa do uso de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, evidenciará como o recurso a energias sustentáveis tem a capacidade de ser eficiente, para além de reduzir a nossa pegada carbónica.

Consideramos também que um dos aspectos mais originais e promissores do nosso projeto consiste na interação entre o utilizador e a estrutura desenvolvida. O facto de esta ser feita através do visual de elementos mitológicos como fadas e da estética da Arte Nova adiciona uma componente emocional e cultural à nossa instalação. Deste modo, o nosso jardim inteligente não será apenas funcional. Também estabelecerá um espaço interativo e imersivo que fará o utilizador sentir que se encontra num mundo mágico e fantástico.

Ao criarmos uma experiência imersiva e fantasiosa estaremos a apelar à sentimentalidade e

empatia que caracteriza o ser humano e pensamos que esta estratégia será portanto mais eficaz do que o uso apenas de factos objetivos. A associação entre a natureza e criaturas mitológicas trará também uma característica lúdica e educacional à nossa instalação

Concluimos, portanto, que o nosso projeto poderá funcionar como uma ponte entre a tecnologia, a natureza e a arte e que o equilíbrio entre estas três facetas será o nosso maior desafio. Assim, a instalação que propomos desenvolver possui uma abordagem inovadora e significativa nas áreas da promoção da consciência climática e das tecnologias de interface.



## Bibliografia

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2025). Climate Change Impacts  
<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/climate-change-impacts#water>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: Summary for All

Pauline van Dongen. (2013). Wearable Solar  
<https://www.paulinevandongen.nl>

Pauline van Dongen. (2015). Wearable Shirt  
<https://www.paulinevandongen.nl/>

Dezeen. (2025). gaia communication system is vest and gloves with sensors that let users feel nature's health  
<https://www.dezeen.com/2025/01/21/gaia-communication-system-wearable-insects/>

Designboom. (2025). Gaia Communication System.  
[https://www.designboom.com/technology/vest-gloves-sensors-gaia-users-feel-health-plants-insects-soil-pavels-hedstrom-01-22-2025/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.designboom.com/technology/vest-gloves-sensors-gaia-users-feel-health-plants-insects-soil-pavels-hedstrom-01-22-2025/?utm_source=chatgpt.com)

Paton, L. A. (1903). Studies in the fairy mythology of Arthurian romance. Ginn & Co.  
[archive.org](http://archive.org)

Ostling, M. (Ed.). (2018). Fairies, demons, and nature spirits: 'Small gods' at the margins of Christendom. Palgrave Macmillan.

Wikimedia Commons. (n.d.). Mucha - Les Pierres Précieuses. Wikimedia Commons. Retrieved March 4, 2025, from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mucha\\_les\\_pierres\\_precieuses.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mucha_les_pierres_precieuses.jpg)

Musée des Arts Décoratifs. (n.d.). Peitoral «Libélula». Google Arts & Culture. Recuperado em 4 de março de 2025, de <https://artsandculture.google.com/asset/peitoral-«libélula»/rAE-Cp2UXTtBGeg?hl=pt-PT>

Beaux Arts. (n.d.). L'art nouveau en 3 minutes. Beaux Arts. Retrieved March 4, 2025, from <https://www.beauxarts.com/grand-format/lart-nouveau-en-3-minutes/>

Rogers, F. (n.d.). Forest Rogers. Recuperado em 4 de março de 2025, de <https://forestrogers.com>

Hamsavalli, D., Dhanushya, K., & Janani, M. (2024). Smart gardening system using IoT. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 12(4). <https://www.ijert.org>

Amolato, J. A., Calotes, L. M. M., Pinar, K. E. T., & Perin, M. A. D. (2022, July). Smart gardening: Save water by interfacing soil moisture sensor with Arduino. Bohol Island State University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29226.73924>

Nova Innova. (n.d.). Living Light Park. Recuperado em 4 de março de 2025, de <https://www.novainnova.com/living-light-park/>

Suosi Design. (2023). Planpet Holographic Plant Grower. Recuperado em 4 de março de 2025, de <https://www.suosi-design.com/workxq.html?id=438>

Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2020). As narrativas visuais na educação: Uma revisão sistemática de literatura. INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO: AVANÇOS E DESAFIOS, 2, 415-427. <https://doi.org/10.36367/ntqr.2.2020.415-427>

Vermeulen, A. (n.d.). Biomodd. Recuperado em 4 de março de 2025, de <https://www.angelovermeulen.net/?portfolio=biomodd>

Manisha Mayuri, Priyanka Aishwarya, prof. Bagubali A. (2019). Automatic Plant Watering System. International Conference-2019 (ViTECoN)

Sudhakar, K., & Ramindla, Y. (2024). Arduino Based Smart Automated Plant Watering System. Journal of Engineering Sciences.

Dunnett, N., & Clayden, A. (2007). Rain Gardens: Managing Water Sustainably in the Garden and Designed Landscape. Timber Press.

M, Julia. (2023, December 28). Sobrevivência das plantas: o que elas precisam para viver. Be.green. <https://be.green/pt/blog/sobrevivencia-das-plantas-que-elas-precisam-para-viver?srsliid=AfmBOo01NbWV-KeJJoasCqVlZRsjbdQf76h1FKRYJVMxzzYUmejcBsC>

Stirbet, A., Lazár, D., Guo, Y., & Govindjee, G. (2020). Photosynthesis: basics, history and modelling. Annals of Botany, 126(4), 511–537. <https://academic.oup.com/aob/article/126/4/511/5602694>



