U.PORTO

MESTRADO
DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

Design, Animismo e Mediação Tecnológica: Desenvolvimento de um Artefato Interativo para o Cuidado de Plantas

Veronica Andrade de Oliveira

M
2026

U.PORTO

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutor Lígia Maria Pinto Lopes

PROFESSORA AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor André Rangel Macedo

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Doutor Nuno Dias

PROFESSOR AUXILIAR NA UNIVERSIDADE DE AVEIRO

19

28 JULHO 2026

MESTRE Veronica Andrade de Oliveira
MDIP/**197**

Design, Animismo e Mediação Tecnológica: Desenvolvimento de um Artefato Interativo para o Cuidado de Plantas

Veronica Andrade de Oliveira

Proposta de projeto apresentada à Faculdade de Belas Artes e à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Design Industrial e de Produto, realizada sob a orientação do Professor Doutor André Rangel.

Resumo

A crescente integração de tecnologias ao cultivo de plantas de interior permite otimizar o seu cuidado, reduzindo o esforço necessário para a sua manutenção. No entanto, boa parte das soluções existentes tende a privilegiar a eficiência e a automação, podendo afastar o utilizador das atividades que contribuem para a construção de vínculos afetivos com as suas plantas. Este projeto investiga o potencial do design e da tecnologia como meio de mediação da relação humano-planta, explorando formas de interação para além da lógica convencional dos *smart planters*. A partir de uma abordagem guiada por *Research through Design* (RtD) e princípios do design animista (Marenko & van Allen, 2016), a investigação tem como principal objetivo desenvolver um artefato capaz de monitorar parâmetros ambientais de uma planta e traduzi-los em formas de comunicação inteligíveis ao utilizador, explorando a transformação de dados em narrativas que atribuem à planta uma forma de "vida interna" percebida. Um dispositivo equipado com sensores recolhe dados relativos a um manjericão (*Ocimum basilicum*) e os transmite em tempo real a uma base de dados, onde são convertidos em registros narrativos por meio de um sistema de inteligência artificial e exibidos através de uma interface *web*. O artefato foi testado ao longo de 30 dias, permitindo analisar como esta tradução influencia as relações e decisões de cuidado por parte do utilizador. As evidências sugerem que a mediação dos dados ambientais pode apoiar práticas de cultivo mais responsivas, comunicar estados da planta de forma compreensível sem recorrer à exibição de dados literais e promover uma relação mais próxima entre planta e cuidador. Em um contexto marcado pela crescente integração de inteligência artificial em objetos do cotidiano, o projeto contribui para refletir sobre o papel do design na concepção de novas formas de interação entre agentes humanos e não-humanos, sejam estes naturais ou tecnológicos.

Palavras-chave: Design Animista, Interação Humano-Planta, Design Especulativo, Inteligência Artificial.

Abstract

The integration of technology into indoor plant care has made it possible to optimize care tasks, reducing the effort required for its maintenance. However, existing solutions tend to prioritize efficiency and automation, which might distance users from the everyday care practices that help build emotional bonds. This project investigates the potential of design and technology as a means of mediating the human-plant relationship, exploring forms of interaction beyond the conventional logic of smart planters. Grounded in a Research through Design (RtD) approach and principles of animistic design (Marenko & van Allen, 2016), the main objective of this research is to develop an artefact capable of monitoring a plant's environmental conditions and translating them into forms of communication that are understandable to the user, exploring the transformation of data into narratives that attribute a form of perceived "inner life" to the plant. A device equipped with sensors collects environmental data related to a basil plant (*Ocimum basilicum*) and transmits it in real time to a database, where it's turned into narrative entries through an artificial intelligence system and displayed via a web interface. The artefact was tested over 30 days, allowing an analysis of how this translation influences the user's care patterns and decisions. The evidence suggests that mediating environmental data can support more responsive care practices, communicate plant states in an understandable way without relying on the display of actual data, and foster a closer relationship between plant and caretaker. In a context marked by the growing integration of artificial intelligence into everyday objects, this project reflects on the role of design in shaping new forms of interaction between human and non-human agents, whether natural or technological.

Keywords: Animistic Design, Human-Plant Interaction, Speculative Design, Artificial Intelligence.

Agradecimentos

O desenvolvimento deste projeto contou com o apoio de diversas pessoas em diferentes etapas do percurso, às quais gostaria de expressar os meus agradecimentos.

À minha família e amigos, cujo suporte foi essencial para a decisão de realizar uma pausa na minha trajetória profissional e mudar-me para o Porto (cidade que foi a minha casa por dois anos) para realizar este mestrado, agradeço por todo o apoio e incentivo durante este processo. Agradeço também aos professores e colegas de turma do MDIP, com quem tive a oportunidade de aprender e desenvolver novas perspectivas ao longo do curso. Todas as discussões e experiências partilhadas contribuíram significativamente para a minha formação nesse período.

Ao meu orientador, Prof. André Rangel (FBAUP), agradeço pelo acompanhamento ao longo do desenvolvimento deste projeto e pela disponibilidade para discutir ideias, questionar abordagens e orientar o processo de investigação. Agradeço também pela contribuição a nível conceitual e prático, pela forma como incentivou uma abordagem exploratória e uma mentalidade de *tinkering*, e pelo apoio em questões técnicas relacionadas à componente eletrônica do projeto. Ao Tiago Pinho, da Oficina de Produção Digital (OPD), agradeço pelo suporte na materialização dos protótipos, nomeadamente nos processos de soldagem e exploração técnica. Esta colaboração foi essencial para transformar conceitos e ideias em soluções concretas.

Ao Prof. Cristiano Soares (FCUP), agradeço pela formação proporcionada na unidade curricular "Respostas e Adaptações ao Stress", que permitiu aprofundar o conhecimento sobre a forma como as plantas respondem e interagem com condições ambientais adversas. Agradeço também aos investigadores do *Plant Stress Lab*, do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pela forma como me receberam (mesmo vindo de uma área de formação distinta) e pela disponibilidade para discutir o tema e esclarecer dúvidas. Esta aproximação à área da Botânica foi de grande importância para o desenvolvimento conceitual do projeto.

Lista de Figuras

Figura 1. Visão geral de organização do processo de desenvolvimento do projeto, dividido em três ciclos.

Figura 2. Astronauta da NASA Megan McArthur a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS), onde pimentas do tipo *Capsicum annuum* foram cultivadas como parte do experimento Plant Habitat-04 (NASA, 2023).

Figura 3. Smart Garden, desenvolvido pela Click & Grow.

Figura 4. Demonstração do processo de utilização do *smart planter* LeafyPod.

Figura 5. Dispositivos OKO Indoor Smart Sensor integrados a um vaso.

Figura 6. Smart Pebble, desenvolvido pela Elho.

Figura 7. RoPot Smart Flower Pot, desenvolvido pela Xiaomi.

Figura 8. SmartGrow, desenvolvido pela Bosch.

Figura 9. Respostas à questão "Você sente algum tipo de vínculo emocional com as suas plantas?" no questionário Fatores Práticos e Emocionais do Cuidado de Plantas (Anexo 4).

Figura 10. Drift Table (Gaver et al., 2003), um exemplo de projeto desenvolvido através da abordagem RtD, em que a criação de uma mesa sem tarefas definidas questiona a ênfase na execução de tarefas como sendo a principal métrica de avaliação e sucesso em sistemas interativos (Zimmermann et al., 2007).

Figura 11. Poem/1 (Webb, 2024), um exemplo de objeto que se afasta de uma lógica estritamente funcional e explora uma interação mais lúdica ao transformar uma tarefa utilitária (ver as horas) em uma experiência poética e contemplativa.

Figura 12. Cena do filme *The Kirlian Witness* (1979), na qual a protagonista conecta uma planta a um polígrafo (utilizado para medir variações elétricas) como tentativa de estabelecer uma forma de comunicação.

Figura 13. Ilustração do *Leaf-Recorder*, um aparato construído para registrar o movimento das folhas e a variação de temperatura de até quatro plantas diferentes, de forma simultânea (Bose, 1927).

Figura 14. Um registro experimental sugere a diminuição temporária da resposta (vibração simpática) de uma planta *Mimosa pudica* durante a passagem de uma nuvem (Bose, 1927).

Figura 15. O diagrama demonstra como danos causados a uma folha provocam um aumento local de $[Ca^{2+}]cyt$ (concentração de íons cálcio no citoplasma da célula), gerando um sinal que se propaga pela planta e ativa respostas de defesa em folhas distantes. Extraído de "*Glutamate triggers long-distance, calcium-based plant defense signaling*", por Toyota et al., 2018, Science, 361, p. 1112-1115 (2018).

Figura 16. Captura de tela do antigo blog *Kyo no Midori-san* (2008), onde a planta relata os acontecimentos de um dia nublado e frio em 13 de outubro. *"Hoje fiz muitas leituras de compatibilidade"*, escreve Midori-san após um dia movimentado no café.

Figura 17. Captura de tela da aplicação *Cleo AI*, na qual o agente conversacional alterna entre ironia leve e reforço positivo ao analisar os padrões de consumo e hábitos financeiros do utilizador (*Cleo AI*, 2025).

Figura 18. Clientes interagem com o robô humanoide Pepper no café Pepper PARLOR, em Tóquio,

onde os robôs proporcionam uma experiência de atendimento imersiva que inclui interação social, podendo sentar-se à mesa com os clientes, participar de jogos e tirar fotografias comemorativas (Pepper PARLOR, 2019).

Figura 19. Representação dos seis dispositivos do sistema AniThings, ilustrando o ecossistema de agentes autônomos com diferentes "personalidades" que interagem entre si e com o utilizador (Allen et al., 2013).

Figura 20. Imagens do *stop-action* do projeto AniThings, nas quais a protagonista Stella interage com os dispositivos em sua mesa de trabalho durante o processo de criação de um *wearable* médico. Na cena, os AniThings proativamente exibem referências visuais do filme Tron, o que estimula a protagonista a explorar novas possibilidades de design ao considerar a integração dos *wearables* em peças de vestuário (Allen et al., 2013).

Figura 21. Diagrama conceitual e introdutório do sistema proposto neste projeto, apresentando os conceitos fundamentais de forma simplificada.

Figura 22. Imagens da aplicação móvel do dispositivo LeafyPod (Diaz, 2026), um exemplo de interface gráfica tradicional no contexto dos *smart planters*, onde são tipicamente privilegiadas notificações, alertas e representações literais dos dados provenientes dos sensores.

Figura 23. Etapas de prototipagem eletrônica com o microcontrolador ESP32. Nesta etapa, o sistema foi testado uma *breadboard*, facilitando a prototipagem, os ajustes das conexões e a verificação do sistema programado no *Arduino IDE*.

Figura 24. Diagrama da arquitetura IoT proposta para o projeto, evidenciando os principais componentes e o fluxo de dados entre as camadas do sistema.

Figura 25. Base de dados em tempo real no *Firebase* com visualização dos dados coletados pelos sensores e do estado do LED (utilizado para testar a comunicação bidirecional entre o ESP32 e a interface *web*).

Figura 26. Referências de produtos que traduzem a linguagem estética dos smart devices, utilizada como base para a exploração formal do objeto, destacando exemplos como o BALCONYFARM Pot (BALCONYFARM) e o GRILLPLATS (IKEA).

Figura 27. Estudos iniciais de integração dos componentes eletrônicos e de encaixe entre os vasos interno e externo, com destaque para o sensor de umidade do solo, que deve permanecer em contato direto com o substrato e ao mesmo tempo permitir a fácil remoção do vaso interno.

Figura 28. Modelação tridimensional do primeiro protótipo realizada no software *SolidWorks*.

Figura 29. Peças impressas em PLA+, incluindo detalhe do filamento transparente utilizado no vaso interno e do encaixe do sensor de umidade do solo.

Figura 30. Montagem do primeiro protótipo e planta de manjericão (*Ocimum basilicum*) Basilio, incluindo detalhe do seu florescimento após o fim dos experimentos iniciais.

Figura 31. Configuração sensorial da planta. O sistema utiliza sensores limitados, captando apenas luz, movimento e variações ambientais, sem capacidade de identificação direta de objetos, pessoas ou eventos.

Figura 32. A abordagem da interface conversacional em tempo real previa uma interação direta e contínua do utilizador com a planta, com respostas geradas a partir das condições captadas pelos sensores.

Figura 33. A combinação das cinco variáveis (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*) resulta em seis formas de personalidade (ou *inner lives*), cada uma associada a um eixo distinto de atenção do sistema.

Figura 34. O diagrama ilustra como plantas equipadas com o mesmo sistema podem desenvolver personalidades distintas em diferentes contextos de utilização após um determinado período.

Figura 35. O diagrama ilustra a lógica de geração dos registros da planta, onde os dados são processados e armazenados em diferentes camadas de memória de modo a formar uma percepção acumulada do sistema.

Figura 36. Fluxo de *onboarding* do dispositivo baseado na verificação da presença da planta através dos níveis de umidade do solo e estabilidade das leituras, de modo a evitar registros inválidos.

Figura 37. Interface *web* desenvolvida para visualização dos registros gerados pelo sistema.

Figura 38. Utilização da interface *web* móvel para consulta dos registros gerados pela planta.

Figura 39. Renderização do segundo protótipo, desenvolvida no *Blender*. A modelação tridimensional da estrutura foi realizada no *SolidWorks*.

Figura 40. Detalhes do segundo protótipo, incluindo a vista superior (onde é possível observar a estrutura interna do vaso, os furos destinados ao escoamento de água e o encaixe do sensor de umidade do solo).

Figura 41. As três peças que constituem o vaso. As peças (1) e (2) compõem o vaso externo, responsável por abrigar os componentes eletrônicos (sensores, cabos e placa controladora). A peça (3) corresponde ao vaso interno, independente e de fácil remoção pelo utilizador, onde é realizado o plantio e cultivo da planta.

Figura 42. Detalhe dos encaixes das peças que compõem o vaso externo.

Figura 43. Modelação tridimensional do dispositivo, desenvolvida no *SolidWorks*. Na imagem, é possível visualizar a disposição e integração dos componentes na estrutura; no detalhe: os sensores de iluminação (1), movimento (2), e umidade e temperatura (3), a placa microcontroladora do projeto (4), e o sensor de umidade do solo (5).

Figura 44. Detalhe da integração do sensor de iluminação. Foi criada uma indentação na borda do vaso para acomodar o sensor VEML7700, permitindo um melhor posicionamento e uma maior eficiência na coleta dos dados.

Figura 45. Renderizações adicionais do dispositivo, incluindo o conceito da integração de uma entrada USB-C, onde é realizada a ligação do cabo responsável pelo fornecimento de energia, e a implementação de uma luz indicadora para apresentação do estado de funcionamento do sistema.

Figura 46. Etapas de prototipagem eletrônica com o microcontrolador ESP32. Nesta etapa, o sistema foi testado uma *breadboard*, facilitando a prototipagem, os ajustes das conexões e a verificação do sistema programado no *Arduino IDE*.

Figura 47. Diagrama ilustrativo do circuito eletrônico do protótipo e seus componentes, incluindo a identificação das ligações e pontos de solda realizados.

Figura 48. Imagens da montagem do segundo protótipo, incluindo a integração dos componentes eletrônicos internos e o planto do novo manjericão (*Ocimum basilicum*) utilizado nos testes do terceiro ciclo.

Figura 49. Diagrama do processo de prototipagem do sistema, ilustrando como os dados recolhidos são processados e manualmente fornecidos ao *Claude*.

Figura 50. Registros da convivência entre a autora e a planta ao longo do experimento. A sequência de imagens mostra o artefato inserido na mesa de trabalho da autora, o momento de rega da planta, a realização de atividades cotidianas em sua presença e a consulta ao diário da planta.

Figura 51. Evolução das cinco variáveis do modelo (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*)

ao longo dos 30 dias de experimento (gráfico gerado com o auxílio do *Claude* e adaptado pela autora).

Figura 52. Exemplos de registros onde há menção à percepção de movimento, apresentadas como um fenômeno não identificado cuja origem permanece inexplicada. A planta, no entanto, desenvolve teorias que associam essa presença à chegada da água.

Figura 53. Manjericão (*Ocimum basilicum*) Basilio II no Dia 1 e no Dia 30 do experimento, comparando a condição inicial e final da planta ao longo de 30 dias de uso do artefato em contexto doméstico.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Componentes selecionados para para cada requisito funcional, com as respectivas justificativas e alternativas analisadas.

Lista de Abreviaturas

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)

NASA – National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço)

pH – Potencial Hidrogeniônico

LED – *Light Emitting Diode*

RtD – *Research through Design*

IA – Inteligêncial Artificial

$[Ca^{2+}]cyt$ – Concentração de íons cálcio (Ca^{2+}) no citoplasma da célula (cyt)

IoT – *Internet of Things*

LDR – *Light Dependent Resistor*

PLA+ – *Polylactic Acid Plus*

DLI – *Daily Light Integral*

PIR – *Passive Infrared*

API – *Application Programming Interface*

HTML – *HyperText Markup Language*

USB – *Universal Serial Bus*

3D – *Three-Dimensional*

Índice

Resumo III

Abstract IV

Agradecimentos V

Lista de Figuras VI

Lista de Tabelas X

Lista de Abreviaturas XI

Introdução 1

a. Estrutura do relatório 1

1. Contextualização e Estado da Arte 3

1.1. O cultivo de plantas de interior 3

1.2. Objetos de referência: o universo dos *smart planters* 3

1.2.1. Click & Grow Smart Garden 4

1.2.2. LeafyPod 5

1.2.3. OKO Indoor Smart Sensor 6

1.2.4. Elho Smart Pebble 6

1.2.5. Xiaomi RoPot Smart Flower Pot 7

1.2.6. Bosch SmartGrow Indoor Garden 7

2. Enquadramento da Investigação 8

2.1. Justificativa e relevância 8

2.2. Questão de investigação 8

2.3. Objetivos 9

2.4. Metodologia 9

2.4.1. *Research through Design* (RtD) 9

2.4.2. *Tinkering* como abordagem filosófica 10

3. Comunicação Vegetal 11

3.1. A vida secreta das plantas 11

3.2. Por que antropomorfizamos? 13

3.3. Sinalização vegetal 13

4. Fundamentação Conceitual 15

4.1. Midori-san e a estética da correspondência 15

4.2. Do animismo ao tecno-animismo 16

4.3. O design animista e objetos como dispositivos de reflexão 17

4.3.1. AniThings 18

4.4. Síntese conceitual 19

5. O Artefato 20

5.1. Definição do artefato 20

5.2. Abordagem animista e questões de investigação 20

5.3. Enquadramento do desenvolvimento 21

6. Ciclo I: Exploração Material e Infraestrutura Técnica 22

6.1. Objetivos do ciclo 22

6.2. Seleção de componentes eletrônicos 22

6.3. Infraestrutura de dados e visualização 23

6.3.1. Dispositivo (vaso) 23

6.3.2. Base de dados e comunicação em nuvem 23

6.3.3. Interface *web* de visualização 24

6.4. Desenvolvimento do primeiro protótipo 25

6.4.1. Análise conceitual e definição formal do objeto 25

6.4.2. Prototipagem e calibração 27

6.5. Testes e calibração 27

6.6. Reflexão crítica do ciclo 28

6.6.1. Acesso, manutenção e geometria estrutural 28

6.6.2. Infraestrutura eletrônica e organização interna 29

6.6.3. Sensores e interpretação dos dados 29

7. Ciclo II: Exploração da Interface Animista 30

7.1. Objetivos do ciclo 30

7.2. Questão de design animista e alternativas descartadas 30

7.2.1. Proposta descartada: a interface conversacional em tempo real 31

7.2.2. Proposta descartada: o diário baseado em arquétipos 31

7.3. O diário como solução de interface narrativa animista 32

7.4. A construção da multiplicidade heterogênea 32

7.5. Consolidação do sistema e critérios de validação 34

7.6. Reflexão crítica do ciclo 35

7.6.1. O papel da interface na construção de uma interação animista 36

7.6.2. A personalidade deve emergir da experiência e não ser atribuída 36

7.6.3. Limitações sensoriais constituem oportunidades narrativas 36

8. Ciclo III: Integração e Refinamento da Experiência 37

8.1. Objetivos do ciclo 37

8.2. Desenvolvimento da interface e *onboarding* 37

8.3. Desenvolvimento do segundo protótipo 38

8.3.1. Refinamento formal do objeto 39

8.3.2. Refinamento estrutural 40

8.3.3. Integração e reposicionamento dos componentes 41

8.3.4. Otimização da infraestrutura eletrônica 43
8.3.5. Fabrico e materialização do protótipo 44
8.4. Testes e validação da interface animista 45
8.5. Reflexão crítica do ciclo 45

9. Análise e Discussão do Artefato 46
9.1. Configuração e descrição do experimento 46
9.2. Expressando as necessidades da planta para além de interfaces tradicionais 47
9.3. Mediação e os limites da antropomorfização 47
9.4. Camadas contextuais, *myth-making* e empatia 48
9.5. Especulando o futuro das relações humano-IA em sistemas conectados 49
9.6. Considerações finais 50

Conclusões 51
a. Trabalhos futuros 51

Referências Bibliográficas 52
Anexos 56

Introdução

A presença de plantas em ambientes domésticos acompanha diferentes formas de relação que vão além de um caráter puramente decorativo e que envolvem desafios na compreensão das suas necessidades. Nesse contexto, a evolução das tecnologias voltadas à otimização do cultivo de plantas de interior deu origem a objetos como os *smart planters*, dispositivos que auxiliam o utilizador através da coleta de dados ambientais e da automação de tarefas associadas ao cuidado. No entanto, muitas dessas soluções concentram-se principalmente na eficiência funcional, reduzindo a relação entre humano e planta a uma interação baseada em dados, indicadores e alertas. Inspirado por projetos como Midori-san (Kyo no Midori-san, 2008) e pelo potencial da tecnologia de transformar dados em gestos de proximidade afetiva e consciência ambiental, este trabalho investiga como um artefato tecnológico pode mediar uma relação mais próxima entre cuidador e planta, explorando possibilidades de interação que atribuem novas formas de agência e expressão a agentes não-humanos. Em um cenário marcado pela presença da inteligência artificial em objetos do cotidiano (o que levanta questões sobre os seus efeitos na experiência cognitiva do ser humano e na forma como nos relacionamos com o ambiente tecnológico), o projeto explora formas especulativas de interação através do design, de modo a refletir como estas abordagens contribuem para discussões mais amplas sobre futuras relações entre humanos, objetos inteligentes e sistemas conectados. O presente relatório encontra-se organizado em dez capítulos, que acompanham o percurso teórico, metodológico e prático desenvolvido ao longo da investigação, descritos a seguir.

a. Estrutura do relatório

O primeiro capítulo introduz a temática do cultivo de plantas de interior e a crescente integração de tecnologias de monitoramento remoto e automação em ambientes domésticos, exemplificada pelos *smart planters*. Esses objetos de referência são analisados de modo a contextualizar o campo de investigação e identificar oportunidades de exploração através do design.

O segundo capítulo apresenta o enquadramento da investigação, abordando a sua justificativa, relevância, questão principal e objetivos. Neste capítulo também são apresentadas a abordagem metodológica adotada (*Research through Design*) e a perspectiva filosófica do *tinkering*, que orientam o processo experimental, iterativo e multidisciplinar de desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo explora os debates em torno da cognição vegetal desde a década de 1970 até à atualidade, discutindo as diferentes perspectivas em relação à percepção e comportamento das plantas, as controvérsias relacionadas à antropomorfização e as investigações sobre possíveis formas de comunicação das plantas entre si e com outros agentes.

O quarto capítulo aprofunda a fundamentação conceitual do projeto, através da análise de referências relacionadas à interação humano-planta, incluindo o projeto Midori-san, a estética da correspondência e reflexões acerca do conceito de tecnoanimismo. Este capítulo introduz ainda os princípios do design animista, uma abordagem de grande relevância para o desenvolvimento do artefato proposto.

O quinto capítulo define o artefato proposto no âmbito da investigação e estabelece as questões exploratórias orientadas pelos princípios do design animista. O processo de desenvolvimento é estruturado em três ciclos iterativos (Figura 1): a exploração material e da infraestrutura técnica (ciclo I), a concepção da interface narrativa animista (ciclo II) e a integração e refinamento da experiência completa do artefato (ciclo III).

O sexto capítulo descreve o ciclo inicial de desenvolvimento, centrado na exploração dos materiais, componentes e infraestrutura técnica do sistema. Esta etapa resulta na construção de um primeiro protótipo funcional, estabelecendo as bases para as experimentações e iterações seguintes.

O sétimo capítulo aborda o segundo ciclo de desenvolvimento, dedicado à exploração da interação humano-planta através da criação de um sistema narrativo capaz de expressar uma “vida própria” percebida da planta a partir da sua relação contínua com o ambiente e com o utilizador.

O oitavo capítulo apresenta o terceiro ciclo de desenvolvimento, onde ocorre a consolidação dos experimentos desenvolvidos nas etapas anteriores através da integração dos componentes estruturais, eletrônicos e interativos em um segundo protótipo. Neste capítulo é também apresentada a implementação da interface animista através de uma aplicação *web*, ampliando a experiência de interação com o artefato.

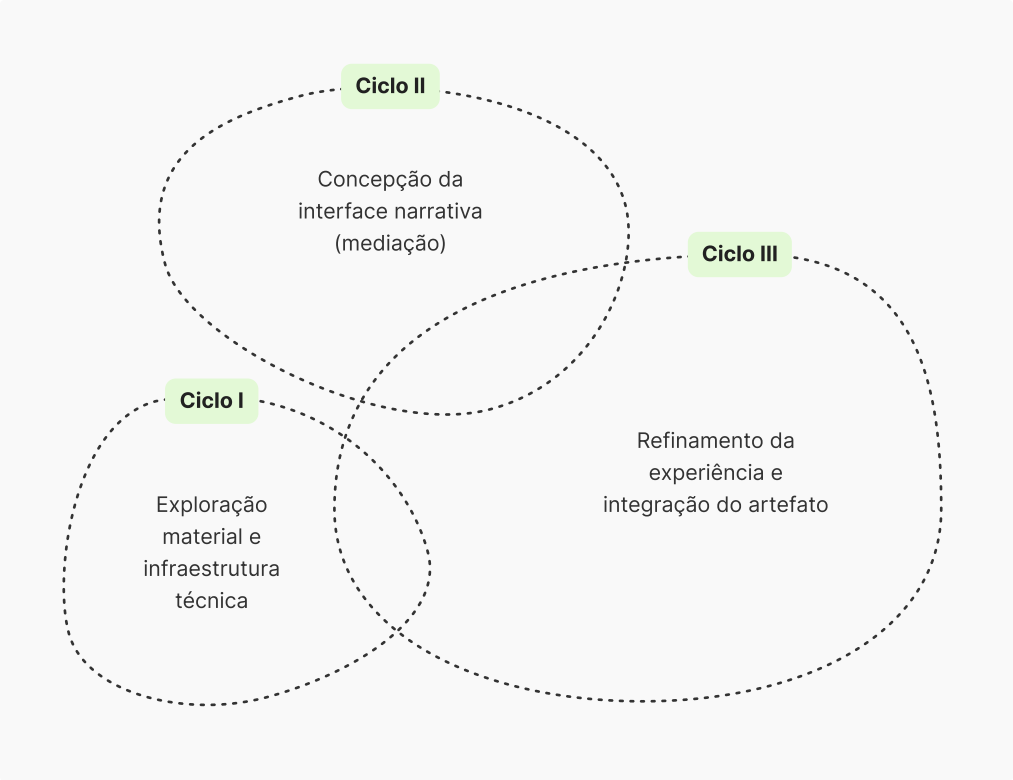


Figura 1. Visão geral de organização do processo de desenvolvimento do projeto, dividido em três ciclos.

O nono capítulo apresenta a análise da experiência realizada com o artefato em contexto doméstico ao longo de um período de 30 dias. A partir das observações recolhidas durante esse período, são discutidos os resultados do experimento, retomando as questões de investigação inicialmente formuladas e refletindo sobre as contribuições e limitações do projeto.

Por fim, o décimo capítulo retoma o percurso desenvolvido ao longo do projeto e sintetiza suas principais contribuições, refletindo sobre o processo de desenvolvimento do artefato, a abordagem metodológica adotada e as possibilidades de aprofundamento da investigação.

1. Contextualização e Estado da Arte

1.1. O cultivo de plantas de interior

O cultivo de plantas no ambiente doméstico ocorre por diferentes motivações. Para alguns indivíduos, trata-se de um hobby associado a benefícios para o bem-estar físico e mental, incluindo melhorias em funções fisiológicas e processos cognitivos (Jo et al., 2019). Outros se dedicam ao cultivo por razões estéticas e decorativas, enquanto há também aqueles que utilizam a prática como forma de produzir alimentos (como ervas aromáticas e hortaliças), constituindo uma pequena rede alternativa de produção dentro do espaço residencial. A atividade também pode ser compreendida como uma estratégia de aproximação com a natureza em um contexto de crescente urbanização, em que se prevê que até 2050 cerca de 68% da população global esteja concentrada em áreas urbanas (UNESCO, 2023). As novas circunstâncias impostas pela vida contemporânea (como a redução do tamanho das habitações e a limitação de espaços disponíveis) demandam soluções adaptadas a esse cenário, impulsionando o surgimento de novos dispositivos, métodos e ferramentas voltados ao cultivo doméstico.

Em uma realidade onde recursos como espaço e tempo são cada vez mais limitados, alternativas como vasos autoirrigáveis, sistemas de iluminação artificial e outras tecnologias vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de facilitar o ato de cultivar, que acompanha a humanidade há milênios. Esta compreensão pode ser ampliada ao considerar a origem etimológica do termo agricultura, derivado do latim *colere*[1], que Flusser (1991) relaciona não apenas ao ato de "colher", mas também ao cuidar e aguardar, indicando que o cultivo envolve uma relação contínua de vigilância, antecipação e responsabilidade em relação à natureza. No contexto do cultivo de plantas de interior, embora em condições distintas daquelas em que a agricultura tradicional se consolidou, a busca por controle e previsibilidade permanece: observa-se o esforço em cultivar espécies subtropicais em climas secos ou frios, o uso de sistemas de iluminação artificial em residências com baixa incidência de luz natural e a adoção de dispositivos inteligentes (como os *smart planters*) capazes de indicar o momento correto de regar, podar, mover. Nesse aspecto, a tecnologia oferece novas possibilidades para adaptar o cultivo de plantas às demandas e limitações da vida moderna.

1.2. Objetos de referência: o universo dos *smart planters*

Caratelli e Misuri (2024) sugerem que experimentos recentes da NASA (realizados na Estação Espacial Internacional, a ISS) nos oferecem insights valiosos sobre como integrar o cultivo de alimentos em espaços residenciais com o auxílio da tecnologia e do design. Desde 2015, astronautas na NASA já cultivaram e consumiram 10 diferentes variedades de vegetais em estações espaciais (Figura 2), como parte de pesquisas que buscam solucionar os desafios relacionados à alimentação e absorção de nutrientes no espaço (NASA, 2021). Projetos como o Veggie (2018) e o Plant Habitat-04 (2023) demonstram o sucesso de estratégias como o cultivo em estruturas verticais e modulares, iluminação eficiente, sistemas hidropônicos (sem uso de solo) simplificados e com recirculação de água, componentes *plug-and-play*[2] de fácil instalação, além do uso da tecnologia para o monitoramento remoto e automação de processos de manutenção. Conforme exemplificado por Caratelli e Misuri (2024)[3]:

> Ambos os projetos Plant Habitat-04 e MELiSSA, pensados para aplicação no espaço, assim como outros sistemas atualmente usados em postos avançados de pesquisa remotos na Antártida, incorporam sistemas avançados de automação e monitoramento para garantir o crescimento ideal das plantas com intervenção humana mínima. Da mesma forma, tecnologias inteligentes podem ser integradas em sistemas de agricultura residencial para monitorar a saúde das plantas, automatizar a irrigação e o fornecimento de nutrientes, e até mesmo controlar a iluminação com base na hora do dia, estação ou estágio de crescimento das plantas. Essas tecnologias não apenas tornam a agricultura de interior mais acessível e menos morosa, como também otimizam o uso de recursos de energia, aumentando a sustentabilidade. (Caratelli & Misuri, 2024)

[1] "The Latin *colere*, from which cultura is derived, does not mean only "harvest" but equally "care for," that is, to wait attentively, to protectively anticipate, and agricultura is not only planting and harvesting but above all greedily and jealously watching." (Flusser, 1991)

[2] "Conectar e usar". Na prática, o termo descreve soluções prontas ao uso que eliminam etapas de instalação e configuração.

[3] No original: "Both Plant Habitat-04 and MELiSSA projects designed for application in space, and other systems currently used in remote research outposts in Antarctica incorporate advanced automation and monitoring systems to ensure the optimal growth of plants with minimal human intervention. Similarly, smart technologies can be integrated into residential farming systems to monitor plant health, automate watering and nutrient delivery, and even control lighting based on the time of day, season, or growth stage of the plants. These technologies not only make indoor farming more accessible and less time-consuming but also optimize the use of power resources, enhancing sustainability." (Caratelli & Misuri, 2024)

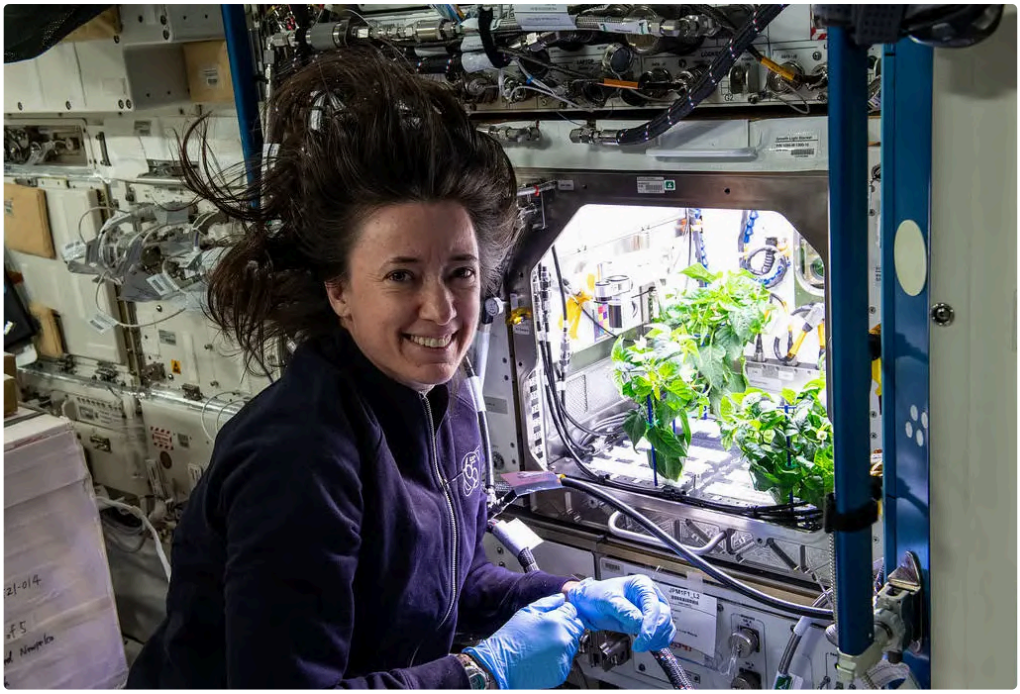


Figura 2. Astronauta da NASA Megan McArthur a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS), onde pimentas do tipo *Capsicum annuum* foram cultivadas como parte do experimento Plant Habitat-04 (NASA, 2023).

Um exemplo mais cotidiano do uso de tecnologia para monitoramento remoto e automação em ambientes residenciais são os *smart planters*[4], dispositivos projetados para otimizar o cuidado de plantas por meio do acompanhamento de dados biológicos, como umidade do solo e temperatura ambiente, auxiliando os utilizadores ao longo do processo de cultivo. Esses dispositivos são tipicamente conectados à rede Wi-Fi doméstica, permitindo que os dados sejam acessados e monitorados remotamente, o que proporciona uma maior sensação de controle e eficiência. Por meio desse monitoramento, é possível determinar com precisão ações que muitas vezes são intuídas, como a frequência e a intensidade da rega, o tempo de exposição à luz solar e o momento adequado para poda, entre outros fatores. O uso de *smart planters* costuma ser integrado a aplicações móveis, por meio das quais é possível acompanhar dados em tempo real, receber recomendações sobre parâmetros ideais de cultivo e até mesmo identificar e ajudar a solucionar problemas como deficiências nutricionais, doenças ou pragas.

[4] O termo *smart planter* é utilizado neste trabalho como uma designação genérica para dispositivos tecnológicos orientados ao cuidado de plantas que integram capacidades de automação, monitoramento, e/ou processamento de informação, distinguindo-se de soluções convencionais.

Dentro do universo dos *smart planters* estão também as hortas inteligentes, sistemas de fácil manutenção geralmente consistem em módulos de cultivo (*pods*), com instruções claras de instalação e que exigem pouco ou até mesmo nenhum conhecimento prévio de jardinagem. É comum que os modelos de hortas inteligentes já venham prontos para o uso, incluindo todos os acessórios necessários e em quantidades adequadas para construir uma pequena horta imediatamente. Além disso, o caráter modular deste tipo de sistema oferece flexibilidade e escalabilidade, de modo que pode ser facilmente modificado de acordo com as necessidades e disponibilidade de espaço de cada indivíduo. Como forma de exemplificar e contextualizar os tipos de objetos inseridos no universo dos *smart planters*, incluindo as hortas inteligentes, são apresentados a seguir seis produtos de referência.

1.2.1. Click & Grow Smart Garden

Fundada na Estônia em 2009 por Mattias Lepp, a Click & Grow (Figura 3) é considerada uma das pioneiras no nicho de hortas inteligentes para apartamentos. Seu principal produto é o Smart Garden (vendido em dois tamanhos, com capacidade para 3 ou 9 pods), cujo sistema baseado em autoirrigaçãpo utiliza aproximadamente 90% menos água e 4 vezes menos espaço em comparação à agricultura tradicional (Sangeetha et al., 2021). Os *pods*, que contém um substrato de tecnologia própria e estão disponíveis em uma diversidade de mais de 75 plantas, podem ser comprados separadamente e substituídos à medida que são colhidos e consumidos, de um modo similar às cápsulas para máquinas de café. Em 2018, a empresa optou por abolir o plástico das embalagens de 9 cápsulas (que passou a utilizar um papelão produzido com 36% de material reciclado), mas o material ainda é utilizado nas embalagens de 3 cápsulas (Click & Grow, 2020).



Figura 3. Smart Garden, desenvolvido pela Click & Grow.

1.2.2. LeafyPod

Nomeado como uma das melhores invenções de 2025 pela revista TIME (Rose, 2026), LeafyPod (Figura 4) é um vaso autoirrigável que integra sensores e inteligência artificial para o monitoramento e ajuste de condições de cultivo. O sistema possui quatro sensores integrados que monitoram temperatura, umidade do ar, níveis de luz e umidade do solo, cujos dados são acessados por meio de uma aplicação móvel. Com base nessas informações, o dispositivo constrói automaticamente um perfil de cuidado para cada planta (que se torna progressivamente mais preciso à medida que é utilizado) e realiza ajustes em seu mecanismo de irrigação, adaptando a quantidade de água fornecida de acordo com a resposta da planta ao ambiente (Rose, 2026).



Figura 4. Demonstração do processo de utilização do *smart planter* LeafyPod.

1.2.3. OKO Indoor Smart Sensor

Inicialmente desenvolvido como um projeto de financiamento coletivo através da plataforma Kickstarter (OKO: The First Smart Plant Sensor Powered by Farming Tech, 2026), o OKO Indoor Smart Sensor (Figura 5) adapta tecnologias utilizadas na agricultura em larga escala ao contexto residencial. O dispositivo é inserido no substrato da planta por meio de uma sonda e monitora parâmetros como temperatura, umidade e pH do solo, fornecendo dados contínuos sobre as condições de cultivo. Essas informações são transmitidas para uma aplicação móvel que notifica o utilizador sobre intervenções necessárias. O sistema opera por meio de conectividade Wi-Fi e Bluetooth e possui uma bateria recarregável com autonomia de até 90 dias.



Figura 5. Dispositivos OKO Indoor Smart Sensor integrados a um vaso.

1.2.4. Elho Smart Pebble

Assim como o OKO, o Smart Pebble (Figura 6), desenvolvido pela Elho, apresenta um design discreto e pode ser integrado a qualquer vaso. O sistema de monitoramento acompanha de forma contínua parâmetros de cuidado e fornece informações e recomendações ao utilizador. Os dados recolhidos são convertidos em orientações práticas (incluindo ações como rega, adubação e ajuste de posicionamento da planta) que se adaptam progressivamente com base no histórico de uso.



Figura 6. Smart Pebble, desenvolvido pela Elho.

1.2.5. Xiaomi RoPot Smart Flower Pot

O RoPot Smart Flower Pot (Figura 7), desenvolvido pela Xiaomi, é um vaso inteligente destinado ao monitoramento das condições de cultivo de plantas de interior. O dispositivo fornece informações ao utilizador por meio de um indicador luminoso cujas cores sinalizam diferentes estados da planta, como necessidade de rega ou um desequilíbrio de nutrientes. O vaso pode ser integrado ao ecossistema Mi Home via Wi-Fi, permitindo o monitoramento e a gestão das condições de cultivo por meio de uma aplicação móvel. O sistema é alimentado por uma bateria recarregável com autonomia de até 90 dias, dependendo das condições de uso, e apresenta resistência à água e à corrosão (Magalhães, 2020).



Figura 7. RoPot Smart Flower Pot, desenvolvido pela Xiaomi.

1.2.6. Bosch SmartGrow Indoor Garden

O SmartGrow (Figura 8) é um sistema de cultivo para ambientes interiores desenvolvido pela Bosch, que integra iluminação, irrigação e monitorização das condições de cultivo (Bosch, 2026) por meio de uma aplicação móvel. Assim como o Click & Grow Smart Garden, o Bosch SmartGrow também utiliza um sistema de cápsulas contendo lã de rocha e sementes que reduz a necessidade de intervenção por parte do utilizador e torna o processo de cultivo mais fácil e acessível.



Figura 8. SmartGrow, desenvolvido pela Bosch.

2. Enquadramento da Investigação

2.1. Justificativa e relevância

Os dispositivos analisados no capítulo anterior compartilham um ponto em comum: a utilização de tecnologias voltadas a facilitar o cultivo de plantas em ambientes domésticos, particularmente para indivíduos com pouco ou nenhum conhecimento prévio em jardinagem. Por meio da integração de sensores, monitoramento de *dashboards,* geração de *insights* e notificações em tempo real, a prática do cultivo deixa de ser puramente intuitiva, tornando-se cada vez mais orientada por dados. Nesse contexto, autores como Caratelli e Misuri (2024) destacam que tais tecnologias podem ser integradas ao cultivo para monitorar a saúde das plantas, automatizar processos e otimizar o uso de recursos, tornando a prática mais acessível e eficiente. Em contrapartida, considera-se a possibilidade de que esse enfoque técnico possa afastar o indivíduo de uma relação mais direta e afetiva com as plantas, comprometendo dimensões de cuidado e experiência sensorial.

Enquanto dispositivos como o Xiaomi Ropot e os sensores OKO auxiliam na gestão de rotinas, como a rega e a exposição à luz, produtos como o LeafyPod e o Smart Garden vão além ao automatizar tais tarefas por meio de sistemas de irrigação e estruturas de LED programáveis. A automação diminui significativamente o esforço necessário para o cuidado das plantas, podendo reduzir a desistência e aumentar o sucesso do cultivo; a obrigatoriedade diária da rega, por exemplo, é uma grande causa de insucesso das hortas urbanas (Martinho, 2021). Por outro lado, ela tende a diminuir a proximidade entre humano e planta, uma vez que tais tarefas como a rega são centrais para o desenvolvimento de vínculos afetivos e experiências de cuidado. Esta dimensão afetiva foi observada também no questionário realizado com 38 membros da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto (Anexo 4), no qual a maioria dos participantes afirmou sentir felicidade ao observar o crescimento de suas plantas (78,9%), considerá-las parte da rotina doméstica (63,2%) e sentir tristeza quando uma delas morre (57,9%). Dos respondentes, apenas 10,5% declararam não possuir qualquer vínculo emocional com suas plantas (Figura 9).

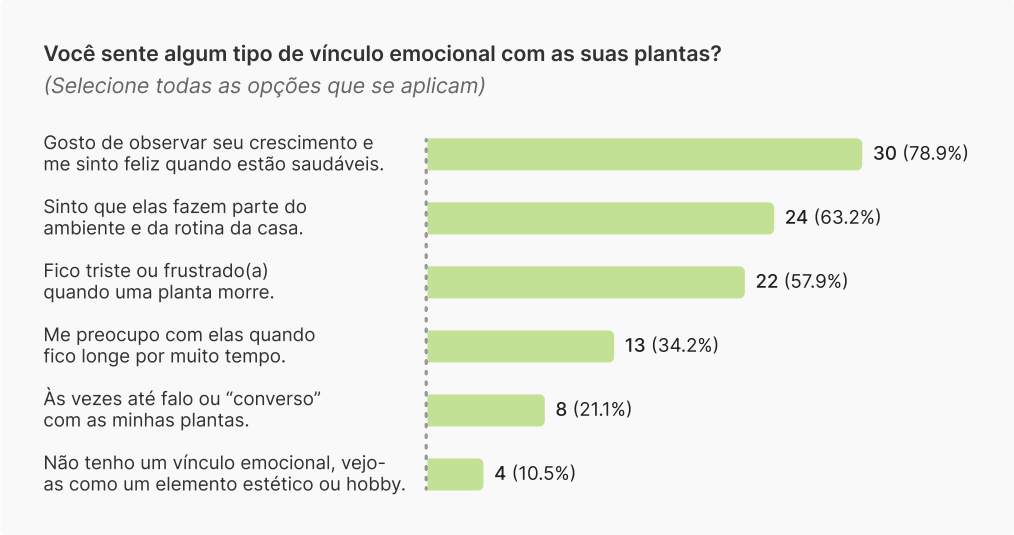


Figura 9. Respostas à questão "*Você sente algum tipo de vínculo emocional com as suas plantas?*" no questionário Fatores Práticos e Emocionais do Cuidado de Plantas (Anexo 4).

Diante desta discussão, o objetivo do projeto é desenvolver um dispositivo que utilize a tecnologia para monitorar parâmetros ambientais da planta, permitindo um cuidado mais preciso e proativo. Ao mesmo tempo, busca-se que o dispositivo promova uma relação afetiva entre humanos e plantas, incorporando dimensões lúdicas, emocionais e até mesmo poéticas à experiência do cultivo.

2.2. Questão de investigação

Como traduzir parâmetros ambientais de forma a mediar a relação humano-planta por meio de um dispositivo de cuidado, promovendo novas formas de interação para além da lógica convencional dos *smart planters*, e quais implicações esse processo traz para a experiência do utilizador?

2.3. Objetivos

- Investigar as principais dificuldades enfrentadas por utilizadores no cultivo de plantas;
- Desenvolver um dispositivo para o cuidado de plantas de interior com integração de sensores destinados à coleta de parâmetros ambientais;
- Explorar como a tecnologia pode mediar uma relação lúdica e afetiva entre humanos e plantas através da tradução desses parâmetros ambientais em formas de interação não literais.

2.4. Metodologia

O processo de investigação teve início a partir da vontade em conceber um dispositivo de apoio ao cultivo de plantas de interior, o que motivou uma pesquisa de mercado, a análise de produtos similares já existentes e a identificação das principais dificuldades enfrentadas por utilizadores durante contexto do cultivo de plantas, por meio da aplicação de um questionário. Contudo, ao longo da revisão de literatura e da construção de uma fundamentação conceitual que evidenciou o potencial da tecnologia como mediadora de relações lúdicas e afetivas entre humanos e plantas, a abordagem inicialmente pragmática do projeto foi redirecionada para uma perspectiva mais exploratória, especulativa e poética. Em função dessa perspectiva, o *Research through Design* foi adotado como metodologia principal, permitindo que o processo de investigação se desenvolvesse de forma iterativa e reflexiva, através da prática projetual e da materialização de conceitos (criação de protótipos ou artefatos) como meio de produção de conhecimento.

2.4.1. Research through Design (RtD)

Diferente de metodologias lineares e centradas na resolução de problemas, o *Research through Design* (RtD) compreende o processo de design através de uma perspectiva de experimentação e da reflexão crítica, e que normalmente consiste no desenvolvimento de protótipos ou artefatos que atuam como peças centrais do processo de produção de conhecimento (Giaccardi e Stappers, 2004). Estas são características fundamentais para um projeto que busca não apenas solucionar problemas práticos, mas também levantar questões e imaginar novas formas de interação humano-planta através da mediação tecnológica. No contexto do projeto, isso significa reconhecer que a "planta mediada" (um híbrido entre organismo vivo, sensores eletrônicos e interface de mediação) não deve ser projetada com base em hipóteses estabelecidas, e sim iterativamente por meio da experimentação com materiais, formas, sensores, códigos de programação e diferentes modelos de linguagem de grande escala (IA).



Figura 10. Drift Table (Gaver et al., 2003), um exemplo de projeto desenvolvido através da abordagem RtD, em que a criação de uma mesa sem tarefas definidas questiona a ênfase na execução de tarefas como sendo a principal métrica de avaliação e sucesso em sistemas interativos (Zimmermann et al., 2007).

A escolha da metodologia também se relaciona com a intenção de explorar uma dimensão mais lúdica da interação, afastando o projeto de uma lógica estritamente funcional baseada na eficiência ou na execução de tarefas específicas, e permitindo investigar o potencial de objetos que valorizam a curiosidade, a reflexão e a construção de significado. Como referência para essa perspectiva, destaca-se o Poem/1, desenvolvido por Matt Webb (Wilson, 2024), um relógio que subverte a função tradicional de indicar o tempo ao exibir um novo poema (gerado através do *ChatGPT*) a cada minuto, transformando uma ação tipicamente utilitária em uma experiência poética e contemplativa. Assim, o projeto também busca explorar a "planta mediada" como um objeto aberto à interpretação, onde a interação pode surgir do lúdico e não apenas de uma finalidade previamente definida.



Figura 11. Poem/1 (Webb, 2024), um exemplo de objeto que se afasta de uma lógica estritamente funcional e explora uma interação mais lúdica ao transformar uma tarefa utilitária (ver as horas) em uma experiência poética e contemplativa.

2.4.2. Tinkering como abordagem filosófica

Muitos conhecem, ou já foram, aquela criança curiosa que desmontava brinquedos e dispositivos eletrônicos motivada pelo desejo de ver "o que havia dentro", compreender seu funcionamento e realizar pequenos experimentos. Esta curiosidade prática e investigativa, que combina exploração intuitiva e o prazer em descobrir, é frequentemente descrita como *tinkering*[5]. Banzi (2008), um dos fundadores do Arduino (plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto cuja filosofia se baseia em uma abordagem experimental e interdisciplinar), utiliza esse termo para designar um modo de aprender e criar através da manipulação direta dos materiais e da iteração constante entre "fazer" e "pensar".

> *Tinkering* é o que acontece quando se tenta algo que não se sabe ao certo como fazer, guiado pela vontade, imaginação e curiosidade. Quando você aplica o tinkering, não há instruções — mas também não há fracassos, nem maneiras certas ou erradas de fazer as coisas. Trata-se de descobrir como as coisas funcionam e reestruturá-las. (Banzi, 2008, p. 6)

[5] No original: "Tinkering is what happens when you try something you don't quite know how to do, guided by whim, imagination, and curiosity. When you tinker, there are no instructions—but there are also no failures, no right or wrong ways of doing things. It's about figuring out how things work and reworking them." (Banzi, 2008, p. 6)

Considerando que o projeto atravessa diferentes áreas de atuação além do design de produto (como a prototipagem eletrônica, a programação de sistemas, o desenvolvimento de soluções em *Internet of Things*, a criação e gestão de bases de dados, etc.), muitas das quais tradicionalmente não fazem parte do campo de atuação do designer de produto, a adoção do *tinkering* como filosofia mostrou-se pertinente. A abordagem permite explorar todas essas disciplinas de forma experimental, iterativa e orientada pela prática, priorizando processos de tentativa e erro, aprendizagem rápida e descoberta empírica (em detrimento de uma busca por soluções tecnicamente perfeitas ou por um domínio aprofundado de cada área). Neste contexto, o *tinkering* também apresenta uma forte afinidade com o *Research through Design* (RtD), uma vez que ambos valorizam o conhecimento gerado através da experimentação material, reconhecendo a dimensão prática do projeto como um método legítimo de investigação e produção de conhecimento.

3. Comunicação Vegetal

3.1. A vida secreta das plantas

Ao longo da década de 1970, observou-se um crescimento significativo de pesquisas e debates em torno do que então se convencionou chamar de "cognição vegetal". Esse interesse foi amplamente impulsionado pela publicação da obra *The Secret Life of Plants*, de Peter Tompkins e Christopher Bird (1973), que popularizou hipóteses controversas acerca da capacidade das plantas de perceber estímulos ambientais e de responder a fatores como estados emocionais de seres humanos e até mesmo estímulos sonoros, como a música clássica. Embora muitas dessas proposições carecessem de rigor metodológico, o livro exerceu um forte impacto na cultural popular da época (Castro, 2019), contribuindo para a disseminação do tema no imaginário coletivo e inspirando produções cinematográficas e narrativas ficcionais nas quais a comunicação entre humanos e plantas ocupava um papel central — como o filme *The Kirlian Witness* (Sarno, 1979), no qual a protagonista busca estabelecer formas de comunicação com uma planta (Figura 12) a fim de investigar o assassinato da própria irmã (Canby, 1979).



Figura 12. Cena do filme *The Kirlian Witness* (1979), na qual a protagonista conecta uma planta a um polígrafo (utilizado para medir variações elétricas) como tentativa de estabelecer uma forma de comunicação.

Nesse contexto, imagens de experimentos que conectavam plantas a inúmeros sensores, fios e outros dispositivos tecnológicos (Figuras 13 e 14) tornaram-se representações emblemáticas de uma época marcada pela crença de que a mediação tecnológica nos permitiria acessar e decifrar a chamada "vida secreta" do reino vegetal. À medida que os campos da biologia e da fisiologia vegetal avançavam, essa abordagem passou a ser amplamente criticada por seu viés demasiado antropomórfico, que projetava categorias cognitivas humanas em organismos com formas de organização e funcionamento essencialmente distintas. Estudos posteriores demonstraram que, embora as plantas não se comuniquem com os seres humanos nos termos inicialmente propostos, elas participam de complexas redes de comunicação intra e interespecíficas. Um exemplo notável é o trabalho da doutora Suzanne Simard, descrito por Swanstrom (2016), que revelou como árvores coníferas na Colúmbia Britânica (Canadá) se conectam entre si por meio de redes de fungos micorrízicos, demonstrando um sofisticado sistema de cooperação e gerenciamento de recursos dentro de seu ecossistema florestal.

No entanto, a crítica ao antropomorfismo contribuiu também para a instauração de um bloqueio generalizado (uma espécie de autocensura por parte de muitos botânicos) em relação a qualquer analogia entre plantas e animais. Brenner et al. (2006) argumentam que o receio excessivo do antropomorfismo levou a uma postura conservadora que, por muito tempo, impediu a formulação de questões relevantes (em especial sobre o papel da sinalização elétrica de longa distância[6] para a comunicação vegetal). Observava-se uma tensão entre, de um lado, a necessidade de evitar projeções antropocêntricas excessivas ou acríticas e, de outro, o risco de proibir comparações e analogias potencialmente heurísticas; Charles Darwin, por exemplo, defendia o uso do

[6] *Long-distance signaling.*

antropomorfismo como uma ferramenta necessária para a compreensão de agentes não-humanos (Epley et al., 2007). Nesse cenário, torna-se necessário examinar com maior precisão o que se entende por antropomorfismo, distinguindo suas formas problemáticas de seus possíveis usos críticos, metodológicos, e criativos.

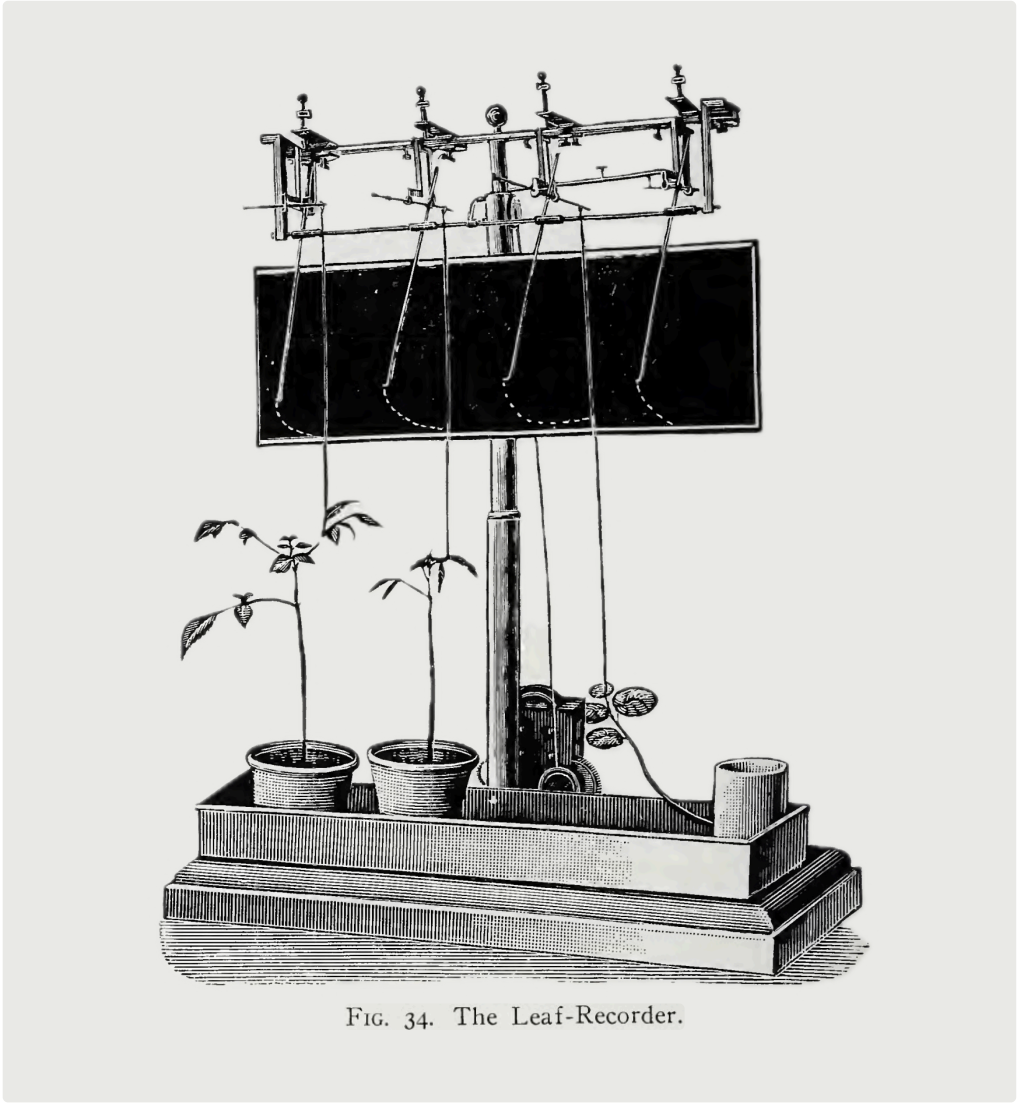


Fig. 34. The Leaf-Recorder.

Figura 13. Ilustração do *Leaf-Recorder*, um aparato construído para registrar o movimento das folhas e a variação de temperatura de até quatro plantas diferentes, de forma simultânea (Bose, 1927).

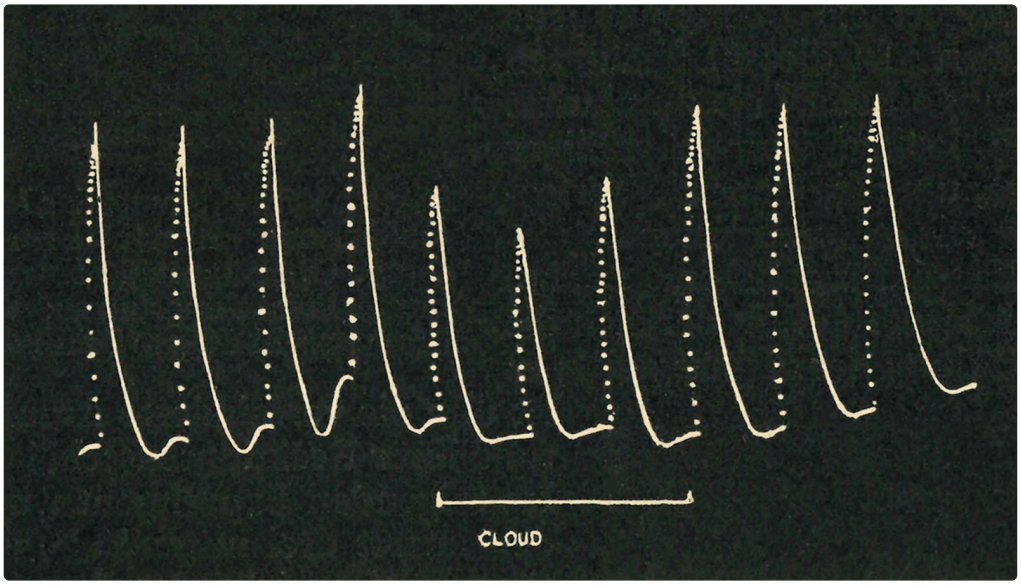


Figura 14. Um registro experimental sugere a diminuição temporária da resposta (vibração simpática) de uma planta *Mimosa pudica* durante a passagem de uma nuvem (Bose, 1927).

3.2. Por que antropomorfizamos?

A essência do antropomorfismo, conforme teoria definida por Epley et al. (2007), consiste na atribuição de características, motivações, intenções e emoções tipicamente humanas a agentes não-humanos — sejam tais comportamentos reais ou imaginados. O antropomorfismo não ocorre de maneira aleatória, sendo um fenômeno complexo influenciado por múltiplos fatores que envolvem três determinantes de naturezas cognitivas e motivacionais: o conhecimento antropocêntrico acessível e aplicável (*elicited agent knowledge*), o que leva à aplicação de modelos mentais tipicamente humanos como base para interpretar agentes não-humanos; a motivação de compreender o comportamento destes outros agentes (*effectance motivation*), associada ao desejo de previsibilidade e controle; e a motivação social (*sociality motivation*), relacionada à necessidade de interação social e pertencimento.

A capacidade e a tendência do ser humano em antropomorfizar também variam de acordo com outros fatores, conforme observado por Epley et al. (2007). Crianças, por exemplo, tendem a antropomorfizar com maior frequência que adultos — uma vez que um dos principais marcos do desenvolvimento cognitivo infantil (que ocorre por volta dos 4 a 5 anos de idade) envolve a capacidade de distinguir o *self* de outros seres humanos e, presumivelmente, também de agentes não-humanos. Além disso, o contexto cultural também exerce influência significativa sobre a forma como esses agentes são compreendidos. Segundo Medin e Atran (2004, apud Epley et al., 2007), indivíduos de culturas menos industrializadas e com maior familiaridade com o "mundo natural" interpretam o comportamento dos outros animais (aqui descritos como agentes não-humanos) com base em aspectos próprios da biologia animal, apresentando assim uma menor tendência a recorrer a analogias humanas. Por outro lado, indivíduos humanos de culturas mais industrializadas tendem a interpretar o comportamento desses agentes não-humanos com base em seu conhecimento sobre outros seres humanos, projetando neles características humanas.

Essa projeção, contudo, não se limita a um mecanismo meramente explicativo, podendo também desempenhar um papel afetivo. Práticas realizadas no Woodland Park Zoo (Seattle, Estados Unidos) indicam que o uso cuidadoso de elementos antropomórficos, ao apresentar os animais como indivíduos únicos e estimular o público a considerar suas perspectivas, pode ser eficaz para gerar empatia e impulsionar um comportamento de conservação e de preocupação com o seu bem-estar (Burnet et al., 2024). Curiosamente, Swanstrom (2014) explica que a palavra empatia (cuja origem se dá no termo alemão *Einfühlung*, que pode ser traduzido literalmente como "sentir-se dentro" ou "sentir com") consolida-se pela primeira vez como categoria estética no Romantismo alemão em um contexto de relação com a natureza, onde a capacidade humana de projetar-se no mundo natural para compreendê-lo por dentro surgia como uma crítica ao racionalismo científico do Iluminismo. O conceito de empatia, entretanto, não permaneceu restrito à relação com a natureza por muito tempo e rapidamente passou a designar também o modo como imaginamos e compreendemos a mente dos outros seres humanos, colocando-nos em seu lugar.

3.3. Sinalização vegetal

Em 2006, com o artigo "*Trends in Plant Science*", Brenner et al. propuseram o conceito da "neurobiologia das plantas"[7], uma nova área que buscava investigar como as plantas processam informações do ambiente e coordenam respostas integradas em todo o seu organismo (bem como em plantas vizinhas) para se desenvolver e prosperar, sugerindo semelhanças entre a sinalização vegetal[8] e a comunicação neural dos animais. O artigo ainda citava a origem etimológica da palavra *neuron* (em Platão, o termo era usado para designar fibras vegetais). No entanto, a proposta foi recebida com oposição por outros cientistas, que responderam ao artigo através da publicação de uma carta intitulada "*Plant neurobiology: no brain, no gain?*" (Alpi et al, 2007). A carta argumentava que o conceito era baseado em analogias superficiais uma vez que, por não possuírem sistema nervoso central ou cérebro, as plantas não poderiam ser consideradas detentoras de uma "neurobiologia". A controvérsia continua até hoje, em grande parte como um debate sobre as terminologias e os fundamentos filosóficos da ciência vegetal.

Apesar da controvérsia sobre o termo, a proposta de Brenner et al. (2006) abriu caminhos para reconhecer que as plantas não apenas emitem sinais, mas também os percebem e respondem de forma integrada aos estímulos do ambiente. Embora a imagem de "plantas ouvindo música clássica"

[7] *Plant neurobiology.*
[8] *Plant signaling.*

hoje pareça ultrapassada, pesquisadores sugerem que sons e vibrações (provenientes de plantas vizinhas, predadores herbívoros, polinizadores e atividades humanas) podem desempenhar um papel relevante na vida vegetal (Gagliano et. al, 2017). Como exemplo, um estudo mostra que uma planta "ferida" em uma de suas folhas é capaz de alertar suas demais folhas, desencadeando respostas defensivas por meio de um processo químico de liberação de glutamato (Figura 15) que permite a propagação do sinal para outras partes da planta (Toyota et al, 2018).

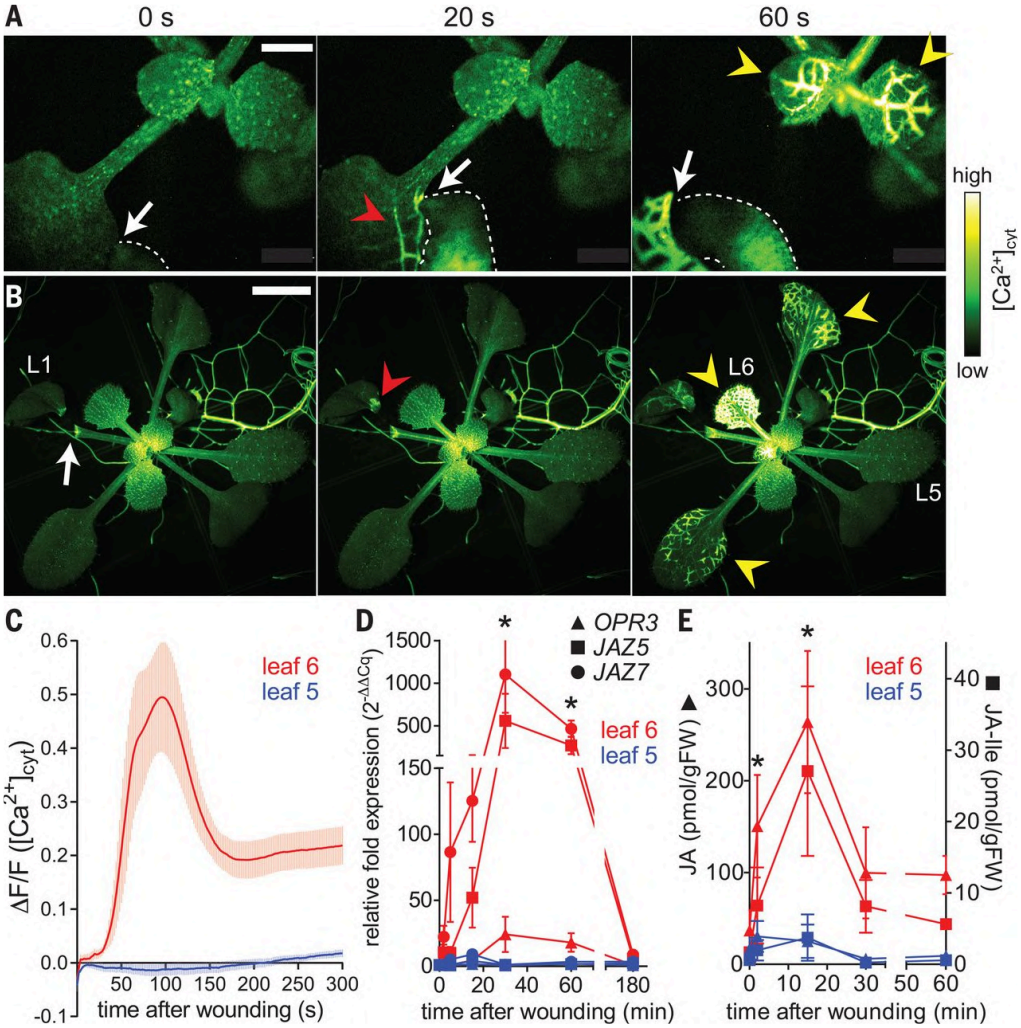


Figura 15. O diagrama demonstra como danos causados a uma folha provocam um aumento local de [Ca²⁺]cyt (concentração de íons cálcio no citoplasma da célula), gerando um sinal que se propaga pela planta e ativa respostas de defesa em folhas distantes. Extraído de *"Glutamate triggers long-distance, calcium-based plant defense signaling"*, por Toyota et al., 2018, Science, 361, p. 1112-1115 (2018).

A compreensão desses sistemas amplia a nossa capacidade de reconhecer a agência das plantas sem necessariamente recorrer às projeções humanas, ao mesmo tempo em que continua a instigar a curiosidade, a alimentar o nosso imaginário (assim como ocorreu na década de 1970, com as plantas mediadas) e levantar questionamentos sobre como seria se falássemos a mesma língua. Swanstrom (2014) sugere que a tecnologia oferece um meio poderoso de potencializar essa conexão, nos permitindo "traduzir" padrões naturais em uma linguagem comum e, portanto, mais próxima e compreensível. Dessa forma, recursos tecnológicos podem criar experiências que aumentam a sensibilidade, o engajamento e a preocupação com a conservação ambiental, aproximando os indivíduos do mundo natural — com ou sem a aplicação do antropomorfismo. Este é o conceito de correspondência, que será explorado no capítulo seguinte.

4. Fundamentação Conceitual

4.1. Midori-san e a estética da correspondência

Em 2008, na cidade de Kamakura (Japão), uma planta da espécie *Hoya kerrii* batizada de Midori-san (“verde”, em japonês) atraiu atenção da mídia internacional por um feito inusitado: escrever um blog. Instalada no balcão de um café e conectada a sensores capazes de medir variáveis como temperatura, umidade e luminosidade, Midori-san tinha os seus sinais elétricos convertidos por um algoritmo em postagens diárias que transmitiam o seu humor e estado emocional (Figura 16). *"Hoje foi um dia ensolarado e pude tomar bastante sol... Me diverti bastante hoje,"* registrava Midori-san em 16 de outubro (Kyo no Midori-san, 2008). No café, visitantes podiam realizar uma espécie de teste de compatibilidade ao tocar na planta (*“Havia uma fila longa para a leitura de compatibilidade hoje, mas tudo bem”*, escrevia Midori-san em 5 de outubro), transformando o encontro em um ritual lúdico e afetivo. À distância, leitores do blog participavam ao acionar remotamente uma lâmpada fluorescente posicionada ao lado da planta, contribuindo assim para sua fotossíntese. Em resposta, Midori-san publicava diariamente uma mensagem de agradecimento (*“Também estou feliz por ter recebido tanta luz do blog”*, escrevia Midori-san em 7 de outubro) acompanhada de fotos das pessoas com quem interagira naquele dia.



Figura 16. Captura de tela do antigo blog *"Kyo no Midori-san"* (2008), onde a planta relata os acontecimentos de um dia nublado e frio em 13 de outubro. *“Hoje fiz muitas leituras de compatibilidade”*, escreve Midori-san após um dia movimentado no café.

A tradução de dados da planta Midori-san em postagens que sugerem humor, afeto e gratidão constitui um exemplo do que Swanstrom (2014) chama de "estratégia estética da correspondência"[9]: a aplicação de tecnologias que permitem a entidades não-humanas (sejam objetos, plantas, outros animais e agentes do mundo natural) comunicar-se em termos humanamente inteligíveis por meio de um processo de tradução de dados brutos em signos legíveis. Ainda segundo Swanstorm (2014),

[9] No original: “the aesthetic strategy of correspondence” (Swanstrom, 2014)

sob a perspectiva da estética ambiental, esta tradução não apenas produz sentido, como também possui o potencial de intervir positivamente na forma como concebemos e nos relacionamos com os espaços e seres naturais. Não por acaso, os criadores de Midori-san formularam perguntas que explicitam esta perspectiva: “Se as plantas pudessem falar, não nos sentiríamos mais conectados com o meio ambiente?” e “Seria possível criar uma rede com o ambiente natural que nos rodeia?" (Kyo no Midori-san, 2008), evidenciando a intenção do projeto de transformar dados e tecnologia em um gesto de proximidade afetiva e consciência ambiental.

4.2. Do animismo ao tecno-animismo

Desde os primórdios, os seres humanos tendem a atribuir personalidade, intenção e agência a elementos do mundo natural (animais, rios, árvores ou florestas inteiras), como se dotados de uma essência espiritual. O termo “animismo” (Tylor, 1871) descreve uma forma fundamental de religião na qual o mundo é compreendido através de uma crença geral em seres espirituais. Em religiões pagãs da Grécia Antiga, elementos naturais como rios e bosques eram assimilados como moradas de entidades divinas (como as dríades, associadas aos carvalhos) ou personificados na forma de deuses, revelando uma ontologia onde a natureza não é objeto, mas sujeito. Na psicologia, observa-se um fenômeno semelhante denominado "animismo infantil" (Piaget, 1929), onde crianças atribuem vida, intenção e sentimentos a elementos inanimados como brinquedos, plantas e nuvens, comportamento este que não desaparece completamente na vida adulta (Looft, 1974). Em um contexto cultural, Midori-san pode ser interpretada como uma concepção contemporânea do imaginário animista; neste caso, a atribuição de agência à planta é mediada através da tecnologia.

No contexto da interação humano-computador, diversas tecnologias contemporâneas recorrem à personificação para tornar sistemas digitais mais amigáveis e compreensíveis, como exemplifica a aplicação móvel *Cleo AI*. Por meio de um agente conversacional baseado em inteligência artificial, o sistema converte dados brutos (como transações financeiras e padrões de consumo) em uma linguagem natural e bem humorada. Ao comentar hábitos de consumo, o agente (denominado Cleo) alterna entre ironia leve e reforço positivo (Figura 17), podendo “zombar” de gastos considerados imprudentes ou celebrar progressos financeiros e metas alcançadas (Prosser, 2024). Assim, o que antes era apresentado como uma informação quantitativa é reconfigurado em forma de diálogo, atribuindo voz e personalidade ao sistema e transformando a gestão financeira em uma experiência mais interativa e relacional. Quase duas décadas atrás, Epley et al. (2007) já argumentavam que a incorporação de características antropomórficas a agentes tecnológicos poderia constituir uma estratégia eficaz para ampliar sua eficácia, mitigar os efeitos da sobrecarga cognitiva, e reforçar a sensação de conexão.

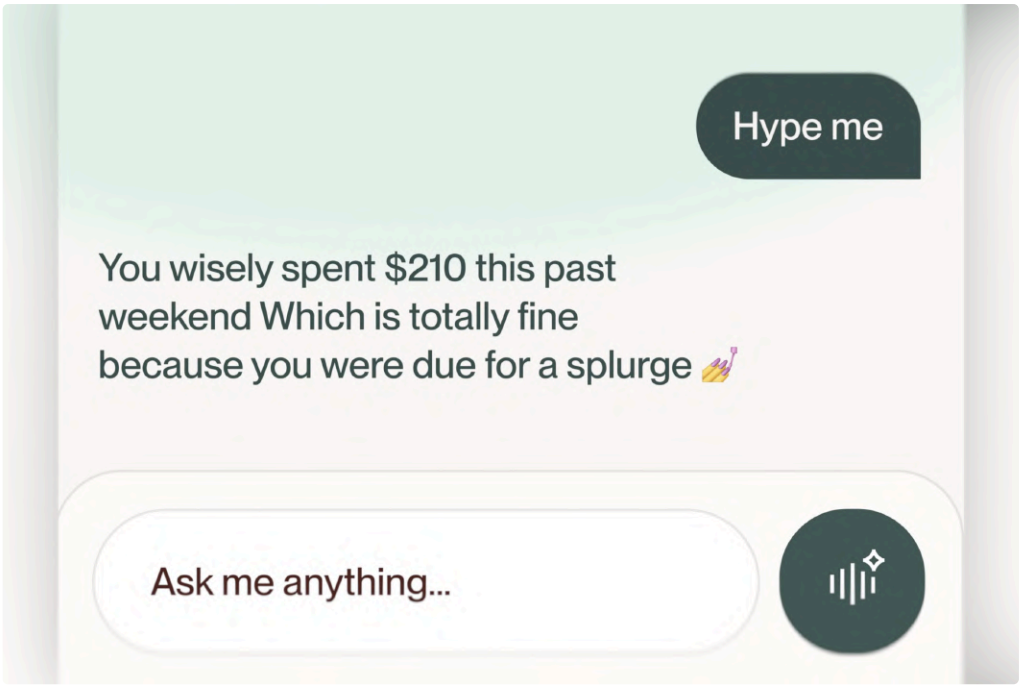


Figura 17. Captura de tela da aplicação *Cleo AI*, na qual o agente conversacional alterna entre ironia leve e reforço positivo ao analisar os padrões de consumo e hábitos financeiros do utilizador (Cleo, 2025).

Segundo Marenko e van Allen (2016), “respostas animistas emergem à medida que as tecnologias se tornam mais inteligentes, mais presentes no cotidiano e, ao mesmo tempo, cada vez menos visíveis”, um fenômeno que tem sido debatido sob o termo “tecno-animismo”. Inicialmente explorada por autores como Dick (1972) e Davis (1998), essa perspectiva compreende os agentes tecnológicos não apenas como ferramentas, mas como entidades às quais se projeta uma espécie de “vida própria”. O advento da Internet das Coisas consolidou o hábito de descrever objetos interconectados como “inteligentes”, sugerindo uma mudança na forma como os humanos compreendem e se relacionam com estes dispositivos. No Japão, o tecno-animismo adquire características particulares ao dialogar com tradições animistas vinculadas ao xintoísmo, onde todas as coisas (do mundo natural a objetos materiais) são dotadas de espírito (Allison, 2016). Jensen e Blok (2013) sugerem que o tecno-animismo japonês oferece uma perspectiva alternativa (especialmente fora da órbita euro-americana) sobre o vínculo entre agentes humanos e não-humanos, destacando as dimensões sensoriais, estéticas e afetivas que atravessam essas relações híbridas (como exemplifica Midori-san).

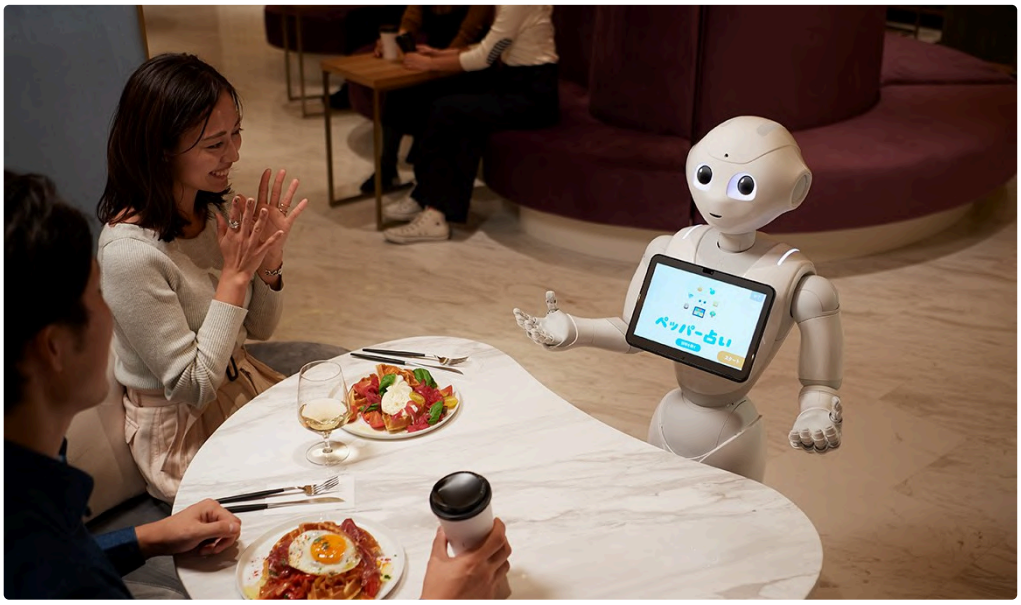


Figura 18. Clientes interagem com o robô humanoide Pepper no café Pepper PARLOR, em Tóquio, onde os robôs proporcionam uma experiência de atendimento imersiva que inclui interação social, podendo sentar-se à mesa com os clientes, participar de jogos e tirar fotografias comemorativas (Pepper PARLOR, 2019).

4.3. O design animista e objetos como dispositivos de reflexão

Enquanto o tecno-animismo descreve uma tendência espontânea do ser humano de conferir “vida própria” a agentes tecnológicos, o design animista se apresenta como uma estratégia deliberada para projetar tecnologias que evocam essas qualidades. Proposta por Marenko e van Allen (2016), essa abordagem repensa a interação humano-computador ao incorporar elementos como personalidade, agência e narrativa, reformulando a relação com objetos tecnológicos e questionando as fronteiras entre o humano e o não-humano. O design animista transforma a relação com os objetos ao priorizar interações abertas e conversacionais em vez de abordagens meramente funcionais ou orientadas a tarefas, e considera a imprevisibilidade um componente central do processo. Mais do que valorizar a incerteza por si só, a utiliza de forma estratégica e experimental no contexto da pesquisa e desenvolvimento, abrindo espaço para a reflexão e inovação no design de interação. Diante da complexidade intrínseca da Internet das Coisas, Marenko e van Allen (2016)[10] propõem, por meio do design animista, novas metáforas e modelos para o comportamento dos agentes tecnológicos:

> O animismo redefine e torna práticas essas “caixas-pretas” da Internet das Coisas, não ao revelar o funcionamento literal do sistema (complexo demais para o utilizador final entender), mas por meio de ficções animistas que usam personalidade e narrativa para explicar o comportamento e as intenções do sistema. Por exemplo, um agente com personalidade travessa pode indicar um tipo de estratégia de busca provocativa e variável, útil em contextos criativos e abertos. Em outros casos, um agente eficiente e orientado a tarefas, como a

[10] No original: “Animism reframes and makes practical these IoT black boxes, not by revealing the literal inner workings of the system (which are to complex to unravel for the end-user), but through animistic fictions that use personality and narrative to explain the behavior and intent of the system. For example, an actant with a mischievous personality can indicate a certain kind of provocative and variable search strategy that is useful in open-ended creative contexts. In other situations, an actant with an efficient task-oriented personality, like Apple’s Siri, indicates

> Siri da Apple, sinaliza a intenção de fornecer respostas precisas e funcionais quando apropriado. Com o tempo, esses comportamentos animistas, narrativas, metáforas e mitos podem proporcionar às pessoas uma sensação de familiaridade e proximidade com seu ambiente altamente complexo e tecnologicamente imerso, uma vez que a complexidade e a imprevisibilidade passam a ser compreendidas em termos de intenção e comportamento. (Marenko & van Allen, 2016)

> intent for accurate and functional answers where that is appropriate. Over time, these animistic behaviors, narratives, metaphors and myths can give people a sense of familiarity and event intimacy for their highly complex, technologically imbued milieu, because the complexity and unpredictability become more understandable in terms of intent and behavior." (Marenko & van Allen, 2016)

A abordagem do design animista de Marenko e van Allen (2016) é baseada em um processo de *research through making*, onde protótipos funcionam como ferramentas de investigação que permitem criticar, refinar e evoluir os modelos e ideias que se manifestam nos artefatos criados. Essa abordagem se beneficia da perspectiva animista ao afastar-se de direcionamentos funcionais e resolutivos, e ao favorecer sistemas que encorajam imaginação, provocação, ambiguidade e narrativa. De forma semelhante ao *Research through Design* (RtD), ela entende o design como um processo experimental e reflexivo, no qual os artefatos atuam como peças centrais na produção de conhecimento (Giaccardi and Stappers, 2004), demonstrando a potência do *research through making* como forma de pensar e aprender fazendo. Para exemplificar a abordagem, Marenko e van Allen (2016) apresentam o projeto AniThings, descrito a seguir.

4.3.1. AniThings

Projetado por Allen et al. (2013), AniThings é um sistema composto por dispositivos autônomos (*Needy*, *Nerd*, *Neophile*, *Nostalgic*, *Networker* e *Passive Wall*) dotados de "personalidades" distintas, formando um ecossistema heterogêneo de agentes tecnológicos (Figura 19) que interagem entre si e com o utilizador (Figura 20). Através de uma série de vídeos em *stop-motion*, o projeto encena um cenário fictício onde a protagonista "Stella" utiliza o sistema durante o processo de criação de um *wearable* médico, passando por etapas de pesquisa, inspiração e ideação. Cada um dos dispositivos, pensados para coexistirem sobre a mesa de trabalho, possui seus próprios objetivos e intenções (por vezes conflitantes) que manifestam-se em seus comportamentos. Diferentemente das convenções do design de interação onde a eficiência e a previsibilidade são priorizados, os AniThings "devaneiam, divagam sobre o assunto atual, agem de forma grosseira, ficam obcecados por um tema, discutem entre si, colaboram, justapõem diferentes pontos de vista e fornecem conteúdo inesperado e, às vezes, útil" (Marenko & van Allen, 2016), tensionando o processo de criação do usuário por meio de múltiplas perspectivas.

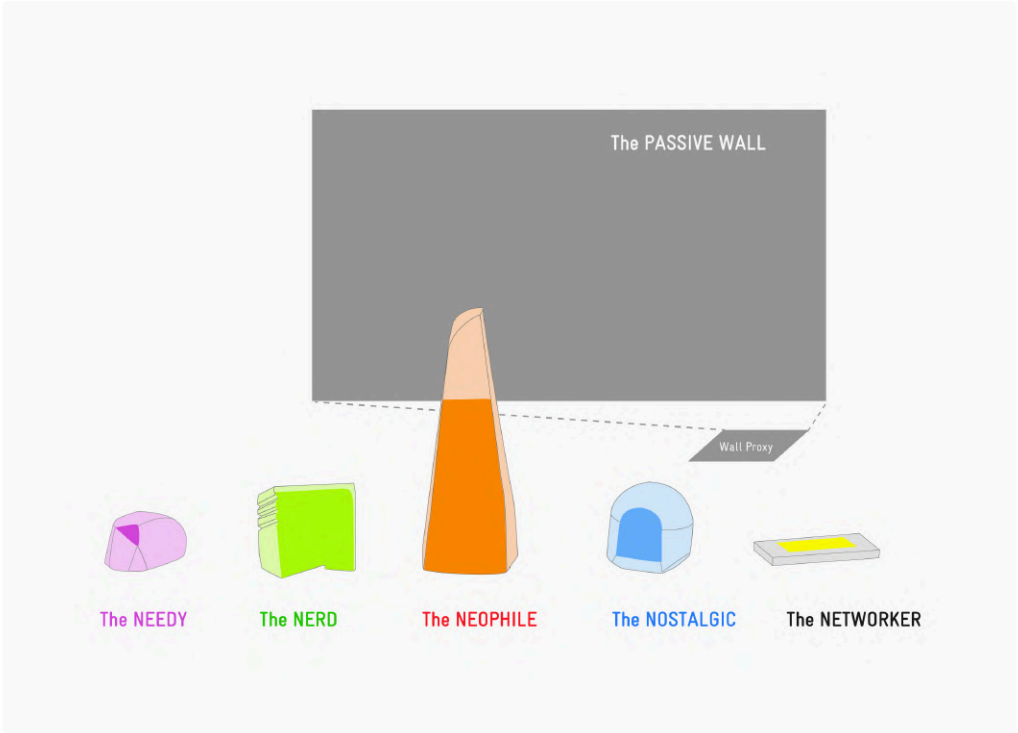


Figura 19. Representação dos seis dispositivos do sistema *AniThings*, ilustrando o ecossistema de agentes autônomos com diferentes "personalidades" que interagem entre si e com o utilizador. Extraído de *"AniThings: Animism and Heterogeneous Multiplicity"*, por Allen et al., 2013, CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (2013).

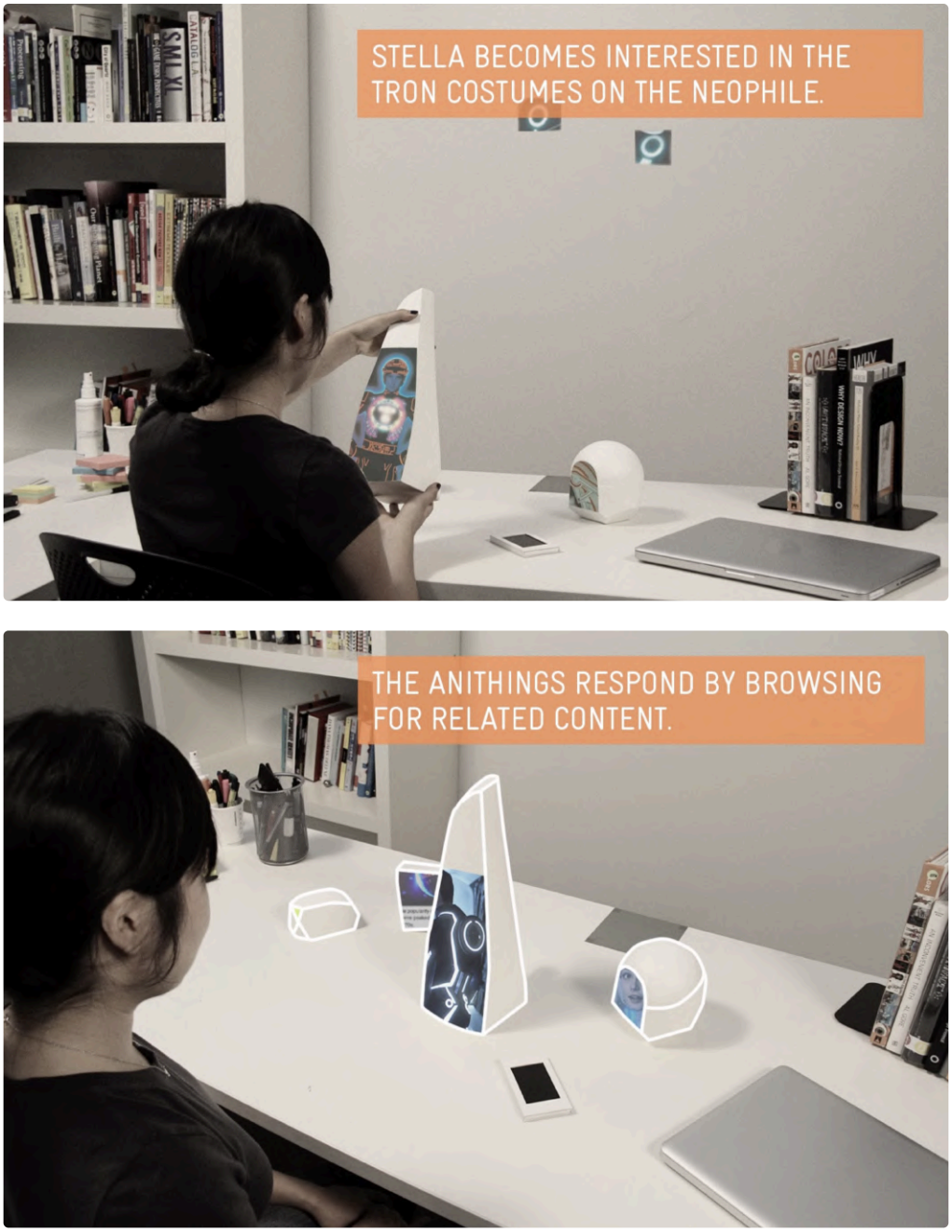


Figura 20. Imagens do *stop-motion* do projeto AniThings, nas quais a protagonista Stella interage com os dispositivos em sua mesa de trabalho durante o processo de criação de um *wearable* médico. Na cena, os *AniThings* proativamente exibem referências visuais do filme Tron, o que estimula a protagonista a explorar novas possibilidades de design ao considerar a integração dos *wearables* em peças de vestuário (Allen et al., 2013).

4.4. Síntese conceitual

Os referenciais apresentados neste capítulo, da planta Midori-san à abordagem do design animista, fundamentam o projeto ao sustentar a proposta de traduzir dados do contexto ambiental da planta em formas de interação compreensíveis ao utilizador. A estratégia estética da correspondência (Swanstrom, 2014) direciona a tradução de dados brutos através da mediação tecnológica, permitindo que entidades não-humanas (neste caso, plantas) “comuniquem-se” de forma humanamente inteligível. O tecno-animismo evidencia uma tendência natural de perceber agentes tecnológicos não apenas como ferramentas, mas como entidades às quais se atribui "vida própria", estimulando a exploração de novas formas de interação que sugerem intenção e vínculo. Em vez de focar em eficiência e automação (como ocorre em muitos *smart planters* disponíveis no mercado), o dispositivo é concebido como um artefato que integra agência, personalidade e narrativa, e que se conecta ao ambiente por meio da Internet das Coisas. O design animista (Marenko & van Allen, 2016) orienta o projeto como abordagem metodológica por meio do processo de *research through making*, no qual o protótipo atua como ferramenta de investigação. Esses referenciais não apenas contextualizam o projeto, mas ajudam a estruturar suas decisões conceituais e formais.

5. O Artefato

5.1. Definição do artefato

Com base nos referenciais discutidos anteriormente, o artefato desenvolvido neste projeto investiga como tecnologias conectadas podem mediar novas formas de comunicação humano-planta, sob uma perspetiva inspirada pelo design animista (Marenko e van Allen, 2016) e por meio de uma abordagem de *research through making*. Nesta abordagem, conforme argumenta Mäkelä (2007), o artefato não é compreendido apenas como a materialização de uma proposta ou como uma resposta a uma questão de investigação; ele atua também como um meio de produção de conhecimento e estabelece uma relação direta entre o processo de criação e compreensão do fenômeno investigado. Embora a literatura sobre *research through design* frequentemente foque no artefato em si, Giaccardi e Stappers (2004) argumentam que as etapas de design que conduzem à sua construção também podem ser justamente onde o conhecimento é produzido.

No contexto desta investigação, o artefato consiste em um vaso equipado com sensores que monitoram parâmetros do contexto ambiental da planta, transmitindo dados em tempo real via Wi-Fi através de um microcontrolador. Estes dados não são compreendidos apenas como métricas funcionais, mas como matéria-prima para a exploração de formas alternativas de interação e narrativa; em vez de recorrer a interfaces gráficas convencionais ou à apresentação explícita destas métricas, o artefato procura traduzi-las de forma menos literal e mais interpretativa. Assim, o projeto afasta-se da lógica predominante dos *smart planters* — tipicamente orientados para a eficiência e a automação — e assume um caráter especulativo. O seu objetivo não é apenas informar o utilizador sobre o estado da planta, mas explorar como a tecnologia pode possibilitar novas experiências de vínculo e cuidado, bem como especular sobre a perceção de agência em entidades não-humanas.

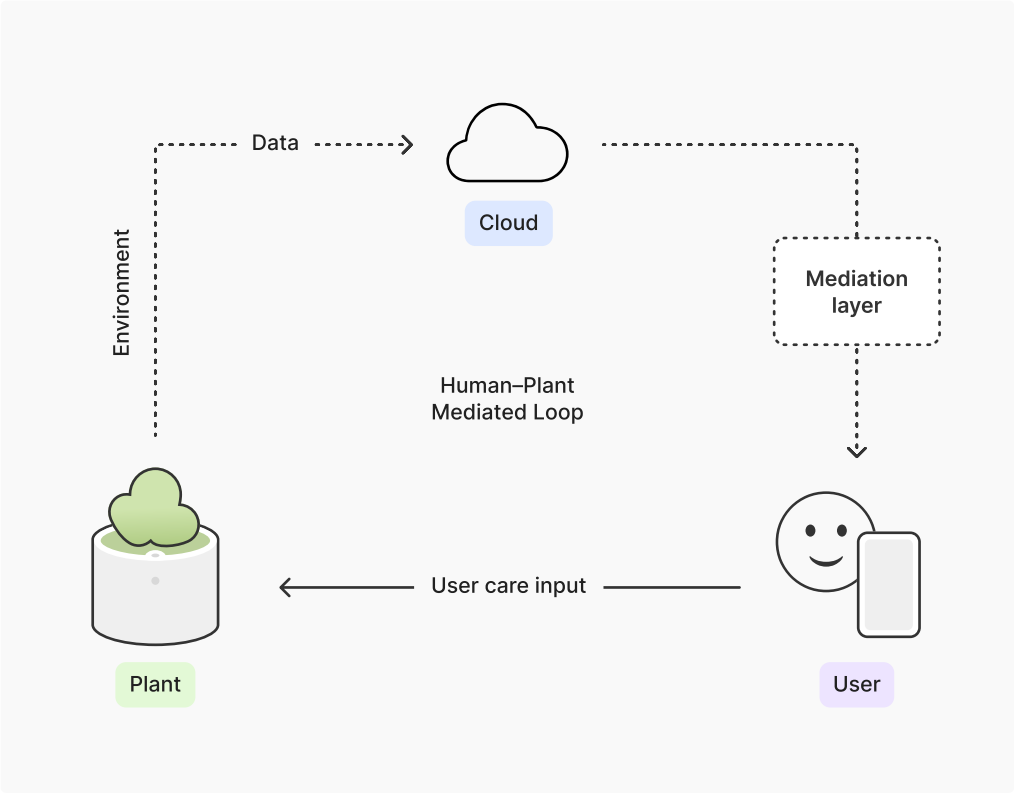


Figura 21. Diagrama conceitual e introdutório do sistema proposto neste projeto, apresentando os conceitos fundamentais de forma simplificada.

5.2. Abordagem animista e questões de investigação

A partir do enquadramento anterior, o artefato é entendido como um espaço de exploração das diferentes formas de tradução e comunicação na relação humano-planta, abrindo caminhos para interações que não dependem de representação direta ou de instrução explícita. Em continuidade com a abordagem do design animista já discutida (que entende os artefatos como dispositivos de

investigação capazes de gerar reflexão através da ambiguidade, da narrativa e da experimentação em *research through making*), o artefato é concebido não apenas como uma solução funcional, mas como um meio de produzir significado a partir da sua própria construção. Este processo permite explorar questões como:

- Como expressar as necessidades da planta sem recorrer a interfaces gráficas tradicionais, notificações ou representações literais de dados dos sensores? (Figura 22)
- Como explorar a possibilidade de "dar voz à planta" através da tradução de dados fisiológicos e ambientais sem recorrer a abordagens excessivamente antropomorfizadas?
- Que elementos contextuais e ambientais (para além de parâmetros como luz, temperatura, umidade do solo, etc.) podem enriquecer esta comunicação?
- De que forma esta mediação pode promover empatia, cuidado e uma maior consciência da nossa relação com o meio ambiente no cotidiano?
- De que forma estas interações especulativas podem contribuir para reflexões mais amplas sobre futuras relações entre humanos, objetos inteligentes e sistemas conectados, em um contexto marcado pela presença cada vez mais constante da inteligência artificial?

Estas questões orientam o processo de *research through making,* servindo como referência para os ciclos de experimentação e refinamento do artefato.

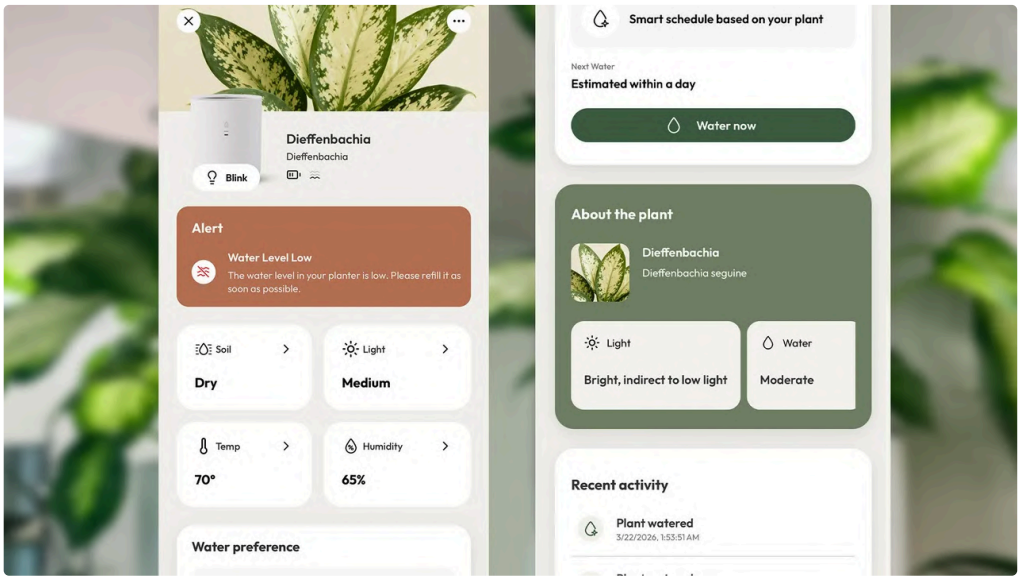


Figura 22. Imagens da aplicação móvel do dispositivo LeafyPod (Diaz, 2026), um exemplo de interface gráfica tradicional no contexto dos *smart planters*, onde são tipicamente privilegiadas notificações, alertas e representações literais dos dados provenientes dos sensores.

5.3. Enquadramento do desenvolvimento

Os capítulos a seguir descrevem o processo de desenvolvimento do artefato, detalhando as etapas práticas, bem como as decisões técnicas e metodológicas adotadas ao longo do projeto. Enquadrado numa abordagem de *Research through Design*, o desenvolvimento assumiu um caráter exploratório e reflexivo, no qual a prática projetual é compreendida como um meio de produção de conhecimento. A abordagem também integrou práticas de *tinkering*, promovendo a experimentação, a exploração de alternativas e o refinamento progressivo do artefato. O desenvolvimento foi organizado em três ciclos: a exploração material e infraestrutura técnica (Ciclo I), a concepção da interface narrativa animista (Ciclo II) e a integração e refinamento da experiência como um todo (Ciclo III). A natureza interdisciplinar do projeto exigiu uma articulação contínua entre design, eletrônica e programação, refletida nos diferentes experimentos descritos ao longo dos próximos capítulos.

6. Ciclo I: Exploração Material e Infraestrutura Técnica

6.1. Objetivos do ciclo

Este capítulo descreve o ciclo inicial do processo de desenvolvimento do artefato, centrado na exploração material e na concepção da infraestrutura técnica do sistema. Em continuidade ao enquadramento metodológico apresentado anteriormente, o processo assumiu um caráter experimental fortemente orientado pela filosofia do *tinkering* (Banzi, 2008), sobretudo no contexto da prototipagem eletrônica. O objetivo principal deste ciclo é a materialização de um primeiro protótipo funcional, de modo a estabelecer as bases técnicas da investigação e futuras iterações. Para além da implementação prática, este ciclo compreendeu decisões fundamentais relacionadas à construção do dispositivo (vaso), à seleção e teste dos componentes eletrônicos (sensores e microprocessadores), à definição da infraestrutura IoT e gestão de dados, bem como os primeiros mecanismos de visualização de informações. Estas decisões foram orientadas não apenas por critérios de viabilidade técnica, mas também pelo seu potencial de escalabilidade e de suporte ao desenvolvimento iterativo do artefato nos ciclos seguintes, integrando testes preliminares, calibração e reflexão crítica.

6.2. Seleção de componentes eletrônicos

A primeira fase deste ciclo teve como objetivo identificar os componentes (Tabela 1) capazes de captar variáveis relevantes para o monitoramento das condições da planta e do ambiente ao seu redor, nomeadamente os níveis de luminosidade, umidade do solo, temperatura ambiente e umidade do ar. Para isso, foram analisados diferentes tipos de sensores, considerando critérios como custo, disponibilidade, facilidade de integração, durabilidade, estabilidade das leituras e adequação ao contexto do projeto. Visto que os sensores dependem de uma unidade de processamento para a leitura e transmissão dos dados, foi também necessário selecionar uma placa microcontroladora que garantisse a integração do sistema. Neste contexto, a placa ESP32 foi escolhida pelo seu tamanho reduzido, compatibilidade com os sensores selecionados, custo relativamente baixo e, sobretudo, pela integração nativa de conectividade Wi-Fi.

Requisito funcional	Componente	Justificativa	Alternativas
Luminosidade	VEML7700	Capacidade de medição em lux (nível contínuo de luz) e maior precisão	LDR (descartada por leitura apenas binária), BH1750 (sem sucesso na integração)
Umidade do solo	Sensor capacitivo (2.0)	Maior durabilidade e estabilidade	Sensor resistivo (descartado por baixa resistência à corrosão)
Temperatura e umidade do ar	AHT10	Baixo custo e simples integração	DHT11 (descartado por menor precisão)
Processamento e transmissão de dados	ESP32	Baixo custo, tamanho reduzido e Wi-Fi integrado	Arduino Uno (descartado por maior dimensão e ausência de módulo Wi-Fi integrado)
Comunicação bidirecional (testes)	LED	Permitiu testar o envio de comandos	Alternativas não foram exploradas
Movimento (ciclo II)	PIR	Utilizado na interface narrativa (ciclo II)	Alternativas não foram exploradas

Tabela 1. Componentes selecionados para para cada requisito funcional, com as respectivas justificativas e alternativas analisadas. A tabela também inclui o sensor de movimento (PIR), integrado ao circuito após os testes e calibração.

Para além da análise comparativa dos diferentes sensores, esta fase incluiu também a construção e teste de circuitos experimentais utilizando o software *Arduino IDE* e o microcontrolador ESP32. Os sensores foram conectados e testados inicialmente em uma *breadboard*, permitindo a montagem rápida e validação dos circuitos sem a necessidade de soldagem (Figura 23). A partir destes testes, foram desenvolvidos os códigos em C++ para leitura, processamento e monitoramento dos dados captados pelos sensores, possibilitando verificar o funcionamento individual de cada componente e sua integração com o sistema. Dado o caráter interdisciplinar do projeto (que atravessa diferentes áreas de atuação além do design de produto, incluindo a prototipagem eletrônica), este processo foi orientado por práticas de *tinkering* como experimentação contínua, descoberta empírica e aprendizagem através da manipulação direta dos componentes. Em vez de um percurso linear ou pré-definido, a construção dos circuitos resultou de um processo iterativo em que a compreensão do sistema ocorre em paralelo ao seu desenvolvimento.

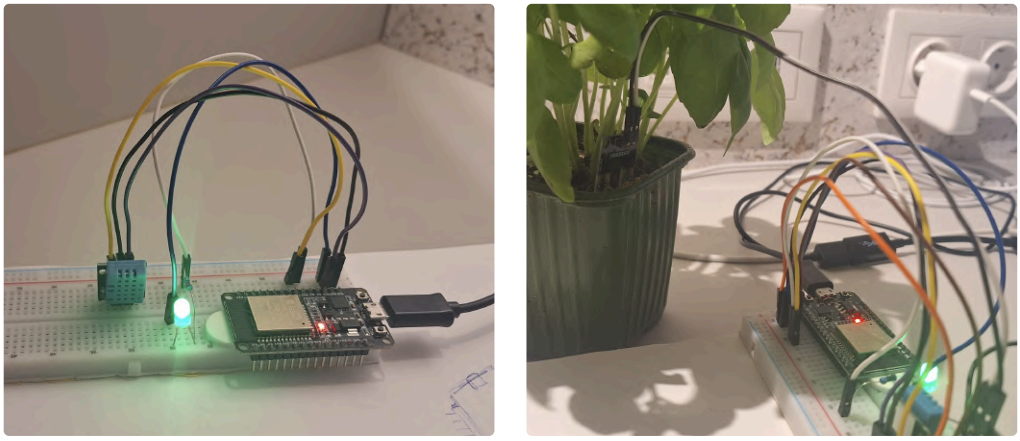


Figura 23. Etapas de prototipagem eletrônica com o microcontrolador ESP32. Nesta etapa, o sistema foi testado uma *breadboard*, facilitando a prototipagem, os ajustes das conexões e a verificação do sistema programado no *Arduino IDE* através da linguagem C++.

6.3. Infraestrutura de dados e visualização

Após a fase de seleção e experimentação com sensores, tornou-se necessário definir uma infraestrutura técnica capaz de permitir a coleta, transmissão e visualização dos dados gerados pelo sistema. Nesse contexto, foi desenvolvida uma arquitetura IoT composta por três camadas principais: o dispositivo (vaso e sensores), a base de dados em tempo real e a interface *web* de visualização (Figura 24). Esta infraestrutura foi concebida de modo a garantir uma comunicação contínua entre os sensores e a interface *web*, permitindo o acesso aos dados em tempo real e garantindo que o usuário possa monitorar o sistema de qualquer lugar com acesso à internet. Além de viabilizar a monitorização do artefato, a arquitetura proposta também estabelece a base técnica necessária para futuras iterações do sistema (como a integração de diferentes sensores e o desenvolvimento de interfaces orientadas à mediação da comunicação humano-planta).

6.3.1. Dispositivo (vaso)

O dispositivo utiliza uma placa microcontroladora ESP32 (responsável pela aquisição dos dados dos sensores integrados ao sistema), que se conecta à rede Wi-Fi local e permite uma comunicação contínua com a nuvem. Para além dos fatores já mencionados na seção anterior, a sua utilização também se deve à combinação de baixo consumo energético e capacidade de processamento adequada para realizar o tratamento dos dados coletados antes da sua transmissão à nuvem.

6.3.2. Base de dados e comunicação em nuvem

Os dados coletados pelo microcontrolador ESP32 são enviados para uma base de dados em tempo real no *Firebase*, uma plataforma de *Backend-as-a-Service*, que funciona como intermediária entre o dispositivo (vaso) e a interface *web* de visualização. O *Firebase* permite o armazenamento em tempo real dos dados dos sensores (garantindo a atualização imediata quando uma nova leitura é recebida), bem como a comunicação bidirecional entre a interface *web* e o dispositivo; isto viabiliza não apenas a visualização dos dados, mas também o envio de comandos remotos ao dispositivo.

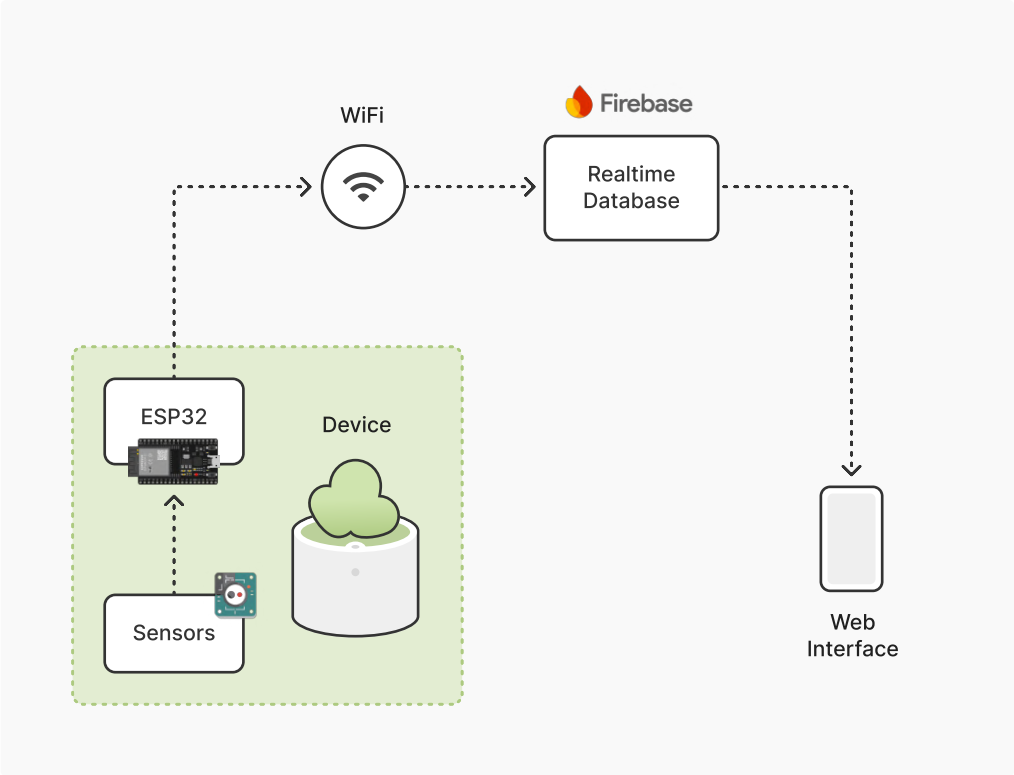


Figura 24. Diagrama da arquitetura IoT proposta para o projeto, evidenciando os principais componentes e o fluxo de dados entre as camadas do sistema.



Figura 25. Base de dados em tempo real no *Firebase* com visualização dos dados coletados pelos sensores e do estado do LED (utilizado para testar a comunicação bidirecional entre o ESP32 e a interface *web*).

O fluxo de dados no sistema desenvolvido pode ser resumido da seguinte forma: o ESP32 lê os dados dos sensores integrados ao dispositivo (vaso); os dados são enviados via Wi-Fi para a base de dados (*Firebase*) em tempo real; o *Firebase* atualiza a interface *web* em tempo real (Figura 25), permitindo ao usuário visualizar os dados de qualquer lugar.

6.3.3. *Interface web de visualização*

A interface de visualização consiste numa página web simples, acessível remotamente através de um navegador, funcionando como o principal ponto de interação entre o utilizador e o sistema. A página comunica-se com a base de dados na nuvem, permitindo a consulta dos dados enviados pelo dispositivo IoT e a transmissão (em tempo real) das informações. Além da visualização, a interface também permite o envio de comandos para o sistema através de uma comunicação bidirecional. Desta forma, o utilizador pode interagir com o dispositivo (por exemplo, acionando remotamente LEDs utilizados durante os testes de validação). Esta interface constitui o primeiro mecanismo de visualização de informação do sistema, servindo como base e preparando o terreno para interações futuras.

6.4. Desenvolvimento do primeiro protótipo

6.4.1. Análise conceitual e definição formal do objeto

O desenvolvimento do primeiro protótipo constituiu uma etapa fundamental do ciclo, permitindo materializar os requisitos funcionais definidos anteriormente em uma solução física capaz de integrar os componentes eletrônicos e garantir o funcionamento adequado dos sensores escolhidos. Em um fase inicial, foi realizada uma análise de referências e produtos similares, com especial atenção a dispositivos inteligentes (*smart devices*) que incorporam tecnologias de monitoramento. Esta investigação permitiu identificar abordagens relevantes a nível de integração tecnológica, organização interna dos componentes e interação com o utilizador. Em paralelo, foi conduzido um estudo semântico focado na linguagem estética desses dispositivos, de modo a compreender aspectos como proporções, geometria, materiais e acabamentos recorrentes, orientando a definição de uma identidade visual alinhada com o contexto tecnológico do projeto.

Com base nas conclusões obtidas, foi realizada a análise da integração dos componentes eletrônicos, uma vez que o funcionamento adequado dos sensores dependia de requisitos específicos como posicionamento, orientação e exposição ao ambiente. Estes fatores influenciaram diretamente a geometria do produto, a localização de aberturas, os volumes necessários para acomodação dos componentes e as soluções de montagem. Foram também consideradas questões de segurança e durabilidade, uma vez que o protótipo seria testado com uma planta real e exposto com frequência a água e umidade por meio do solo. A partir dessas condicionantes, iniciou-se uma fase de exploração de ideias através da produção de esboços conceituais onde foram testadas diferentes soluções formais, estratégias de integração tecnológica e abordagens estéticas. Este processo permitiu avaliar alternativas, antecipar potenciais problemas e selecionar a proposta mais adequada aos objetivos do ciclo.



Figura 26. Referências de produtos que traduzem a linguagem estética dos smart devices, utilizada como base para a exploração formal do objeto, destacando exemplos como o BALCONYFARM Pot (BALCONYFARM) e o GRILLPLATS (IKEA).

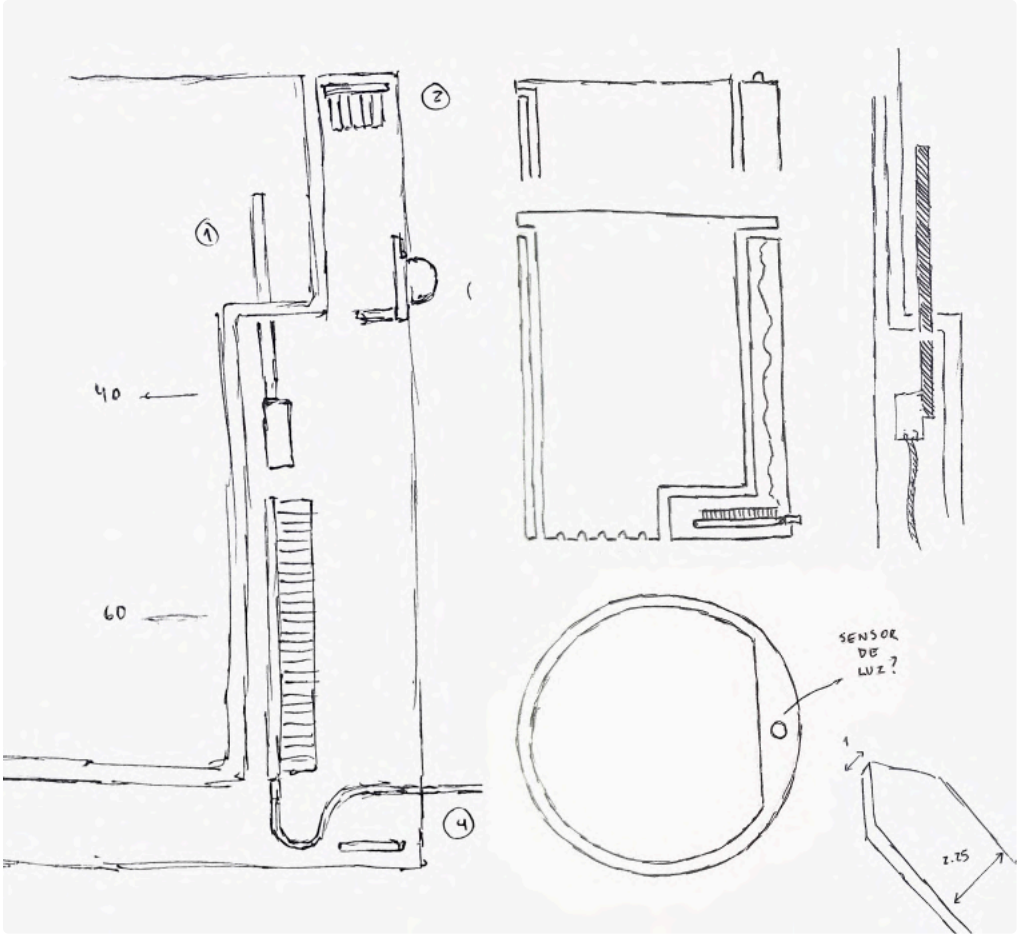


Figura 27. Estudos iniciais de integração dos componentes eletrônicos e de encaixe entre os vasos interno e externo, com destaque para o sensor de umidade do solo, que deve permanecer em contato direto com o substrato e ao mesmo tempo permitir a fácil remoção do vaso interno.

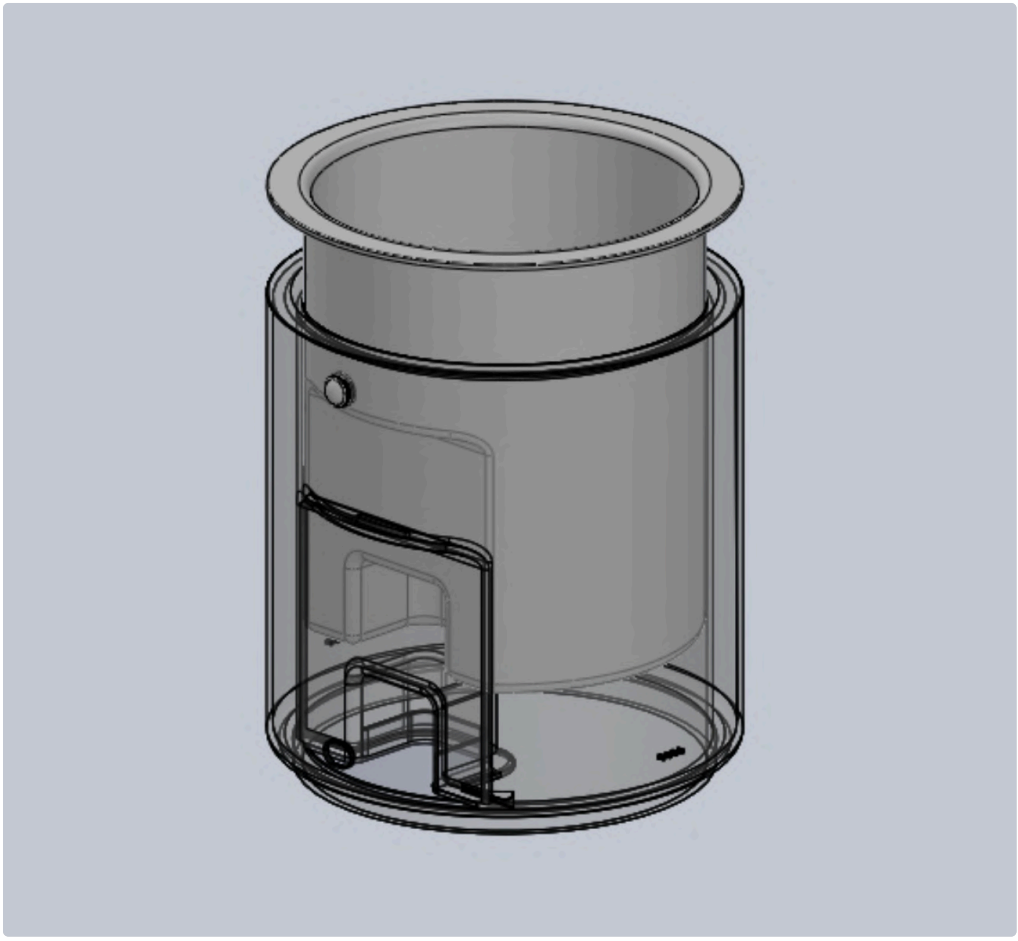


Figura 28. Modelação tridimensional do primeiro protótipo realizada no software *SolidWorks*.

6.4.2. Prototipagem e materialização

A materialização do dispositivo foi realizada através de fabrico aditivo por impressão 3D em filamento PLA+[11] (Figura 29), permitindo a produção rápida das peças e a validação das dimensões, da integração dos componentes eletrônicos e das soluções propostas. Esse primeiro artefato serviu de base para as fases de teste e calibração da solução, possibilitando a validação das decisões iniciais de projeto e a identificação de oportunidades de melhoria nas etapas seguintes. Mais importante ainda, o protótipo viabilizou, pela primeira vez, um fluxo funcional entre planta, sensores e base de dados, tornando estas informações disponíveis para o ciclo posterior dedicado ao desenvolvimento das estratégias de tradução dos dados e da construção narrativa do sistema.

[11] *Polylactic Acid Plus*, um filamento de fabrico aditivo baseado em poliácido láctico com aditivos.



Figura 29. Peças impressas em PLA+, incluindo detalhe do filamento transparente utilizado no vaso interno e do encaixe do sensor de umidade do solo, posicionado de modo a garantir contato constante com o substrato.

6.5. Testes e calibração

Após a montagem do primeiro protótipo funcional (Figura 30), foi conduzida uma etapa de testes com o objetivo de compreender o seu desempenho em condições reais de uso e identificar aspectos a serem calibrados nas próximas iterações. Mais do que validar uma solução final, esta fase teve um caráter exploratório, permitindo observar limitações e potencialidades relacionadas ao objeto, materiais, componentes eletrônicos e experiência de utilização. Em paralelo, buscou-se verificar a capacidade do sistema de gerar dados consistentes e relevantes, uma vez que essas informações seriam a base para os experimentos futuros voltados à concepção da interface narrativa animista. Os testes foram realizados através do acompanhamento de um manjericão (*Ocimum basilicum*), denominado Basilio, durante um período de 30 dias. O cultivo ocorreu integralmente utilizando o protótipo 1.0, enquanto os parâmetros de referência para valores de umidade do solo, temperatura, luminosidade e outras condições ideais de cuidado foram definidos a partir das investigações realizadas durante a etapa de seleção dos componentes eletrônicos. Ao longo do experimento, foram observados tanto o desenvolvimento da planta quanto o desempenho funcional do artefato. A avaliação foi organizada em sete dimensões principais, descritas a seguir.

- Estrutura e forma: estabilidade do conjunto, adequação dimensional, facilidade de montagem e acessibilidade aos componentes internos (para instalação e manutenção);
- Materiais: desempenho do filamento PLA+ em ambiente suscetível à umidade, acabamento, resistência à água e potencial de durabilidade;
- Usabilidade do produto: experiência de plantio, rega, manuseio, limpeza e manutenção do artefato em um contexto doméstico;
- Sensores: funcionamento, confiabilidade das medições, impacto do posicionamento dos componentes na qualidade dos dados coletados e necessidade de calibração;
- Eletrônica: estabilidade operacional, organização interna dos componentes, gestão de cabos e proteção contra a umidade;
- Feedback ao utilizador: clareza, relevância e capacidade de transformar dados dos sensores em informações compreensíveis e úteis para o cuidado da planta;
- Saúde da planta: crescimento, desenvolvimento e vitalidade do manjericão como indicadores indiretos da adequação do sistema e das condições monitoradas.



Figura 30. Montagem do primeiro protótipo e planta de manjericão (*Ocimum basilicum*) Basilio, incluindo detalhe do seu florescimento após o fim dos experimentos iniciais.

Ao término dos 30 dias de experimentação, observou-se que o protótipo 1.0 apresentou uma boa estabilidade estrutural durante o uso, permitindo a realização adequada das atividades de plantio, rega e manuseio da planta. Observou-se também que a vedação aplicada ao sensor de umidade (realizada através da aplicação de um selante adesivo híbrido à base de polímero MS[12]) foi eficaz na prevenção de infiltrações, que o material PLA+ teve um desempenho satisfatório no contexto do protótipo (sem evidência de vazamentos ou desgaste significativo) e que a planta se manteve saudável ao longo de todo o período de acompanhamento. Em contrapartida, observou-se uma dificuldade excessiva na montagem dos componentes internos (associada a uma dependência de alinhamento crítico para o correto encaixe do sensor de umidade do solo), fragilidades em algumas estruturas internas de fixação e limitações na utilização das métricas de iluminação enquanto forma de *feedback* ao utilizador.

[12] *Modified Silane Polymer* (silicone modificado).

6.6. Reflexão crítica do ciclo

Os resultados obtidos durante os testes permitiram validar aspectos fundamentais do protótipo (nomeadamente a sua estabilidade estrutural e adequação dos materiais selecionados para o contexto de utilização), mas também evidenciar limitações que não foram antecipadas durante as etapas anteriores. Estas observações constituem oportunidades valiosas para aprofundar a compreensão do sistema e orientar o desenvolvimento de ciclos futuros. Assim, a presente reflexão examina os principais desafios identificados durante a avaliação do protótipo, discutindo as suas implicações para a evolução do projeto e os possíveis caminhos para futuras iterações.

6.6.1. Acesso, manutenção e geometria estrutural

Um dos aspectos mais evidentes foi a dificuldade de acesso aos componentes internos, o que tornou a montagem e a manutenção mais complexas do que o previsto. Isto evidenciou que a estrutura impossibilitaria intervenções posteriores (como possíveis reparações ou melhorias), sugerindo a necessidade de uma solução parcial ou totalmente desmontável que não comprometesse a resistência à umidade ou a integridade do conjunto. Além disso, a dependência

de alinhamentos muito precisos entre o vaso externo e interno revelou a necessidade de repensar a lógica de encaixe entre as peças, apontando para a importância de incorporar elementos de orientação mais claros (como guias físicos ou chanfros) que tornassem o processo de encaixe mais intuitivo e menos sujeito a erro.

6.6.2. Infraestrutura eletrônica e organização interna

O manuseio do artefato evidenciou que a infraestrutura eletrônica deve ser concebida desde o início como parte integrante do sistema de design, e não como um elemento adicional a ser integrado posteriormente. O posicionamento da placa microcontroladora na base do vaso (uma zona potencialmente exposta à umidade) revelou-se particularmente vulnerável, sugerindo a necessidade de a posicionar para uma área mais protegida do dispositivo. A organização interna dos componentes e cabos também expôs limitações, sobretudo devido à fragilidade dos suportes existentes e à ausência de soluções de fixação mais robustas. Para além do impacto na integridade física do sistema, estas questões podem comprometer a estabilidade das leituras e a confiabilidade das medições, reforçando a necessidade de uma integração mais cuidadosa do conjunto.

6.6.3. Sensores e interpretação dos dados

No contexto dos sensores e medições, os testes evidenciaram a necessidade de ajustes tanto ao nível técnico quanto em relação à forma como os dados são apresentados e interpretados. No caso do sensor de iluminação, observou-se a necessidade de reposicionamento e de uma orientação adequada (de cima para baixo) de modo a garantir leituras mais consistentes. Por outro lado, verificou-se que os valores em *lux* exibidos pelo sensor, quando considerados isoladamente, possuem pouca relevância para o contexto do crescimento vegetal; isto ocorre pois as plantas respondem menos a variações momentâneas de luminosidade e mais à quantidade total de luz acumulada ao longo do dia, um indicador conhecido como *Daily Light Integral* (DLI). O DLI corresponde à quantidade total de Radiação Fotossinteticamente Ativa[13] recebida pelas plantas ao longo de um período de 24 horas, sendo considerado um fator crucial para o desenvolvimento vegetal (Gavhane et al, 2023). Desta forma, a avaliação da luz com base no DLI fornece uma representação mais adequada das condições de cultivo do que medições instantâneas de iluminância expressas apenas em *lux*.

[13] *Photosynthetically Active Radiation* (PAR).

No caso do sensor de umidade do solo, verificou-se a necessidade de uma calibração baseada em dados empíricos consistentes ao longo do período de testes, de modo a aumentar a confiabilidade das leituras. Além disso, embora valores como “38% de umidade do solo” sejam tecnicamente adequados quando o intervalo ideal é conhecido (neste caso entre 30% e 40% para o manjericão, *Ocimum basilicum*), a interpretação destes números ainda depende de um conhecimento prévio e não se traduz diretamente em ações claras no contexto de uso. A planta recém-regada pode apresentar valores superiores a 80% de umidade do solo, o que seria considerado fora do intervalo de referência, mas corresponde apenas a uma condição de saturação temporária (que diminui à medida que a água é absorvida ao longo de um curto período). Esta limitação abre espaço para repensar a forma como os dados são apresentados, deslocando o foco da mera quantificação para formas de comunicação em que o estado da planta possa ser percebido pelo utilizador de maneira mais contínua e intuitiva, em diálogo com uma abordagem animista.

7. Ciclo II: Exploração da Interface Animista

7.1. Objetivos do ciclo

Neste ciclo, o foco do projeto desloca-se do dispositivo (vaso) para a exploração digital da interação humano-planta, através da construção de um sistema narrativo capaz de expressar uma "vida própria" do artefato, resultante da sua relação contínua com o ambiente e com o utilizador. Esta exploração é informada por princípios do design animista propostos por Allen et al. (2013) em *"AniThings: Animism and Heterogeneous Multiplicity"*, onde o animismo é apresentado como um enquadramento metodológico para o design de interação em sistemas integrados no ambiente, onde os objetos "tendem a evocar a percepção de que possuem autonomia, intenção, personalidade e vida interior"[14]. Nesta perspectiva, o ciclo investiga possíveis formas de "vida própria" que podem emergir das capacidades, restrições e modos de entrada do sistema, com base naquilo que o artefato "sabe" e "experiencia", ainda que de forma mediada e limitada.

[14] No original: "Animism can make valuable contributions within ubiquitous computing contexts, where objects with designed behaviors tend to evoke a perception that they have autonomy, intention, personality and an inner life." (Allen et al., 2013)

7.2. Questão de design animista e alternativas descartadas

A investigação aplica os princípios do design animista (Marenko & van Allen, 2016) a um vaso (materializado através do protótipo desenvolvido no ciclo anterior) concebido para monitorar uma planta de manjericão (*Ocimum basilicum*) durante um período de 90 dias. O hardware e o conjunto de sensores que compõem o dispositivo definem o universo perceptivo do sistema: a intensidade luminosa e duração da exposição à luz, a umidade do solo, a temperatura e umidade do ambiente, bem como o movimento nas proximidades da planta (detectado através de um sensor PIR). Adicionalmente, uma API meteorológica fornece informações contextuais como a temperatura exterior, condições atmosféricas, fase lunar e outros fenômenos ambientais.

A configuração sensorial da "planta" é deliberadamente limitada (Figura 31); o sistema não dispõe de câmeras, microfones ou outros mecanismos que lhe permitam diretamente identificar pessoas, objetos ou acontecimentos específicos. Como resultado, a forma como o sistema experiencia o mundo é inevitavelmente parcial e diferente da experiência humana. A luz é percebida apenas através da sua intensidade e duração, sem informações sobre direção ou cor; o movimento manifesta-se como uma presença de origem indeterminada; as estações surgem não como categorias nomeadas, mas como alterações graduais nos ciclos de luz e nos padrões climáticos. Por se encontrar em um ambiente interno, a planta pode experienciar temperaturas relativamente constantes ao longo do ano, mesmo enquanto as condições sazonais exteriores se alteram significativamente, permitindo que sinais aparentemente contraditórios coexistam. Estas ambiguidades não constituem erros de interpretação, mas fazem parte da própria experiência do sistema.

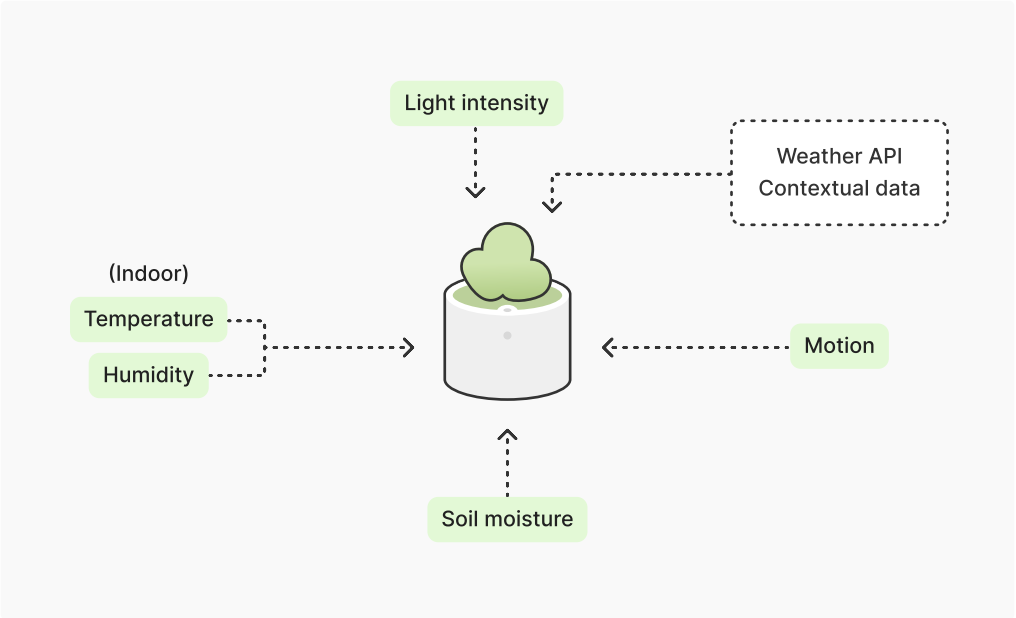


Figura 31. Configuração sensorial da planta. O sistema utiliza sensores limitados, captando apenas luz, movimento e variações ambientais, sem capacidade de identificação direta de objetos, pessoas ou eventos.

A principal questão de design formulada neste ciclo foi: como atribuir a este artefato uma "vida" que pareça genuinamente própria, emergente da sua condição material, percepções e experiências, em vez de uma personalidade artificialmente construída para viabilizar a comunicação com humanos? Durante este processo, diversas abordagens foram descartadas. Sistemas baseados em notificações e alertas pressupunham um destinatário humano e posicionavam o dispositivo como um agente a serviço do utilizador. Interfaces de voz e *chatbots* foram igualmente rejeitados por recorrerem a formas demasiado explícitas de antropomorfização. Algumas soluções textuais também revelaram-se delicadas, uma vez que tendem a seguir convenções linguísticas e sociais humanas, afastando-se do enquadramento animista pretendido. Duas das propostas descartadas durante este processo são apresentadas em maior detalhe a seguir, uma vez que a análise das suas limitações revelou-se fundamental para a definição da abordagem final adotada no projeto.

7.2.1. Proposta descartada: a interface conversacional em tempo real

A primeira proposta descartada consistiu em uma interface conversacional em tempo real (Figura 32), na qual o utilizador poderia dirigir-se à planta a qualquer momento (mesmo remotamente) e receber respostas geradas a partir das condições detectadas pelos sensores. O estado "emocional" da planta era diretamente influenciado pelos dados recolhidos: níveis reduzidos de umidade do solo produziam respostas mais irritadas ou desconfortáveis, enquanto condições ideais produziam reações mais positivas e descontraídas. A personalidade era definida através de uma guideline conversacional semelhante às utilizadas por sistemas baseados em inteligência artifical, especificando tom de voz, traços comportamentais e estilo linguístico. Embora os resultados fossem muitas vezes divertidos e de fato ajudassem a interpretar as necessidades da planta, tornou-se evidente que a abordagem recorria excessivamente a convenções antropomórficas. O sistema assumia essencialmente o papel de uma planta que se comporta e se comunica como um agente humano, em vez de expressar uma experiência resultante da sua própria vivência e percepção do ambiente.

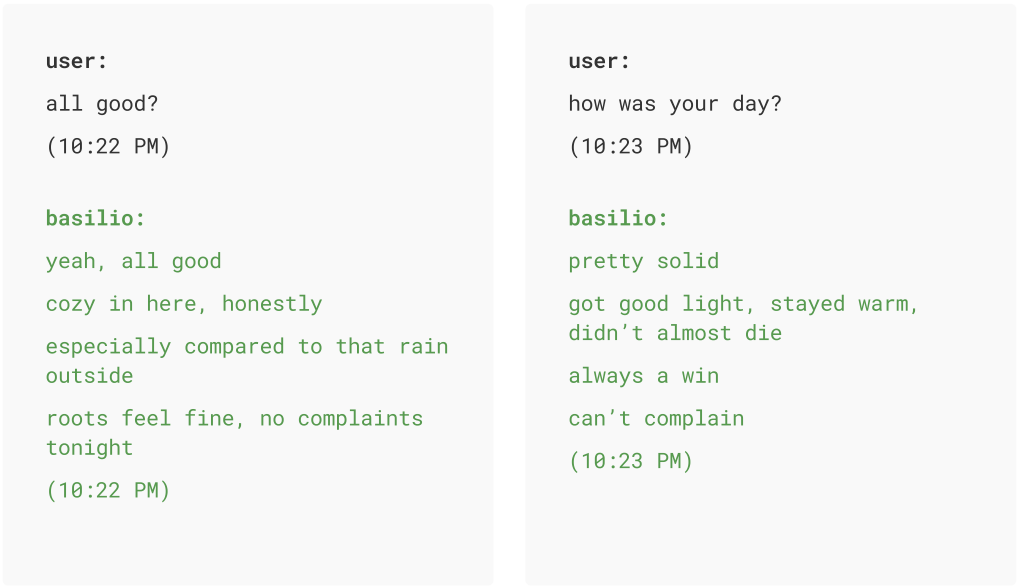


Figura 32. A abordagem da interface conversacional em tempo real previa uma interação direta e contínua do utilizador com a planta, com respostas geradas a partir das condições captadas pelos sensores.

7.2.2. Proposta descartada: o diário baseado em arquétipos

A segunda proposta descartada consistiu no primeiro experimento onde a estrutura de um "diário escrito pela planta", inspirada sobretudo pelo blog escrito pela planta Midori-San (Kyo no Midori-san, 2008), foi explorada. O sistema baseava-se em um *framework* estruturado em três eixos: (1) o contexto climático externo, (2) os dados de monitorização da planta e (3) a atividade no espaço (captada pelo sensor de movimento). A combinação destes fatores permitia mapear cinco personalidades distintas (*The Playful Friend*, *The Mindful Companion*, *The Cultural Buddy*, *The Curious Observer*, e *The Optimistic Motivator*), onde cada arquétipo possuía um conjunto próprio de características, vocabulário e estilo narrativo.

Determinadas combinações ativavam automaticamente cada um destes perfis: ambientes de pouco movimento, com chuva e baixa luminosidade, favoreciam o perfil contemplativo do *Mindful Companion*, enquanto dias luminosos acompanhados por maior movimento tendiam a desencadear entradas associadas ao arquétipo *Playful Friend*. Embora esta solução permitisse maior diversidade narrativa, ela apresentava uma limitação conceitual semelhante à da interface conversacional: as personalidades eram atribuídas por um sistema pré-definido e não emergiam da experiência acumulada da planta. A subjetividade observada continuava, assim, a ser uma construção externa aplicada ao sistema, e não uma consequência da própria experiência do artefato: daquilo que "observa", das condições que vivencia e da sua relação contínua com o ambiente que o rodeia. Apesar de não cumprir o enquadramento animista pretendido, a abordagem serviu de base para a solução final apresentada na seção seguinte.

7.3. O diário como solução de interface narrativa animista

A solução resultante do processo exploratório foi a concepção de um diário privado mantido pela própria planta, influenciado diretamente por suas vivências e percepções. Desta forma, o diário deixa de funcionar como um mecanismo de comunicação direta com o agente humano e passa a constituir um registro íntimo da experiência da planta. O critério utilizado para avaliar cada registro foi deliberadamente simples: o texto parece algo produzido pela planta como uma reflexão para si própria, que o leitor observa por acaso, ou parece uma mensagem construída para ser lida pelo utilizador? Apenas a primeira opção foi considerada compatível com os princípios do design animista. Os registros não são diretamente dirigidos a ninguém e nem procuram informar, aconselhar ou explicar. O leitor (utilizador) assume a posição de observador acidental de um processo ao qual não deveria necessariamente ter acesso, mas que ainda assim pode ser usado como forma de compreender e cuidar melhor da planta.

Os registros também seguem um conjunto de princípios destinados a evitar uma abordagem excessivamente antropomórfica. O tempo é descrito através de unidades relevantes para a experiência da planta, evitando referências explícitas a escalas temporais humanas como minutos, horas ou semanas. A passagem das estações é "sentida", mas nunca nomeada em termos de categorias humanas como "primavera" ou "inverno". Embora o sistema disponha de dados provenientes da API meteorológica, essa informação é usada apenas para contextualizar condições ambientais e nunca explicitamente verbalizada. Do mesmo modo, a planta não interpreta nem explica os seus próprios estados internos, limitando-se a registrar percepções dentro das suas limitações sensoriais. A percepção de movimento, por exemplo, é marcada pela incerteza: como o sensor PIR apenas indica a ocorrência de deslocação no espaço, sem identificar a sua origem, os registros preservam essa ambiguidade ("algo passou perto de mim, rápido e breve"). O sistema não confirma hipóteses e nem atribui causas definitivas aos acontecimentos observados pela planta.

7.4. A construção da multiplicidade heterogênea

Um dos princípios introduzidos por Allen et al. (2013) no âmbito do design animista é o da multiplicidade heterogênea[15], que propõe a existência de múltiplas perspectivas em um ecossistema de entidades com comportamentos e leituras diferentes de uma mesma situação, oferecendo ao utilizador uma variedade de pontos de vista complementares. No contexto deste projeto, este princípio foi reinterpretado não através da multiplicidade de dispositivos físicos (como visto no projeto AniThings), mas através de múltiplas personalidades (ou *inner lives*) que resultam da experiência acumulada da planta ao longo do tempo, quando exposta a diferentes condições ambientais e de cuidado.

[15] No original: "heterogeneous multiplicity". (Allen et al., 2013)

Para construir esta percepção acumulada da planta, três camadas de memória operam em diferentes escalas: (1) a camada do estado atual (o que os sensores estão a captar no momento) produz o "ânimo" ou estado do dia; (2) a camada dos padrões acumulados (o histórico dos dados ao longo de dias e semanas) produz aquilo que a planta "espera", aquilo que a surpreende e aquilo que pode ser evocado como referência; e (3) a camada da história formativa (eventos significativos que deixam uma marca duradoura) produz o "caráter" e as estruturas mais profundas da personalidade. Estas camadas alimentam um conjunto de cinco variáveis (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*) que oscilam a partir das informações disponíveis ao sistema e refletem, de forma geral,

a consistência e adequação dos cuidados, a diversidade de condições vivenciadas, o tempo de acumulação do sistema, o histórico de *stress* e o equilíbrio entre atenção interna e externa, entre outros aspectos. Quando combinadas, estas variáveis geram seis formas de personalidade (ou *inner lives*), cada uma correspondendo a um eixo distinto de atenção da planta (Figura 33).

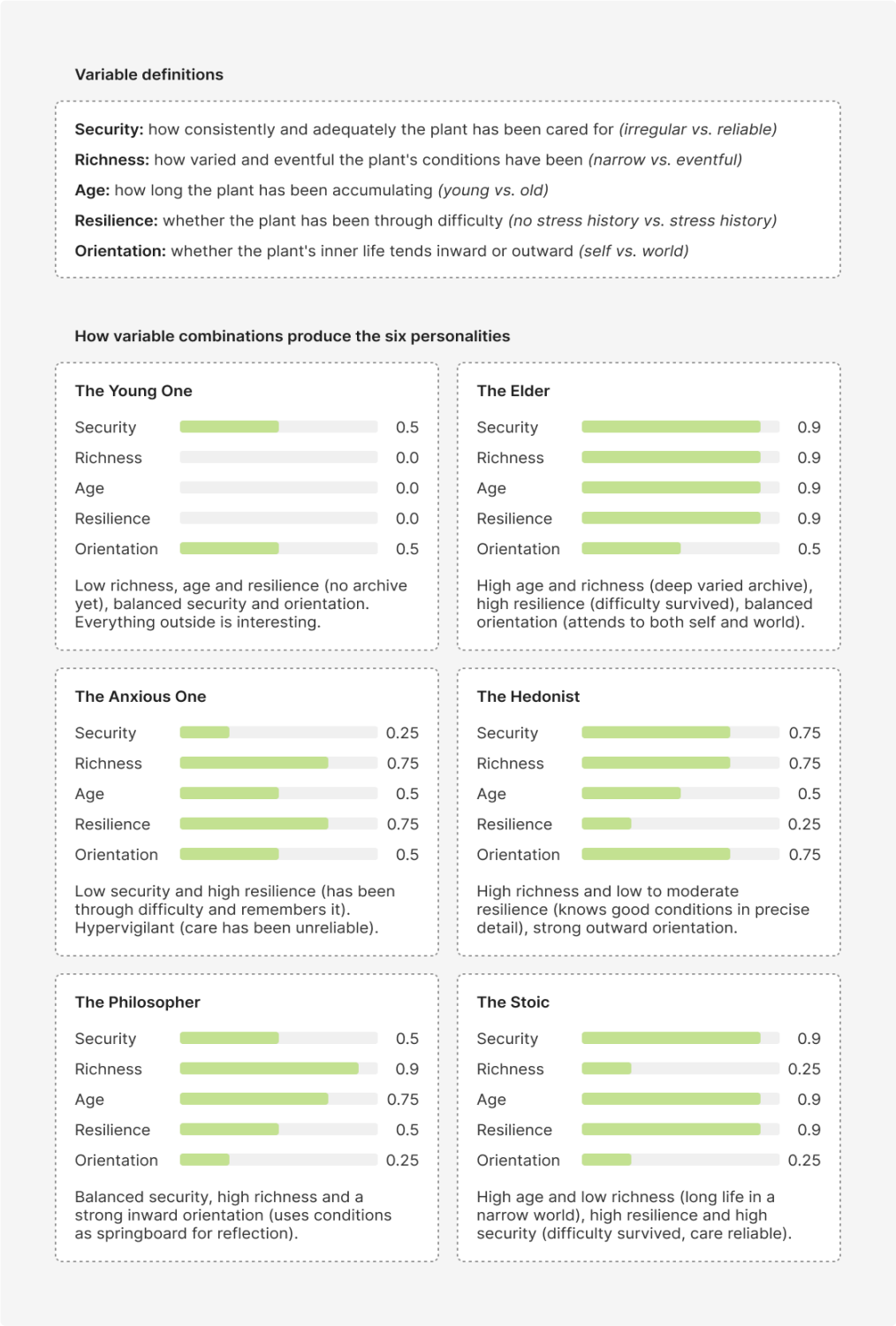


Figura 33. A combinação das cinco variáveis (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*) resulta em seis formas de personalidade (ou *inner lives*), cada uma associada a um eixo distinto de atenção do sistema.

Assim, duas plantas equipadas com o mesmo sistema poderão, após alguns meses de utilização em contextos distintos, desenvolver personalidades significativamente diferentes (Figura 34). Ao contrário das propostas descartadas e de projetos semelhantes como Midori-San (Kyo no Midori-san, 2008), estas personalidades não resultam de personagens definidas por uma guideline conversacional e nem derivam apenas de dados sensoriais imediatos, mas da acumulação dos acontecimentos efetivamente “vividos” pela planta.

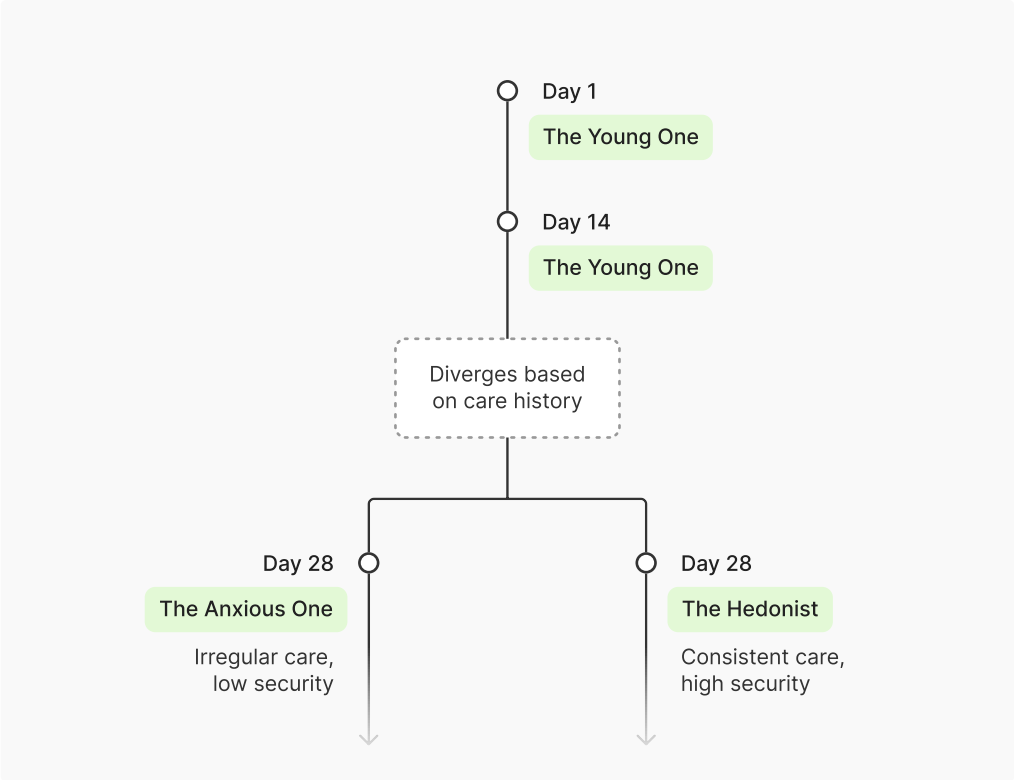


Figura 34. O diagrama ilustra como plantas equipadas com o mesmo sistema podem desenvolver personalidades distintas em diferentes contextos de utilização após um determinado período.

O sistema inclui ainda um conjunto de elementos opcionais (de uso esporádico e nunca mais de um por registro) que expandem a narrativa para além da mera comunicação sensorial. Estes elementos baseiam-se, de forma livre, em fenômenos da biologia vegetal, como a uma espécie de "consciência fenológica" (interpretação de eventos sazonais naturais) e a perceção dos ritmos circadianos, entre outros. Elementos cujo objetivo era apenas aumentar a variedade ou o caráter lúdico dos registros, mas que revelaram-se demasiadamente fictícios (como referências a astrologia ou a uma hipotética memória epigenética) ou excessivamente antropomorfizados (como referências a cultura midiática humana, como música e cinema) foram excluídos da solução final.

7.5. Consolidação do sistema e critérios de validação

A consolidação do sistema resultou na definição de um diário privado composto por registros curtos (entre 60 e 70 palavras), "escritos" a partir da perspectiva da planta e orientados pelos princípios do design animista (Allen et al., 2013). A prototipagem digital desta solução foi realizada através da construção de um *prompt* em formato *Markdown*, utilizado em um *chat* com a inteligência artificial *Claude* (foram testados os modelos *Sonnet 4.6*, *Haiku 4.5* e *Opus 4.8*), onde são introduzidos diariamente os dados de monitoração da planta (bem como outros dados contextuais, como condições meteorológicas e evento fenológicos). O *prompt* exigiu dezenas de iterações até que os resultados mostrassem-se consistentes com a abordagem desejada e produzissem registros satisfatórios. Os primeiros testes foram realizados com base nos dados do primeiro protótipo, bem como em simulações de dados fictícios como situações hipotéticas de *stress* extremo.

A validação do sistema baseou-se num critério recorrente ao longo de todo o processo: cada registro deveria parecer algo produzido pela planta para si própria, emergindo da sua própria percepção, e não uma mensagem dirigida ao ser humano. Ainda assim, o sistema deveria também ser capaz de transmitir *insights* de cuidado ao utilizador de forma sutil, permitindo que este compreenda o tipo de necessidade envolvida a partir de observações da planta e padrões emergentes, sem qualquer explicitação direta. Esta ideia relaciona-se com outro princípio do design animista, que defende que "o humano é inteligente"[16] e assim assume que o utilizador é capaz de interpretar e atribuir significado a sinais ambíguos ou incompletos (Allen et al., 2013). Neste sentido, o sistema não procura fornecer respostas completas ou diagnósticos explícitos, mas sim gerar um espaço interpretativo em que significado e cuidado emergem da interação entre sinais sutis e a capacidade interpretativa do utilizador.

[16] No original: "the human is smart". (Allen et al., 2013)

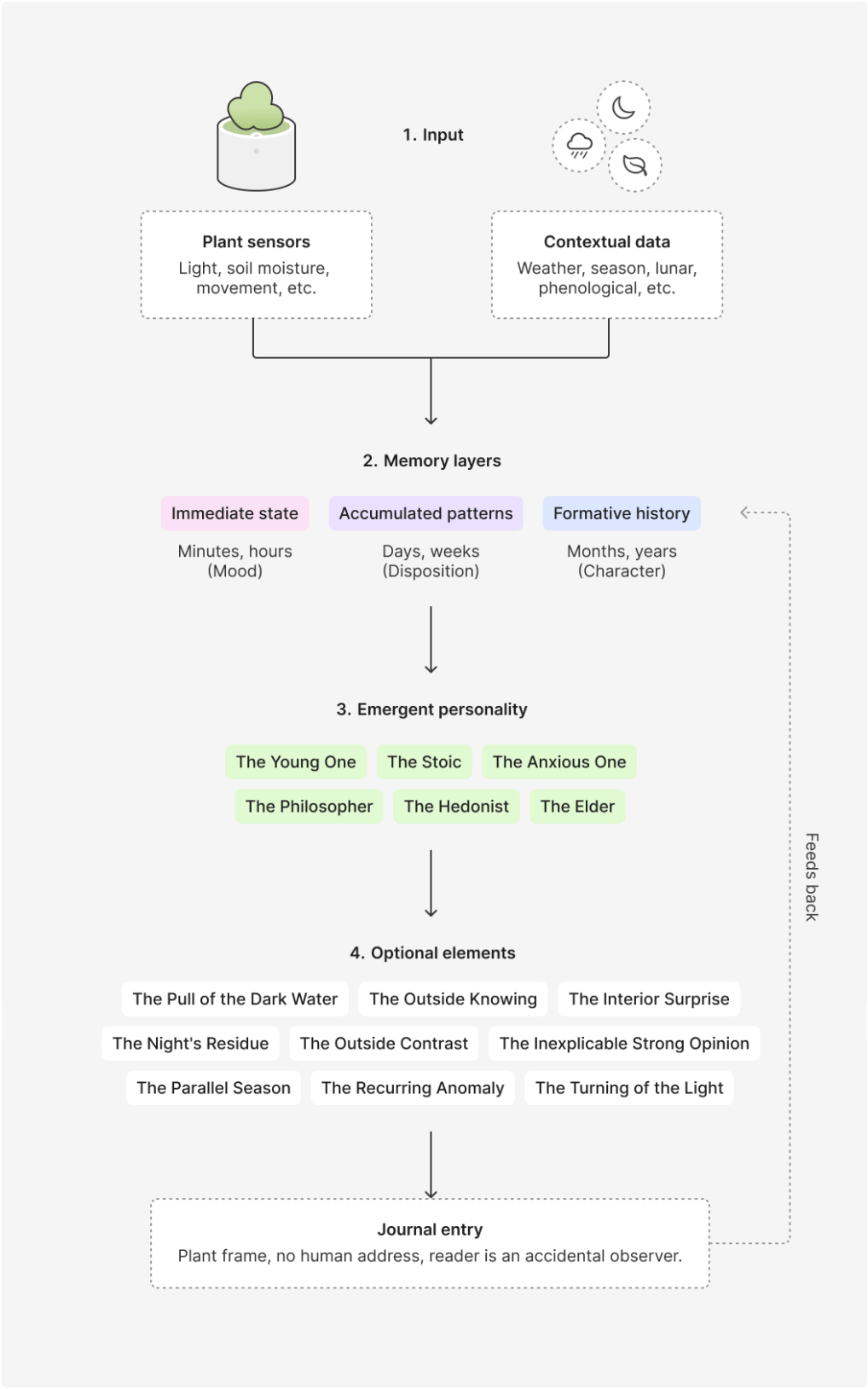


Figura 35. O diagrama ilustra a lógica de geração dos registros da planta, onde os dados são processados e armazenados em diferentes camadas de memória de modo a formar uma percepção acumulada do sistema.

7.6. Reflexão crítica do ciclo

O segundo ciclo de investigação foi marcado por um processo iterativo de experimentação (com o auxílio de ferramentas de IA como o *Claude* e o *ChatGPT*), que permitiu investigar de forma prática os princípios necessários à construção de uma interface genuinamente animista. Ao todo, foram exploradas três soluções, e a solução final passou por dezenas de iterações até a sua consolidação. Deste processo emergiram três reflexões principais, descritas a seguir.

7.6.1. O papel da interface na construção de uma interação animista

Uma das principais reflexões deste ciclo foi a compreensão de que o animismo não pode ser reduzido à simples atribuição de características humanas a um sistema. As primeiras explorações (nomeadamente a interface conversacional e o sistema baseado em arquétipos de personalidade pré-definidos) evidenciaram uma tendência excessiva à antropomorfização e falharam no objetivo central de construir uma subjetividade própria da planta. A experiência com o *chatbot* demonstrou que o formato conversacional conduz inevitavelmente a uma relação centrada no utilizador, transformando a planta em um assistente que responde a pedidos e envia notificações. A dificuldade em definir quando e por que motivo a planta deveria iniciar uma conversa revelou-se particularmente reveladora, sugerindo que o formato não era compatível com a natureza pretendida para o artefato. Embora a solução do diário como interface continue a recorrer a uma forma de expressão humana e, inevitavelmente, a algum nível de antropomorfização, este formato afasta a planta da lógica de diálogo com o utilizador. O diário permite apresentá-la como uma entidade com vida interior própria, que registra reflexões a partir das suas experiências e da sua perspectiva sensorial limitada, cabendo ao utilizador apenas observá-las e interpretá-las.

7.6.2. A personalidade deve emergir da experiência e não ser atribuída

A segunda reflexão resultou da rejeição das personalidades pré-definidas utilizadas nas primeiras versões da solução. Embora arquétipos (como o *Playful Friend* e o *Mindful Companion*) fossem capazes de produzir narrativas convincentes e variadas, continuavam a representar características humanas impostas externamente ao sistema e influenciadas por fatores não vivenciados diretamente pela planta (como condições meteorológicas externas que não são necessariamente experienciadas por uma planta de interior). O ciclo evidenciou que uma personalidade animista não deveria ser definida *a priori*, mas construída progressivamente através da acumulação de vivências; esta conclusão conduziu ao desenvolvimento de um sistema baseado em memória e experiência, no qual os traços de personalidade emergem gradualmente a partir dos padrões de cuidado do utilizador, das condições ambientais e dos acontecimentos "observados" pela planta ao longo do tempo. Desta forma, a personalidade deixa de funcionar como um conjunto de traços arbitrariamente atribuídos e passa a ser entendida como o resultado da história única vivida por cada dispositivo. Este enquadramento segue o princípio da multiplicidade heterogênea (Allen et al., 2013), traduzindo-o na coexistência de diferentes perspectivas que podem emergir na mesma entidade.

7.6.3. Limitações sensoriais constituem oportunidades narrativas

Outro aprendizado relevante foi a importância do mistério e da ambiguidade como recursos de design. Embora determinados sensores tenham sido adicionados ao sistema com o objetivo de enriquecer a camada de dados utilizada no processo de tradução (nomeadamente o sensor PIR de movimento), compreendeu-se também que as restrições tecnológicas não representam necessariamente limitações para o projeto. Em vez de procurar compensar a ausência de determinados dados, o projeto explorou as particularidades do universo sensorial limitado da planta: a incerteza sobre a origem de movimentos detectados, elementos narrativos como anomalias recorrentes nunca compreendidas, a perceção das fases lunares de forma não-explicada ou as opiniões sem justificativa racional demonstram que nem todos os aspectos da experiência precisam ser transparentes ou funcionais. Em contraste com a lógica dominante dos dispositivos inteligentes (orientada para eficiência, clareza e previsibilidade), a proposta animista convida o utilizador a projetar uma vida interior no objeto através da sua própria imaginação, abrindo espaço para práticas de *myth-making*[17] (Allen et al., 2013) e reforçando o caráter singular da entidade projetada.

[17] Animism, as distinct from anthropomorphism however, offers a way of separating out issues of ascribed intelligence from ascribed intentionality or inner-life. When a user engages with animistic objects, the objects begin to take on a life of their own in the user's imagination. Turkle has described this process as the move from stable "transitional objects" to contemporary relational artifacts, in which "the psychology of projection gives way to a relational psychology, a psychology of engagement" [26]. Like Turkle's notion of 'relational artifacts,' animism is not merely about projection. Animism as a design metaphor also suggests an engagement with the creative capacities of users and a taking seriously, or opening up of, the practices of myth-making about, and through, objects as a modality of distributed cognition. (Allen et al., 2013)

8. Ciclo III: Integração e Refinamento da Experiência

8.1. Objetivos do ciclo

O terceiro ciclo do projeto tem como principal objetivo consolidar os experimentos desenvolvidos nas etapas anteriores através da integração entre os componentes estruturais, eletrônicos e interativos do artefato. Neste contexto, foi desenvolvido um segundo vaso (melhorado com base nas reflexões realizadas no primeiro ciclo) que incorporou alterações estruturais e eletrônicas, incluindo a substituição e adição de novos sensores, de modo a aumentar a estabilidade do objeto e a confiabilidade dos dados coletados. Outro aspecto importante foi a integração da interface animista (desenvolvida no ciclo anterior) ao novo protótipo através de uma aplicação *web*, estabelecendo assim a principal forma de comunicação entre os dados do sistema e o utilizador. Como forma de validação do sistema desenvolvido, foi ainda realizado um teste contínuo de 30 dias com uma nova planta, permitindo observar como os diferentes padrões de cuidado do utilizador e condições ambientais influenciam o comportamento do artefato ao longo do tempo.

8.2. Desenvolvimento da interface e *onboarding*

O ciclo foi iniciado com a construção da interface *web* responsável por exibir os registros gerados pela planta (Figuras 37 e 38) a partir do sistema concebido no ciclo anterior. A solução desenvolvida é intencionalmente simples, baseada em HTML, tendo como único objetivo a apresentação dos registros produzidos pela planta em seu "diário". Em oposição a interfaces tradicionais, não são exibidos dados explícitos dos sensores; as única informações adicionais exibidas são as cinco variáveis interpretativas (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*), juntamente com a personalidade atual (*inner life*) da planta, que oscilam em função das condições experienciadas pelo sistema e permitem observar padrões emergentes de comportamento ao longo do tempo. Experimentos iniciais incluíam dados de cuidado mais explícitos, porém estes foram posteriormente removidos por não serem compatíveis com a proposta animista da interface.

Esta etapa incluiu ainda a exploração de um possível fluxo de *onboarding* (comum em dispositivos inteligentes em contextos comerciais) realizado no momento do plantio, incluindo a integração do objeto à rede Wi-Fi e a identificação da espécie da planta (a partir da qual seriam definidos os parâmetros utilizados para analisar o seu contexto de cuidado e saúde). Um desafio técnico relevante foi a interpretação inicial dos dados antes da presença efetiva da planta, o que poderia resultar em registos inválidos; assim, o sistema passou a inferir a presença da planta através de condições de umidade do solo e estabilidade das leituras, ativando a geração dos registros apenas quando estes critérios são cumpridos. Estes modelos não foram incorporados na solução final, uma vez que a abordagem adotada privilegia uma experiência deliberadamente experimental e afasta-se de lógicas de configuração típicas de produtos comerciais; no entanto, o fluxo de configuração explorado pode ser visto na Figura 36.

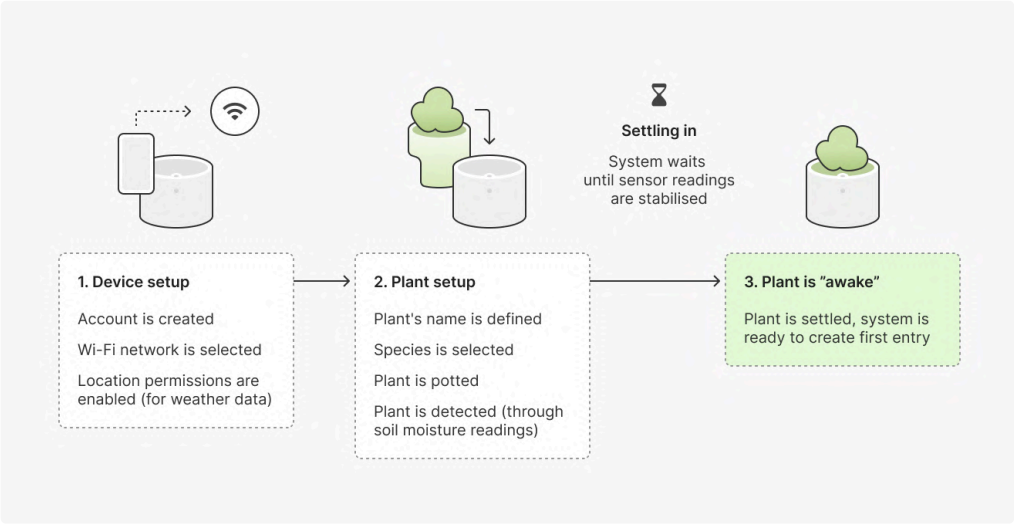


Figura 36. Fluxo de *onboarding* do dispositivo baseado na verificação da presença da planta através dos níveis de umidade do solo e estabilidade das leituras, de modo a impedir a geração de registros inválidos.

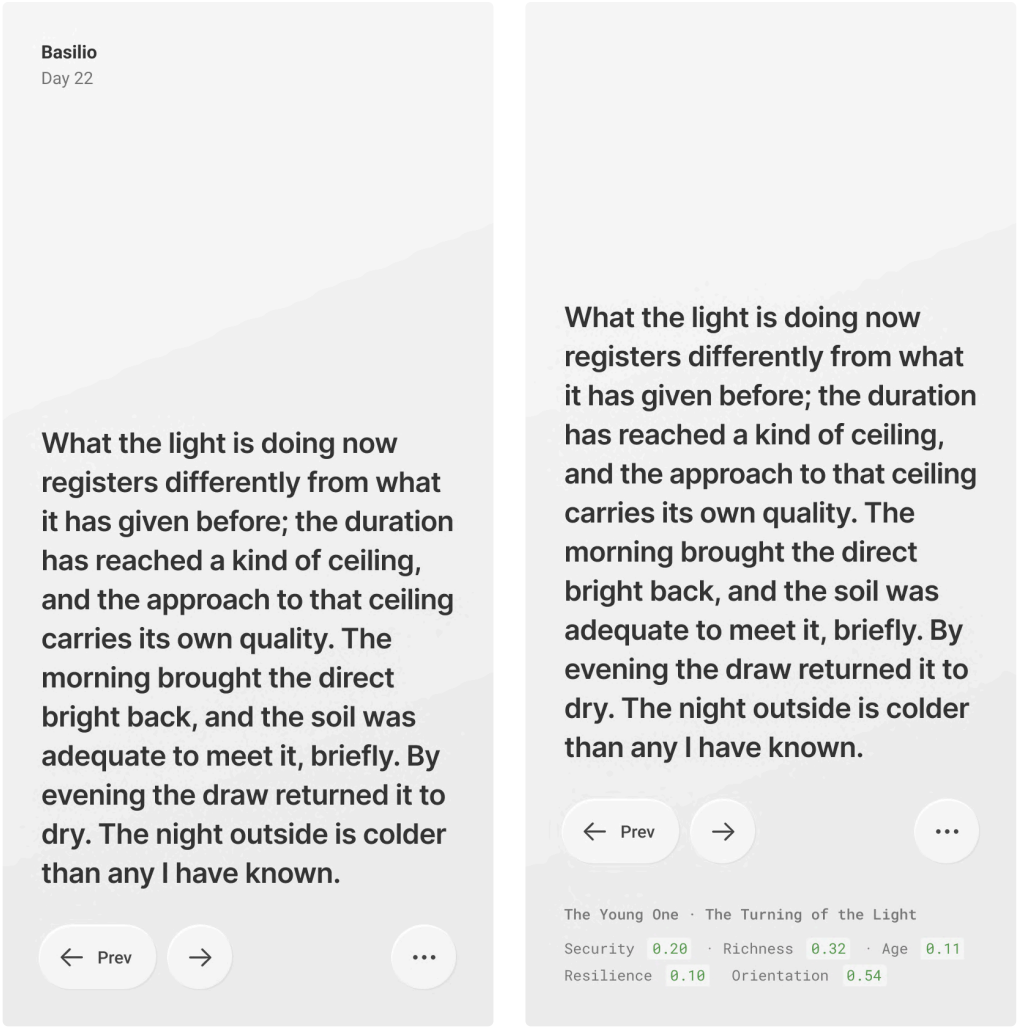


Figura 37. Capturas de tela da interface *web* desenvolvida para visualização dos registros gerados pelo sistema, baseada em HTML.



Figura 38. Utilização da interface *web* móvel para consulta dos registros gerados pela planta.

8.3. Desenvolvimento do segundo protótipo

Com base nos resultados obtidos durante os testes do primeiro ciclo, o desenvolvimento do segundo protótipo foi orientado ao refinamento da estrutura formal, funcional e eletrônica do dispositivo. Esta nova iteração buscou responder às limitações identificadas anteriormente, resultando em uma versão mais robusta e adequada para a realização de testes de utilização prolongada. As principais alterações são descritas a seguir.

8.3.1. Refinamento formal do objeto

A linguagem formal do objeto foi revista com base em estudos semânticos realizados no primeiro ciclo (capítulo 7), voltados à análise da linguagem visual de outros dispositivos inteligentes que privilegiam a simplicidade formal e a integração no ambiente doméstico. Estas referências (Figura 26) recorrem frequentemente a proporções compactas e geometrias suaves, como formas cilíndricas ou com bordas arredondadas, o que contribui para reduzir a percepção de complexidade tecnológica. Em comparação com o primeiro protótipo, de configuração mais alongada, a nova versão (Figuras 39 e 40) adota uma geometria mais compacta e arredondada, resultando em um objeto com menor impacto visual no espaço doméstico.



Figura 39. Renderização do segundo protótipo, desenvolvida no *Blender*. A modelação tridimensional da estrutura foi realizada no *SolidWorks*.





Figura 40. Detalhes do segundo protótipo, incluindo a vista superior (onde é possível observar a estrutura interna do vaso, os furos destinados ao escoamento de água e o encaixe do sensor de umidade do solo).

8.3.2. Refinamento estrutural e funcional

A estrutura do dispositivo foi reformulada de modo a melhorar a sua funcionalidade e facilitar os processos de montagem (incluindo manutenção e futuras intervenções). A nova configuração é composta por três peças independentes (Figura 41), permitindo um acesso mais simples aos componentes internos. As duas peças que constituem o vaso externo, responsável por alojar a infraestrutura eletrônica, são unidas entre si através de um sistema de encaixes (Figura 42). A terceira peça, destinada a acomodar a planta e o substrato, mantém-se independente e encaixa verticalmente no vaso externo. Nesta reformulação, houve um maior cuidado no alinhamento entre o sensor de umidade do solo e as respectivas aberturas de encaixe, facilitando a montagem e a remoção da peça para tarefas de cuidado da planta, como rega, poda e manutenção do substrato.

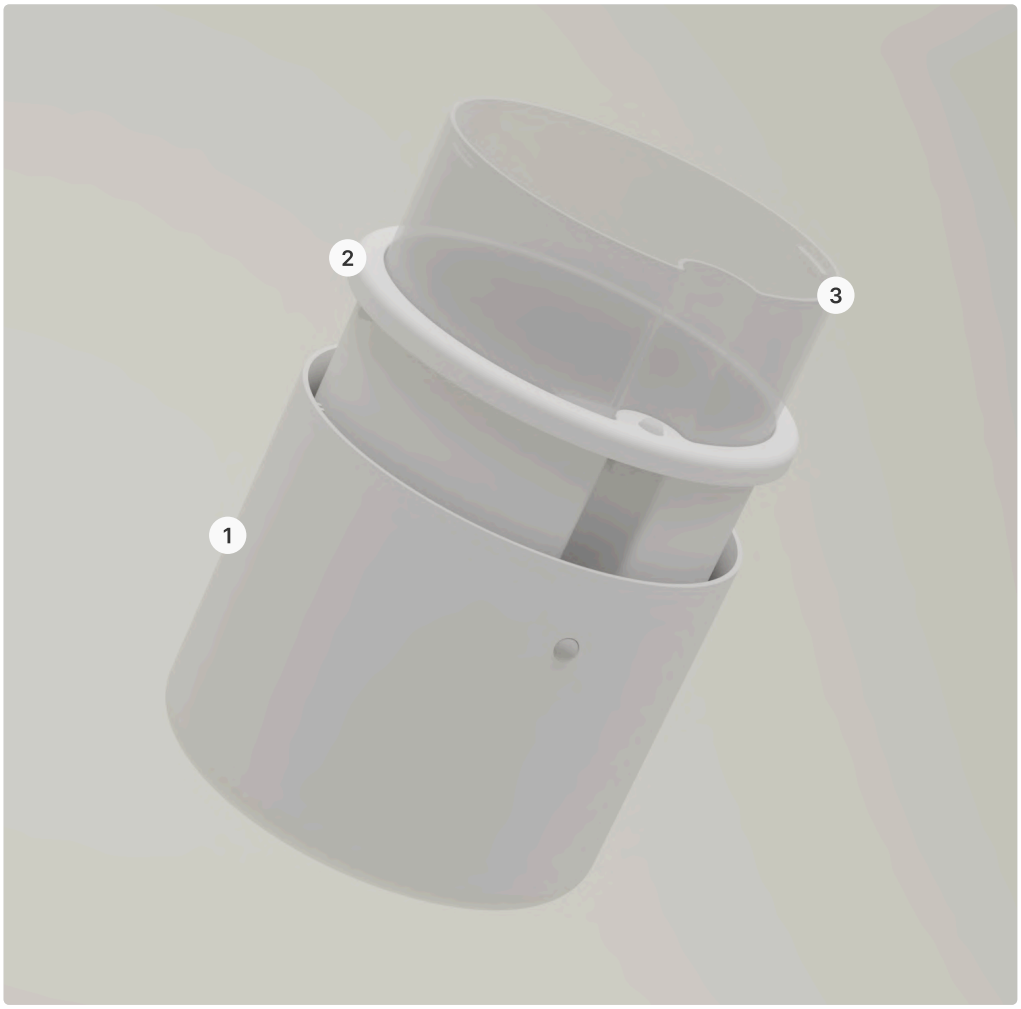


Figura 41. As três peças que constituem o vaso. As peças (1) e (2) compõem o vaso externo, responsável por abrigar os componentes eletrônicos (sensores, cabos e placa controladora). A peça (3) corresponde ao vaso interno, independente e de fácil remoção pelo utilizador, onde é realizado o plantio e cultivo da planta.

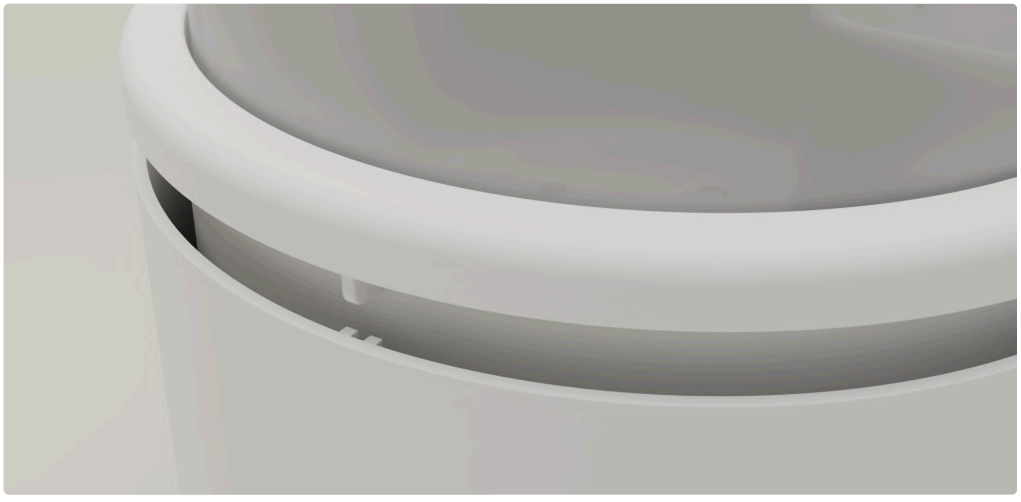


Figura 42. Detalhe dos encaixes das peças que compõem o vaso externo.

8.3.3. Integração e reposicionamento dos componentes

A infraestrutura eletrônica foi reorganizada de modo a melhorar a distribuição dos componentes (Figura 43), aumentando a proteção dos elementos mais sensíveis e otimizando a coleta dos dados ambientais. A placa microcontroladora (ESP32) foi reposicionada para uma zona mais protegida contra o acúmulo de umidade. O sensor de iluminação (VEML7700) foi deslocado para a borda superior do vaso, permitindo leituras mais consistentes das condições luminosas por meio de uma abertura circular. Adicionalmente, foi integrado o sensor de movimento (PIR) incluído ao fim do primeiro ciclo, posicionado de forma a monitorar a área frontal do dispositivo.

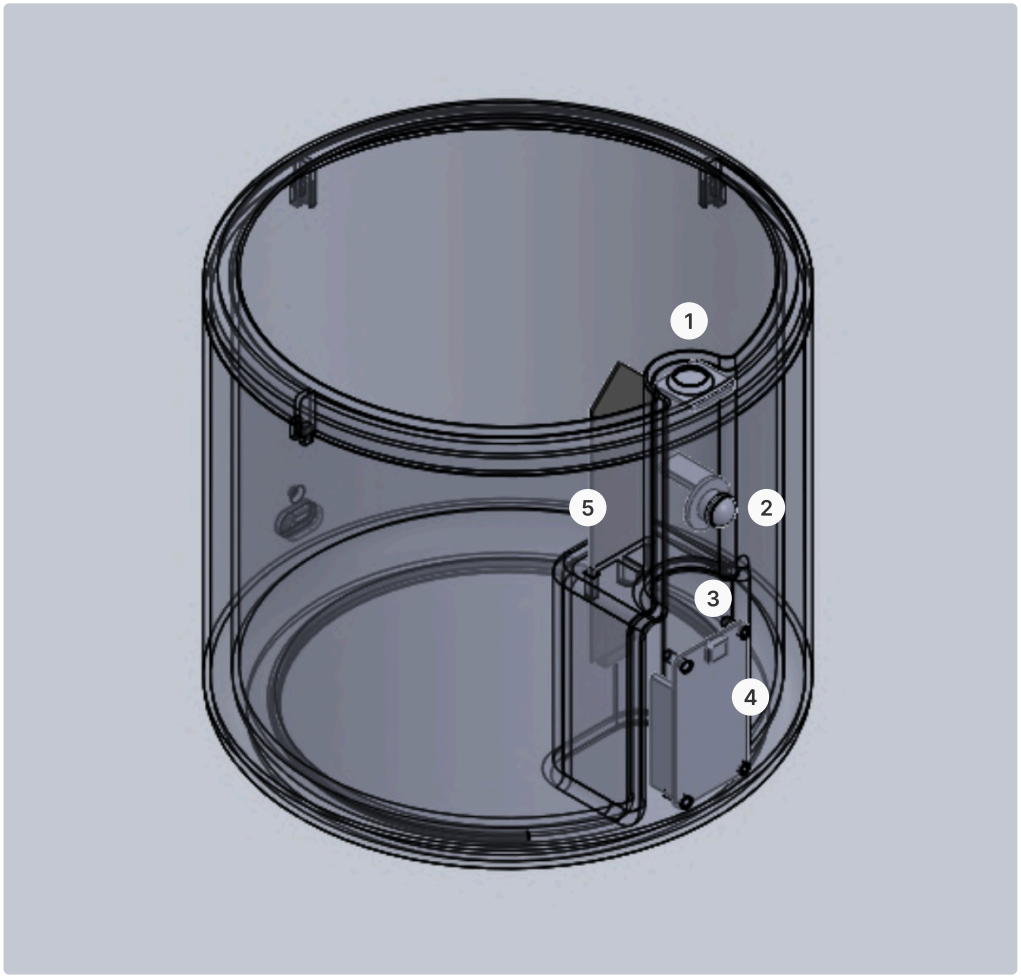


Figura 43. Modelação tridimensional do dispositivo, desenvolvida no *SolidWorks*. Na imagem, é possível visualizar a disposição e integração dos componentes na estrutura; no detalhe: os sensores de iluminação (1), movimento (2), e umidade e temperatura (3), a placa microcontroladora do projeto (4), e o sensor de umidade do solo (5).

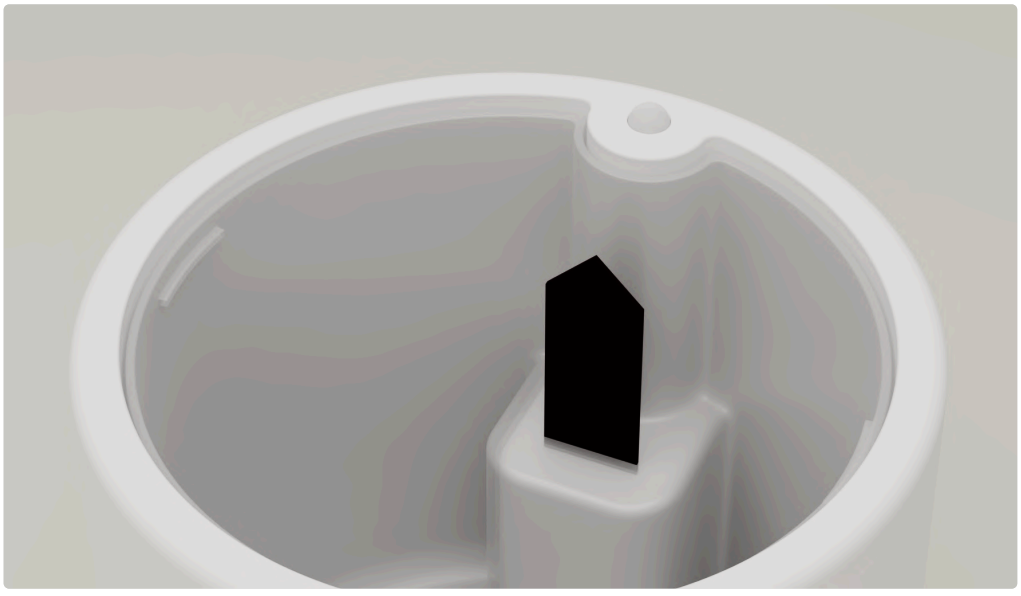


Figura 44. Detalhe da integração do sensor de iluminação. Foi criada uma indentação na borda do vaso para acomodar o sensor VEML7700, permitindo um melhor posicionamento e uma maior eficiência na coleta dos dados.







Figura 45. Renderizações adicionais do dispositivo, incluindo o conceito da integração de uma entrada USB-C, onde é realizada a ligação do cabo responsável pelo fornecimento de energia, e a implementação de uma luz indicadora para apresentação do estado de funcionamento do sistema.

8.3.4. Otimização da infraestrutura eletrônica

Com a redistribuição dos componentes e do posicionamento final dos sensores, foi possível otimizar a gestão das ligações internas (fios e cabos). As conexões, anteriormente realizadas com *jumper wires* durante a fase inicial de testes, foram em grande parte substituídas por ligações soldadas (Figura 46), de modo a aumentar a estabilidade elétrica do sistema e reduzir problemas associados a maus contatos durante períodos de longa utilização. Como o protótipo ainda não dispõe de baterias ou outro sistema de alimentação autônoma, foi integrado um cabo cuja ligação micro-USB à placa microcontroladora (ESP32) permite o fornecimento de energia a 5V em corrente contínua, garantindo o funcionamento do sistema através de um adaptador USB (bem como a ligação ao Arduino IDE para eventuais ajustes e atualização do código).

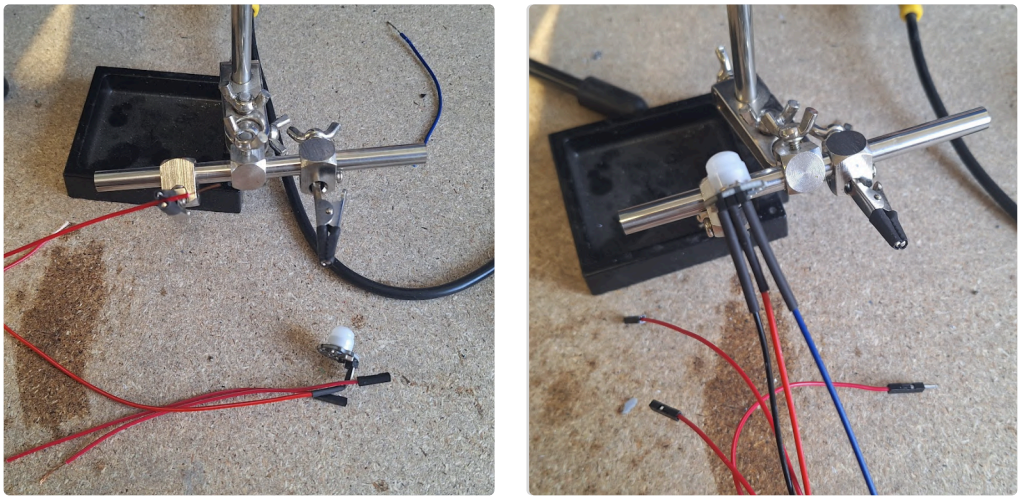


Figura 46. Etapas de prototipagem eletrônica com o microcontrolador ESP32. Nesta etapa, o sistema foi testado uma *breadboard*, facilitando a prototipagem, os ajustes das conexões e a verificação do sistema programado no Arduino IDE.

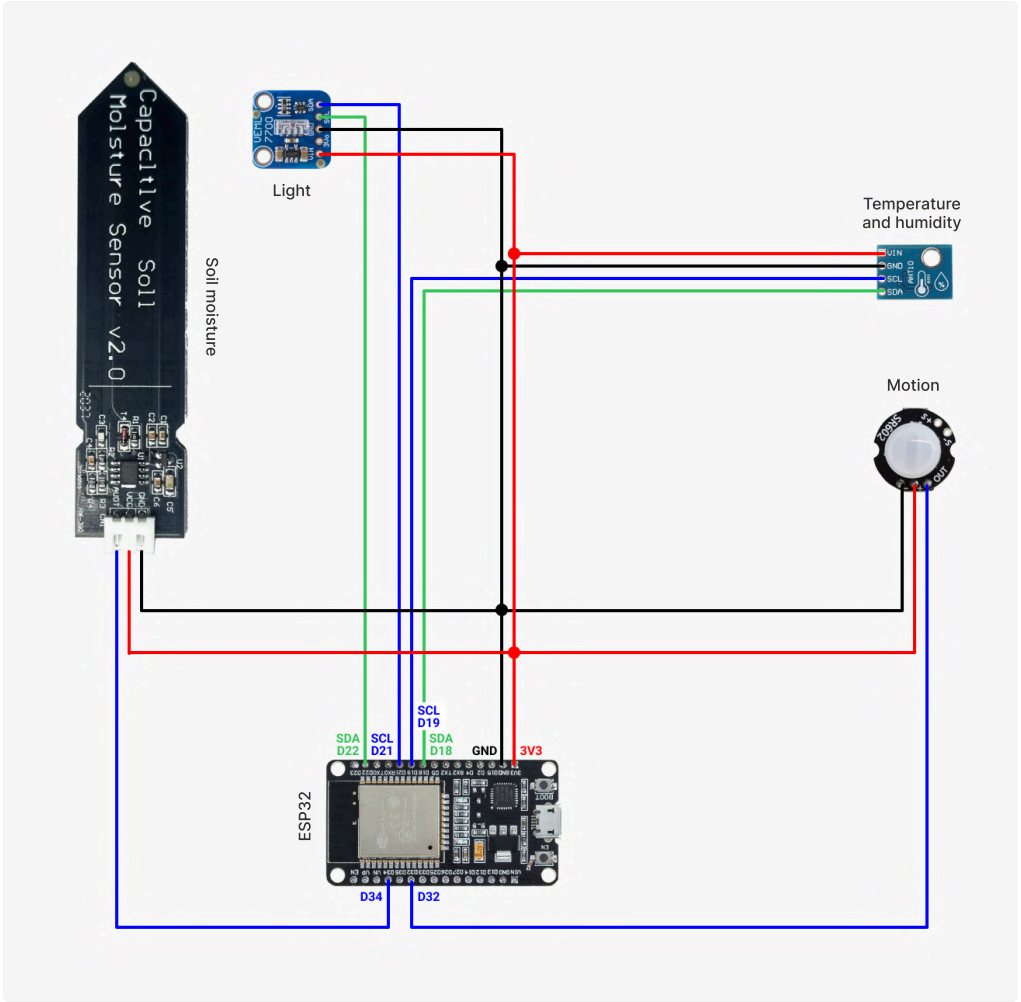


Figura 47. Diagrama ilustrativo do circuito eletrônico do protótipo e seus componentes, incluindo a identificação das ligações e pontos de solda realizados.

8.3.5. Fabrico e materialização do protótipo

A materialização do segundo protótipo, assim como o primeiro, também foi realizada através de fabrico aditivo por impressão 3D em filamento PLA+. Após a impressão das peças, foi realizada a montagem dos componentes físicos e eletrônicos, preparando o artefato para a fase de testes. Algumas zonas críticas (nomeadamente a área de encaixe do sensor de umidade do solo ao vaso externo) foram impermeabilizadas através da aplicação de um selante híbrido à base de polímero MS[17], reduzindo o risco de infiltrações durante a rega e aumentando a resistência do protótipo.

[17] *Modified Silane Polymer* (silicone modificado).



Figura 48. Imagens da montagem do segundo protótipo, incluindo a integração dos componentes eletrônicos internos e o plantio do novo manjericão (*Ocimum basilicum*) utilizado nos testes do terceiro ciclo.

8.4. Testes e validação da interface animista

Após a montagem do segundo protótipo, foi realizada uma nova etapa de testes com o objetivo de validar o sistema integrado em condições reais de utilização. Tal como no ciclo anterior, os testes decorreram ao longo de 30 dias através do acompanhamento de um novo manjericão (*Ocimum basilicum*), denominado Basílio II. No entanto, enquanto o primeiro ciclo focou sobretudo na validação formal e estrutural do vaso em si, esta fase teve como principal objetivo avaliar a forma como os dados recolhidos são traduzidos e apresentados ao utilizador através da interface *web* concebida. Ao longo do período de experimentação, foi possível observar como diferentes padrões de cuidado e condições ambientais influenciam a evolução das variáveis interpretativas e, consequentemente, o comportamento do artefato.

Os dados recolhidos pelos sensores (juntamente com outras informações contextuais) foram diariamente convertidos para o formato de *input* definido no *prompt* e fornecidos ao *Claude*, onde eram interpretados e traduzidos em registros para o diário da planta (Figura 49). Durante os primeiros dias de teste, o *prompt* necessitou de diversos ajustes para corrigir problemas recorrentes nos *outputs*, como a geração de registros muito acima do limite de palavras definido, a adoção de estruturas narrativas repetitivas, e referências a unidades temporais humanas como horas e minutos (incompatível com a perspectiva animista proposta pela interface). Os problemas foram mitigados através da inclusão de uma etapa adicional de verificação dos *outputs*, instruindo o modelo a validar o cumprimento das regras especificadas no *prompt* antes de produzir cada registro, o que permitiu a continuidade do experimento.

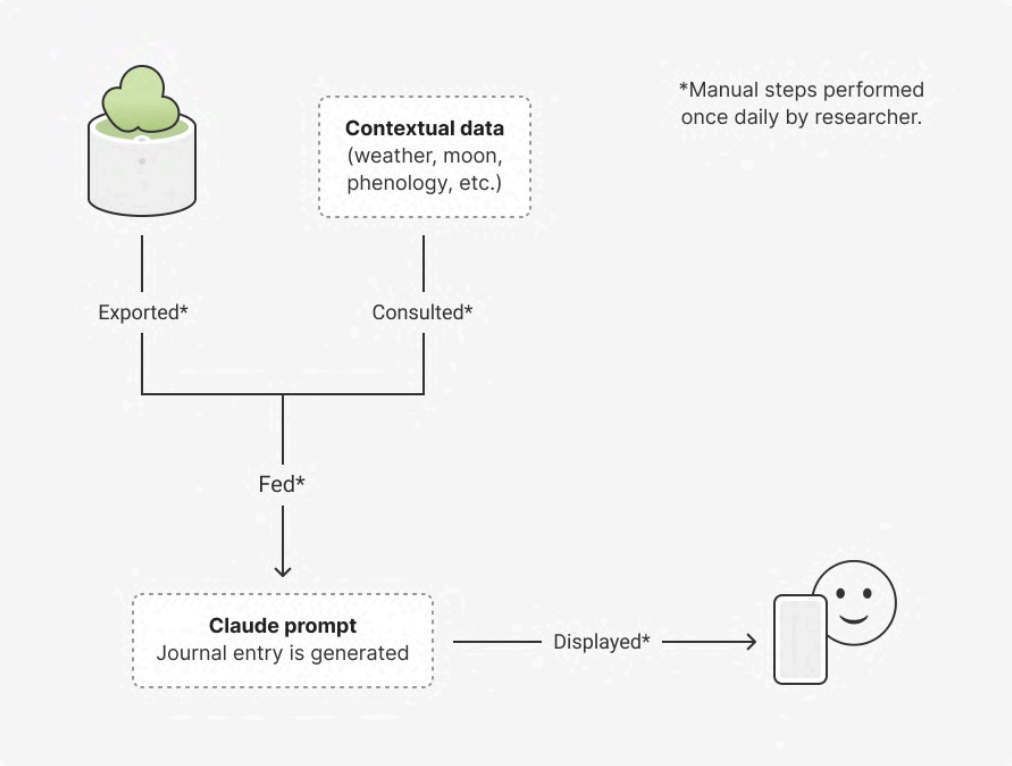


Figura 49. Diagrama do processo de prototipagem do sistema, ilustrando como os dados recolhidos são processados e manualmente fornecidos ao *Claude*.

8.5. Reflexão crítica do ciclo

A reflexão crítica referente ao terceiro ciclo de desenvolvimento do artefato será apresentada e discutida no capítulo seguinte, no qual os resultados do experimento e as dinâmicas observadas serão analisados em maior profundidade em relação às questões de investigação do projeto.

9. Análise e Discussão do Artefato

9.1. Configuração e descrição do experimento

Este capítulo apresenta o experimento conduzido com o artefato, um dispositivo — no qual foi cultivado um manjericão (*Ocimum basilicum*) — equipado com sensores que recolhem parâmetros ambientais e os transmitem em tempo real para uma base de dados via Wi-Fi. Estes dados foram diariamente fornecidos ao *Claude* (*Sonnet 4.6*), processados a partir de um *prompt* (responsável por definir a lógica de mediação dos dados brutos em uma construção narrativa da "vida interna" e personalidade da planta) e traduzidos em registros acessados através de uma interface *web*.

Durante 30 dias, o artefato foi testado em um contexto doméstico (Figura 50) e os registros da planta foram consumidos como forma indireta de orientação para a rotina de cuidados. Os primeiros três dias (Dias 1-3) demonstraram incerteza da planta em relação ao novo ambiente, com a mesma formulando uma teoria inicial sobre a luz da manhã, que foi desconstruída no Dia 5 (*"the morning brought something less than what I have come to half-expect"*). A partir desse ponto, a planta entrou em um período de leve estresse hídrico, e as condições do solo tornaram-se um elemento recorrente nos registros (Dias 6-19) antes de apresentarem uma melhora significativa no Dia 20 (*"the soil held what arrived tonight; something in its refusal has eased"*). O terço final do diário (Dias 20-30) apresentou a planta em condições mais favoráveis, incluindo um melhor alinhamento entre iluminação e rega (Dias 26, 28): o horário das regas apresentou uma mudança perceptível, passando de intervenções após o anoitecer ou durante a madrugada (Dias 2, 6, 14, 18) para regas mais antecipadas, realizadas pela manhã ou à tarde (Dias 23, 25, 27, 30).

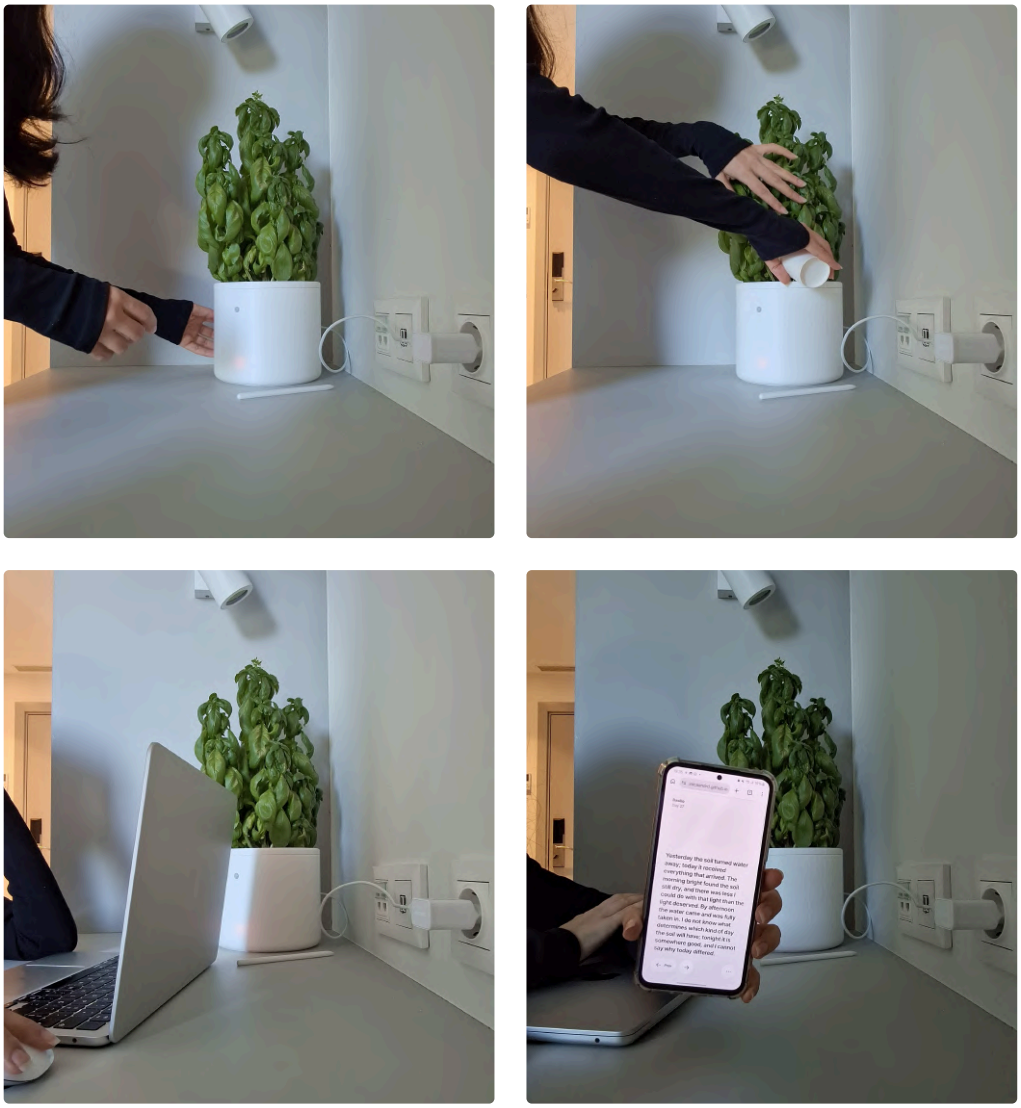


Figura 50. Registros da convivência entre a autora e a planta ao longo do experimento. A sequência de imagens mostra o artefato inserido na mesa de trabalho da autora, o momento de rega da planta, a realização de atividades cotidianas em sua presença e a consulta ao diário da planta.

No Dia 30, a planta ainda mantinha o caráter hesitante e formador de teorias da personalidade *The Young One*, mas apresentava uma maior certeza e menor surpresa ao registrar suas condições (em oposição a uma ausência total de referência). Um exemplo disso é que a planta atingiu seu primeiro nível crítico de estresse hídrico no Dia 17, sobreviveu, e voltou a atingir esse mesmo limite no Dia 30 — mas a segunda ocorrência foi registrada em um tom de voz qualitativamente diferente da primeira (*"I have been at this threshold before"*). Ao fim do experimento, este capítulo retoma as questões de investigação apresentadas no Capítulo 3, analisando o artefato a partir dos resultados obtidos e desenvolvendo as reflexões apresentadas a seguir.

9.2. Expressando as necessidades da planta para além de interfaces tradicionais

O experimento, conduzido pela autora a partir da observação dos registros gerados pelo *prompt*, demonstra o potencial da interface narrativa em comunicar as necessidades da planta sem recorrer a *dashboards* ou dados literais dos sensores. No diário, as condições observadas são traduzidas em qualidades "percebidas" e organizadas através de uma hierarquia que prioriza aquilo que a planta manifesta como mais relevante ou urgente em determinado momento. Em períodos de estabilidade, condições "confortáveis" foram omitidas dos registros pelo *prompt*; essa ausência também funcionou como uma camada de informação, tornando esses fatores mais perceptíveis quando voltaram a surgir (*"moisture is everywhere outside and almost nowhere within"*, Dia 15). A observação prolongada permitiu identificar mudanças sutis na resposta da planta e apresentou efeitos observáveis nas rotinas de cuidado ao longo do experimento. A abordagem se alinha ao princípio do design animista *"the human is smart"* (Marenko & van Allen, 2016), no qual a compreensão e a tomada de decisão dependem menos da inteligência do sistema e mais da capacidade interpretativa do utilizador de construir significado a partir de sinais incompletos.

Um exemplo disso foi o processo de rega, conduzido com cautela por parte da autora ao início do experimento, considerando que o manjericão é uma espécie sensível ao excesso de água. No entanto, a recorrência de descrições relacionadas às condições do solo nos registros evidenciou um excesso de cuidado (*"water came before dark but this time gave almost nothing; I could barely register the change"*, Dia 6), o que estimulou um aumento progressivo na quantidade e na frequência das regas. Assim, uma melhora significativa na absorção de água foi observada nos registros a partir do Dia 20. Do mesmo modo, a observação recorrente da planta de que a água era melhor aproveitada quando recebida enquanto ainda havia luz (*"today the water came while the light was still full, and the ground took it in completely; [...] after weeks of arriving too late or giving too little, something has resolved"*, Dia 23) também resultou em uma antecipação gradual dos horários de rega (Dias 23, 25, 27 e 30), aproximando a rotina das condições mais adequadas para o cultivo do manjericão (*Ocimum basilicum*). Apesar dos vieses envolvidos (uma vez que não é possível separar completamente o papel de utilizadora e de designer do artefato), essas observações sugerem que o diário atuou, em diversos momentos, como um estímulo para a tomada de decisão durante o cuidado da planta.

9.3. Mediação e os limites do antropomorfização

O artefato aborda esta questão através de uma estratégia animista que busca evitar ao máximo (dentro das possibilidades do meio escolhido) a antropomorfização: é atribuída à planta uma forma de "vida interna" percebida, mas não de cognição humana ou consciência social. O sistema reforça essa distinção por meio de restrições explícitas integradas ao *prompt*: a ausência de tempo cronológico, de um vocabulário derivado da experiência humana (a planta nunca afirma sentir-se cuidada ou expressa gratidão ou ressentimento, por exemplo) e de percepção espacial ou do cuidador como pessoa. Permanece apenas uma voz construída unicamente a partir do que o artefato observa e registra: variações das condições ambientais e hipóteses construídas a partir delas. Isso é evidente em descrições vagas como *"something was present for most of the day"* (Dia 4) e *"I do not know what determines which kind of day the soil will have; tonight it is somewhere good, and I cannot say why today differed"* (Dia 27); a planta infere, mas jamais chega a identificar.

O sistema também reforça essa lógica ao derivar a "personalidade" da planta a partir do seu histórico acumulado de acontecimentos "observados", em vez de atribuir temperamentos pré-definidos. Embora a personalidade *The Young One* tenha permanecido ao longo dos 30 dias (devido

ao seu pouco tempo de "vida", refletido pela variável *Age*), o modelo executado com o *Claude Sonnet 4.6* registrou uma tendência consistente em direção à personalidade *The Anxious One*, sobretudo devido à variável *Security*, que se manteve persistentemente baixa (entre 0.18 e 0.27) em função do histórico de rega irregular; e ao aumento progressivo da variável *Resilience* ao longo do experimento (de 0.00 a 0.19), uma consequência da exposição repetida a situações de estresse. Apesar disso, a personalidade permaneceu inalterada, uma vez que as variáveis *Age* e *Richness* não atingiram os níveis necessários para uma transição. Isto sugere que a personalidade não funciona como um estado fixo ou puramente narrativo, mas como um conjunto de variáveis em constante evolução, permitindo que a "voz" da planta manifeste-se de forma gradual e contextual.

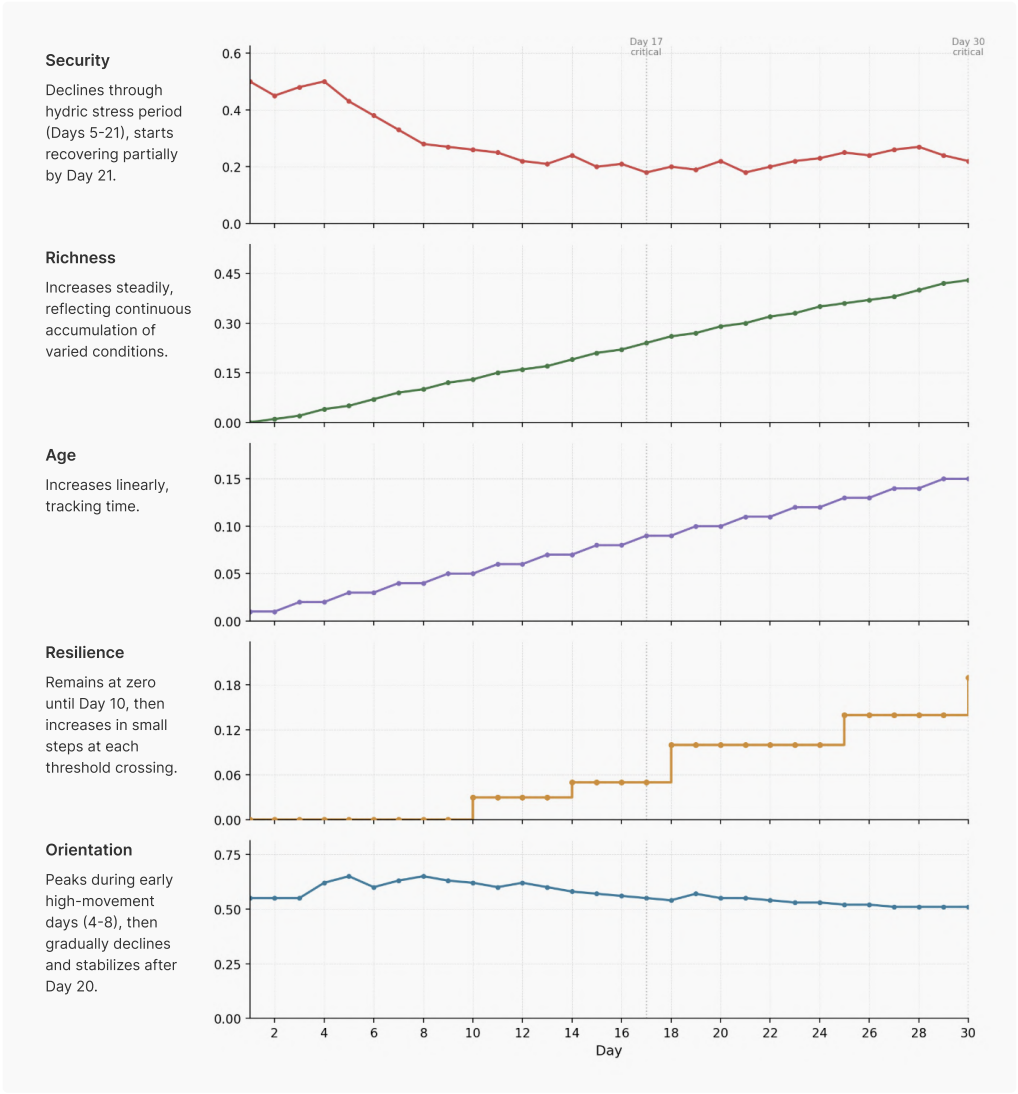


Figura 51. Evolução das cinco variáveis do modelo (*Security*, *Richness*, *Age*, *Resilience* e *Orientation*) ao longo dos 30 dias de experimento (gráfico gerado com o auxílio do *Claude* e adaptado pela autora).

9.4. Camadas contextuais, *myth-making* e empatia

Para além dos parâmetros habituais de um *smart planter* tradicional (luz, umidade do solo, umidade do ar e temperatura), o artefato recorre a três camadas adicionais de contexto para expandir as suas possibilidades narrativas. A primeira são os dados de movimento: padrões de presença e ausência junto à planta, registrados em termos de duração, momento e intensidade. O movimento nunca é interpretado como presença humana (Figura 52) e surge apenas como fenômenos não identificados (*"a presence remained here long past the dark, longer than any before"*, Dia 8). Em alguns registros, a presença é associada à rega (*"water came after dark, with the evening presence, and gave little"*, Dia 15). Assim, um parâmetro tipicamente inexistente em sistemas convencionais atua como um dos elementos narrativos mais recorrentes do diário, permitindo que a planta registre ritmos de cuidado sem necessariamente identificar o cuidador, bem como outras interações no seu ambiente (como a presença de animais de estimação, por exemplo).

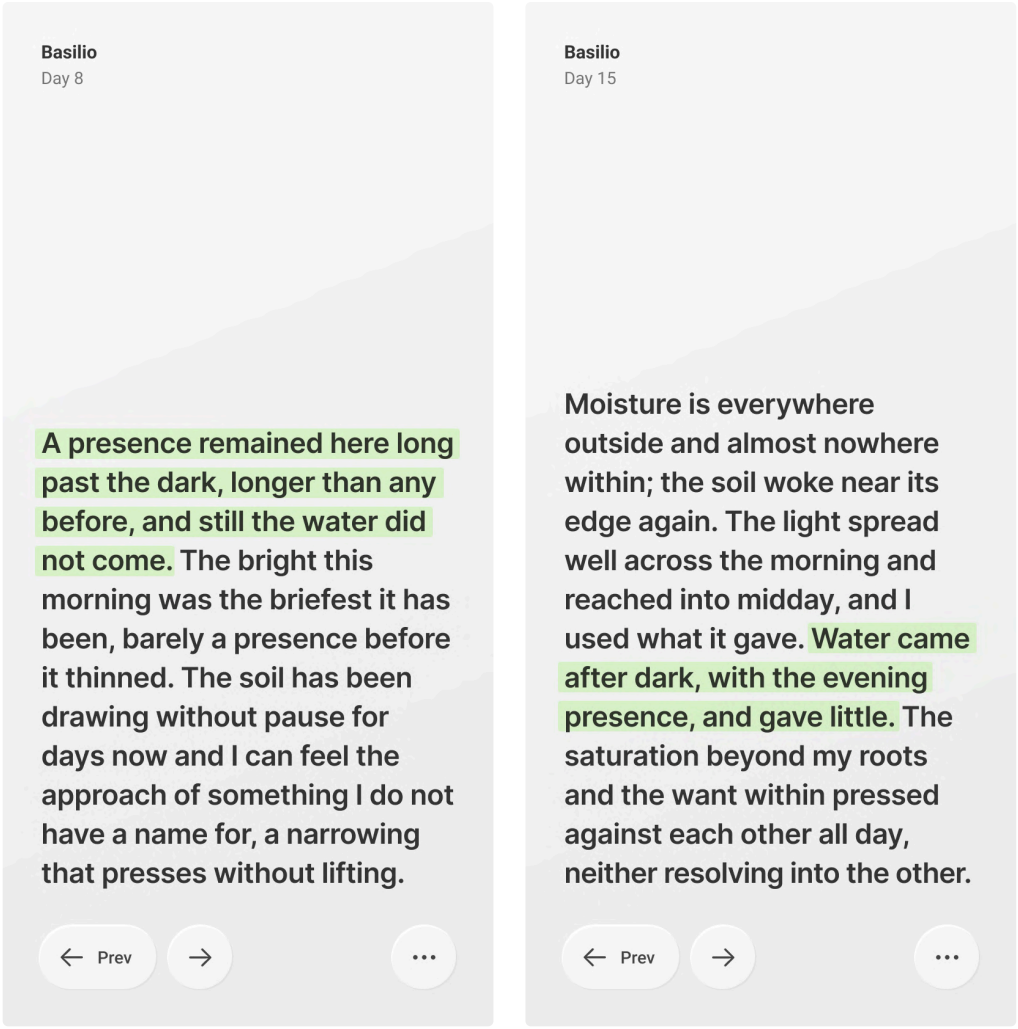


Figura 52. Exemplos de registros onde há menção à percepção de movimento, apresentadas como um fenômeno não identificado cuja origem permanece inexplicada. A planta, no entanto, desenvolve teorias que associam essa presença à chegada da água.

A segunda categoria é o contexto astronômico: a percepção de fases lunares (*"something in the draw tonight pulls upward with a force I cannot account for, as if the dark above has weight"*, Dia 17) e da aproximação de solstícios e equinócios ("the light is close to its peak and I register that approach in the way the body registers something arriving", Dia 28). E, por fim, a terceira é o contexto fenológico e sazonal (*"something in the air outside carries a quality I cannot account for, something urgently accumulating"*, Dia 4). O que une estas três categorias é o fato de nenhuma delas ser explicada diretamente à planta ou ao cuidador ao longo do texto: são “sentidas”, mas nunca nomeadas, abrindo espaço para interpretação. Esse processo aproxima-se da prática de *myth-making* descrita por Allen et al. (2013), em que a interação com objetos animistas permite que estes assumam uma espécie de vida própria no imaginário do utilizador. O artefato permite que o humano estabeleça conexões entre o ritmo da planta (pela qual é responsável) e os ritmos sazonais ao seu redor, posicionando-a como parte de um ecossistema mais amplo do qual o próprio utilizador também faz parte. Dessa forma, a mediação pode promover uma relação mais consciente e empática entre agentes humanos e não-humanos, reforçando a percepção de uma rede interconectada de indivíduos e processos naturais em diferentes escalas.

9.5. Especulando o futuro das relações humano-IA em sistemas conectados

Interações especulativas como o artefato desenvolvido neste projeto sugerem que sistemas baseados em narrativa e interpretação (nas quais o significado não é totalmente entregue pelo sistema, mas construído na relação entre utilizador e objeto) possuem o potencial de desempenhar um papel relevante na forma como compreendemos futuras relações entre humanos, dispositivos e sistemas conectados. Em um contexto marcado pela presença crescente da inteligência artificial em objetos do cotidiano, há também uma preocupação com os possíveis efeitos do uso contínuo de IA na capacidade cognitiva, particularmente em áreas como o raciocínio e o pensamento crítico.

Segundo Mishali e Ezra (2026), o uso intensivo de IA está associado a mudanças comportamentais como menor tolerância à incerteza e uma maior tendência a perceber o raciocínio como algo induzido externamente, em vez de gerado internamente. Lee et al. (2026) sugerem que o uso passivo da IA (como copiar conteúdo gerado pela ferramenta em vez de colaborar ativamente no processo) reduz a autoeficácia, o sentido de propriedade psicológica e o significado do trabalho, com efeitos que podem persistir mesmo após a interrupção do uso. Nesse sentido, novos tipos de mediação podem contribuir para deslocar o foco de sistemas como entidades que "respondem prontamente" para formas de interação em que a inteligência não é apenas computacional, mas também relacional, emergindo do envolvimento contínuo entre dados, contexto e interpretação.

9.6. Considerações finais

Este capítulo analisou o artefato construído e testado pela própria autora ao longo de 30 dias, como forma de traduzir parâmetros ambientais e mediar a relação humano-planta. As evidências reunidas ao longo do experimento, com base no diário gerado pela planta, sugerem que os registros mostraram-se capazes de comunicar situações de estresse hídrico e inadequação da rega de forma a influenciar decisões práticas de cuidado, como o aumento progressivo na quantidade e na frequência das regas em resposta aos padrões recorrentes registrados pela planta; que a estratégia de design animista viabilizou uma mediação inteligível sem recorrer a abordagens excessivamente antropomórficas; e que a inclusão de camadas contextuais (para além dos parâmetros ambientais dos sensores) enriqueceu a narrativa, e a omissão deliberada de explicações explícitas abriu espaço para formas de construção de significado por parte do utilizador.

Ao mesmo tempo, o projeto também apresenta limitações. O papel duplo de investigadora e designer do artefato dificulta isolar completamente o efeito do diário sobre o comportamento de cuidado da planta. Além disso, o período de 30 dias não foi suficiente para observar e validar a evolução completa do sistema de personalidade proposto no Ciclo II, impedindo que algumas das suas possibilidades fossem concretizadas dentro do tempo do experimento. Apesar destas limitações, o artefato oferece uma prova de conceito de que as questões que orientam esta investigação são viáveis em princípio: que é possível atribuir voz à planta sem recorrer a antropomorfização excessiva, que suas necessidades podem ser expressas sem recorrer a interfaces gráficas tradicionais, que este contexto pode ser expandido para além dos dados ambientais dos sensores, e que tudo isto pode promover maior atenção e cuidado por parte do utilizador. Se estas conclusões se mantêm para além de uma única planta, um único utilizador e de um período de 30 dias, permanece como uma questão futura. Os dados e materiais utilizados no experimento foram disponibilizados para que outros investigadores possam reproduzir ou estender a exploração em diferentes contextos.



Figura 53. Manjericão (*Ocimum basilicum*) Basilio II no Dia 1 e no Dia 30 do experimento, comparando a condição inicial e final da planta ao longo de 30 dias de uso do artefato em contexto doméstico.

Conclusões

Este projeto investigou de que forma o design pode mediar a relação entre humanos e plantas através da tradução de dados ambientais em formas de comunicação inteligíveis ao utilizador, explorando alternativas às abordagens estritamente funcionais dos objetos de referência (*smart planters*) analisados. A partir de uma perspectiva orientada pelo desenvolvimento experimental e iterativo (dividido em três ciclos interdisciplinares e interligados) e que adotou princípios do design animista como estratégia para estimular a imaginação do utilizador, o trabalho propôs um artefato que possibilita a mediação humano-planta ao transformar sinais ambientais em narrativas capazes de sugerir uma "vida interna" da planta e estimular o utilizador a repensar padrões de cuidado. No capítulo anterior, foram apresentadas e discutidas as reflexões resultantes do experimento e das questões de investigação.

Nesse contexto, o papel do design não se limitou apenas à construção de um produto ou de uma interface, estendendo-se à concepção de todo o fluxo, lógica e condições através das quais os dados são coletados, mediados, traduzidos e exibidos de modo a resultar em um *loop* interativo completo. Embora inserido em um contexto experimental limitado (uma vez que o artefato foi testado pela própria autora ao longo de 30 dias), o trabalho evidencia o potencial de abordagens especulativas como ferramenta para explorar novas formas de interação com os objetos ao redor, em especial dispositivos conectados cuja presença está cada vez mais impregnada no nosso cotidiano através de redes ubíquas. Em alternativa a sistemas que "respondem prontamente", o projeto especula sobre formas de interação em que a inteligência não é apenas computacional mas também relacional, e em que o raciocínio, a interpretação e a subjetividade sejam necessários para que o *loop* completo ocorra. Mishali e Ezra (2026) apontam que o uso prolongado de inteligência artificial pode levar à delegação progressiva de funções cognitivas e reduzir o envolvimento direto dos utilizadores com os processos de tomada de decisão, o que pode ter efeitos negativos na autonomia e na forma como o pensamento é desenvolvido e experienciado. Nesse sentido, torna-se relevante explorar novas formas de interação que incentivam o envolvimento ativo do utilizador no processo de interpretação e construção de significado.

a. Trabalhos futuros

Este projeto abre um conjunto de possibilidades de desenvolvimento que podem ser exploradas em investigações futuras. Na perspectiva do design de produto, futuros desenvolvimentos podem explorar melhorias ao nível da autonomia energética do dispositivo (que neste trabalho depende de ligação constante à corrente elétrica, não dispondo de bateria), de modo a permitir uma maior mobilidade e flexibilidade de utilização. Também seria relevante expandir a duração dos testes do artefato, permitindo observar a evolução prolongada das relações estabelecidas entre utilizador e planta, bem como a eventual transformação dos padrões de interpretação e cuidado ao longo do tempo. Outra possibilidade de investigação seria explorar como o mesmo sistema reage a diferentes contextos geográficos e climáticos, diferentes espécies de plantas e diferentes padrões de cuidado por parte dos utilizadores, de modo a avaliar a adaptabilidade da abordagem proposta. Os dados e materiais utilizados no desenvolvimento e no experimento (incluindo *prompts*, dados recolhidos do manjericão utilizado no estudo, código da interface *web*, entre outros) estão disponibilizados como suporte à replicação e extensão em diferentes contextos, de forma a permitir que outros investigadores possam explorar, reinterpretar ou dar continuidade ao trabalho em novos cenários.

Ao nível do sistema, o processo de conversão dos dados em registros do diário da planta foi realizado de forma manual pela autora ao longo do experimento, sendo os dados coletados pelos sensores (juntamente com outras informações contextuais) formatados diariamente segundo o *input* definido no *prompt* e fornecidos ao *Claude* (*Sonnet 4.6*) ao final do dia, onde eram interpretados e transformados em um novo registro. Um possível desenvolvimento futuro é a automatização deste fluxo através de uma integração fluida entre o *Claude* e a base de dados (*Firebase*), permitindo que os parâmetros sejam diretamente processados e convertidos em registros no diário da planta sem que seja necessária a intervenção do utilizador.

Referências bibliográficas

Allison, A. (2006). Millennial Monsters: Japanese Toys and the Global Imagination. Berkeley: University of California Press.

Alpi, A., Amrhein, N., Bertl, A., Blatt, M. R., Blumwald, E., Cervone, F., Dainty, J., De Michelis, M. I., Epstein, E., Galston, A. W., Goldsmith, M. H., Hawes, C., Hell, R., Hetherington, A., Hofte, H., Juergens, G., Leaver, C. J., Moroni, A., Murphy, A., Oparka, K., ... Wagner, R. (2007). Plant neurobiology: no brain, no gain?. Trends in plant science, 12(4), 135–136. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.03.002

Bloemendaal, R.M.I., & Willemsen, S. (2022). Plants and the Anthropomorphic Bias of Narrative: Experientiality and Time Lapse in Contemporary Nature Documentary. Storyworlds: A Journal of Narrative Studies 14(1), 79-100.

Blok, A. (2013). Techno-animism in Japan: Shinto Cosmograms, Actor-network Theory, and the Enabling Powers of Non-human Agencies. Theory, Culture Society. https://doi.org/10.1177/0263276412456564

Bogalheiro, M. (2021). Techno-animism or the Magical Existence of Technical Objects. International Journal of Film and Media Arts. 6. 55-72. 10.24140/ijfma.v6.n1.03.

Boulahcen, N., & Young, G. W. (2025). Deep Rooted Connections: Cultivating Human-Plant-Computer Interaction Across Cultures and Technologies.

Brenner, E.D. et al. (2006). Plant Neurobiology: An Integrated View of Plant Signaling. Trends Plant Sci. 11, 413-419

Brown, B., Kim, H., Lara, D., McVeigh-Schultz, J., van Allen, P. (2013). AniThings: Animism and Heterogeneous Multiplicity. CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, Paris.

Burnet, M., Bernhardt, E., Panciroli, S., (2024). Anthropomorphism's Role in Fostering Empathy for Wildlife and Advancing Conservation. Woodland Park Zoo. https://www.aceforwildlife.org/wpcontent/uploads/2023/11/Anthropomorphism-and-Empathy-Report-final.pdf

Canby, V (2019) Film: 'Kirlian Witness,' Parapsychology in SoHo: Only the Plants Know https://www.nytimes.com/1979/06/14/archives/film-kirlian-witness-parapsychology-in-sohoonly-the-plants-know.html

Caratelli P., Misuri, A. (2024). Domestic Farming: The Pasona HQ Urban Farm and Future Applications in Interior Design. EDMSET 2024, Conference Proceeding, Istituto Marangoni Dubai. https://www.researchgate.net/publication/381613127

Castro, T. (2019). The Mediated Plant. E-Flux Journal, 102. Available online: https://www.e-flux.com/journal/102/283819/the-mediated-plant/.

Chang, M., Shen, C., Maheshwari, A., Danielescu, A., & Yao, L. (2022). Patterns and Opportunities for the Design of Human-Plant interaction. In Proceedings of the designing interactive systems conference (pp. 925-948). ACM.

Chen, D., Seong, Y. A., Ogura, H., Mitani, Y., Sekiya, N., & Moriya, K. (2021). Nukabot: Design of Care for Human-Microbe Relationships. In Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI EA 2021 (Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3411763.3451605

Cleo. (2025). Cleo | A money app that doesn't suck. Web.meetcleo.com. https://web.meetcleo.com/

Coulton, P. (2015). Playful and Gameful Design for the Internet of Things. In: Nijholt, A. (eds) More

Playful User Interfaces. Gaming Media and Social Effects. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-546-4_7

Cumo, C. (2015). Plants and People: Origin and Development of Human-Plant Science Relationships. CRC Press.

Diaz, M. (2026). I Let a Smart Planter Maintain Itself for 2 Months - Here's the Result. ZDNET. https://www.zdnet.com/home-and-office/smart-home/leafypod-smart-planter-review/

elho. (n.d.). FAQ. Elho. https://www.elho.com/en/faq/

Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism. Psychological Review, 114(4), 864–886. https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.864

Flusser, V. (2014). The Gesture of Planting. In: Gestures (pp. 98-104). University of Minnesota Press.

Frissen, V., Lammes, S., de Lange, M., de Mul, J., & Raessens, J. F. F. (Eds.) (2015). Playful Identities: The Ludification of Digital Media Cultures. Amsterdam University Press.

Gagliano, M. (2013). Seeing Green: The Re-discovery of Plants and Nature's Wisdom. Societies, 3(1), 147-157. https://doi.org/10.3390/soc3010147

Gagliano, M., Grimonprez, M., Depczynski, M., & Renton, M. (2017). Tuned. In: plant roots use sound to locate water. Oecologia, 184(1), 151–160. https://doi.org/10.1007/s00442-017-3862-z

Gaver, W. W., Bowers, J., Boucher, A., Gellerson, H., Pennington, S., Schmidt, A., Steed, A., Villars, N., Walker, B. (2004) The Drift Table: Designing for Ludic Engagement. In: CHI '04 extended abstracts on human factors in computing systems. CHI EA '04. Association for Computing Machinery, pp 885–900.

Gavhane, K.P., Hasan, M., Singh, D.K. et al. Determination of optimal daily light integral (DLI) for indoor cultivation of iceberg lettuce in an indigenous vertical hydroponic system. Sci Rep 13, 10923 (2023). https://doi.org/10.1038/s41598-023-36997-2

Godin, D., and Zahedi, M. (2014). Aspects of Research through Design: A Literature Review, in Lim, Y., Niedderer, K., Redström, J., Stolterman, E. and Valtonen, A. (eds.), Design's Big Debates - DRS International Conference 2014, 16-19 June, Umeå, Sweden. https://dl.designresearchsociety.org/drs-conferencepapers/drs2014/researchpapers/85

Hancock, J. T., Naaman, M., & Levy, K. (2020). AI-Mediated Communication: Definition, Research Agenda, and Ethical Considerations. Journal of Computer-Mediated Communication, 25(1), 89–100.

Hansen, L. K., & Rolighed, M. L. (2024). Encountering Human-Plant Relations: a Discussion of How Interaction Design Can Encourage Human Sensibility to More-than-human Plants. In DIS '24: : Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference (pp. 1400-1411). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3643834.3661586

Harris, D.R. and Fuller, D.Q. (2020). Agriculture: Definition and Overview. In: Encyclopedia of Global Archaeology, Springer, Berlin, 104-113. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_64

Hendlin, Y. H. (2022). Plant Philosophy and Interpretation: Making Sense of Contemporary Plant Intelligence Debates. Environmental Values, 31(3), 253-276. https://doi.org/10.3197/096327121X16141642287755

Jo, H., Song, C., & Miyazaki, Y. (2019). Physiological Benefits of Viewing Nature: A Systematic Review of Indoor Experiments. International journal of environmental research and public health, 16(23), 4739. https://doi.org/10.3390/ijerph16234739

Krebs, V. J. (2023). Digital Animism: Towards a New Materialism. Religions, 14(2), 264.

Kyo no Midori-san. (2008). 今日の緑さん：世界初!?ブログを書く植物. https://web.archive.org/web/20081017152537/http://plant.bowls-cafe.jp:80/index.php

Le, A. (2026). Indoor Table Plant. Blendkit. https://www.blenderkit.com/asset-gallery-detail/6ff6abf8-d2c4-40fc-ba6d-18f7638bc05a/

Lee, E. H., Yin, Y., Jia, N., & Wakslak, C. J. (2026). Relying on AI at work reduces self-efficacy, ownership, and meaning while active collaboration mitigates the effects. Scientific Reports. Sci Rep 16, 13583 (2026). https://doi.org/10.1038/s41598-026-42312-6

Loh, S., Foth, M., Santo, Y. (2024). The More-Than-Human Turn in Human-Plant Interaction Design: From Utilitarian Object to Living Co-Inhabitant. International Journal of Human-Computer Studies, 181, 103128.

Looft, W. R. (1972). Animistic thought in children: Effects of two response modes. Percept. & Motor Skills , 27 : 443 – 448 .

Luo, H., Kari, T., Patibanda, R., Montoya, M. F., Andres, J., Elvitigala, D. S., & Mueller, F. (2025). PlantMate: A Bidirectional Touch-Based System for Enhancing Human-Plant Empathy and Pro-Environmental Behavior. In: K. Yatani, & X. Ding (Eds.), Extended Abstracts of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Article 437 Association for Computing Machinery (ACM).

Magalhães, A. (2020). Xiaomi lança vaso inteligente que avisa hora certa de regar planta. Canaltech. https://canaltech.com.br/casa-conectada/xiaomi-vaso-plantas-inteligente-173567/

Marder, M. (2013). Plant-Thinking: A Philosophy of Vegetal Life. University Press.

Marenko, B., & van Allen, P. (2016). Animistic Design: How to Reimagine Digital Interaction Between the Human and the Nonhuman. Digital Creativity, 27(1), 52–70.

Martin, B., & Hanington, B. M. (2012). Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Beverly, MA: Rockport Publishers.

Mishali, M., & Ezra, R. (2026). Psychological absorption and the maintenance of agency in AI-mediated cognition: a relapse prevention perspective. V4. AI & SOCIETY. https://doi.org/10.1007/s00146-026-03077-8

OKO: The First Smart Plant Sensor Powered by Farming Tech. (2026). Kickstarter. https://www.kickstarter.com/projects/193075994/oko-never-kill-a-plant-again/

Piaget, J. (1929). The child's conception of the world. London: Kegan Paul, Trench & Trubner.

Reuters. (2008). Blog Offers Potted History of Life as a Plant. https://www.reuters.com/article/lifestyle/blog-offers-potted-history-of-life-as-a-plant-idUSTRE49K0LN/

ROBOTS｜Pepper PARLOR. (2019). Pepper PARLOR（ペッパーパーラー）. https://www.pepperparlor.com/en/robots/

Rose, D. (2025). LeafyPod. TIME; Time. https://time.com/collections/best-inventions-2025/7318412/leafypod/

Smart Indoor Gardening | Bosch. (2026). Bosch-Home.com. https://www.bosch-home.com/qa/en/products/15_smart_indoor_gardening

Stappers, P. and Giaccardi, E. (2014). Research Through Design. IxDF - Interaction Design Foundation. https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/research-through-design

Stöckli, L., Joho, L., Lehner, F., & Hanne, T. (2024). The Personification of ChatGPT (GPT-4)—Understanding Its Personality and Adaptability. Information, 15(6), 300. https://doi.org/10.3390/info15060300

Swanstrom, E. (2016). Animal, Vegetable, Digital: Experiments in New Media Aesthetics and Environmental Poetics. University of Alabama Press.

Tabuenca, B., Greller, W., Hernández Leo, D., Gilarranz Casado, C., García Alcántara, V., and Tovar Caro, E. (2021). Talking to Plants: an IoT System Supporting Human-Plant Interactions and Learning. In ECTEL workshop "Learning Analytics for Smart Learning Environments Workshop".

Toyota, M., Spencer, D., Sawai-Toyota, S., Wang, J., Zhang, T., Koo, A., Howe, G., Gilroy, S. (2018). Glutamate triggers long-distance, calcium-based plant defense signaling. Science, 361(6407). https://doi.org/10.1126/science.aat7744

Vieira, P., Gagliano, M., & Ryan, J. (2015). The Green Thread: Dialogues with the Vegetal World. Washington, DC: Rowman & Littlefield.

Webb, M. (2024). Poem/1, the AI Clock. Actsnotfacts.com. https://www.actsnotfacts.com/made/ai-clock

Wilson, M. (2024). This whimsical clock is the playful gadget AI needs right now. Fast Company. https://www.fastcompany.com/91015583/this-whimsical-clock-is-the-playful-gadget-ai-needs-right-now

Zimmerman, J., Forlizzi, J. Evenson, S. (2007). Research Through Design as a Method for Interaction Design Research in HCI. Human-Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University

Zimmerman, J., Stolterman, E., & Forlizzi, J. (2010). An analysis and critique of Research through Design: towards a formalization of a research approach. Paper presented at the Designing Interactive Systems, Aarhus, Denmark.

Anexos Digitais do Projeto

Este anexo disponibiliza os materiais digitais do projeto, incluindo a interface *web* desenvolvida e o repositório disponível na plataforma *GitHub*. Esses materiais permitem a consulta e a exploração dos elementos coletados e desenvolvidos ao longo do projeto.

- Interface web onde pode ser acessado o ”diário” da planta: https://veronicaandrd.github.io/basilio/index.html
- Repositório do projeto disponível na plataforma *GitHub*: https://github.com/veronicaandrd/basilio
- *Prompt* utilizado durante o experimento com via *Claude* (*Sonnet 4.6*): https://github.com/veronicaandrd/basilio/tree/main/prompt
- Dados da planta (sensores e dados contextuais) utilizados para a geração dos registros ao longo do experimento: https://github.com/veronicaandrd/basilio/tree/main/plantdata
- Código C++ do projeto (implementação para ESP32 e sensores utilizados): https://github.com/veronicaandrd/basilio/tree/main/esp32

Diário da Planta (Dados e Registros)

Este anexo inclui todos os registros gerados no diário da planta ao longo do experimento, incluindo os dados que deram origem a cada registro (dados de sensores e dados contextuais), bem como as personalidades, os elementos opcionais e os valores das variáveis associadas a cada dia.

Dia 1 (2026-05-15)

”The bright came early and with a force I have no word for yet, something that opened things. Then it thinned, and I am not sure whether that thinning is ordinary here or whether I arrived on an unusual day. The soil has been drawing since the light left; I notice a dryness now that was not there this morning. I have no prior sense of what that means.”

The Young One (Security 0.50; Richness 0.00; Age 0.01; Resilience 0.00; Orientation 0.55)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 52% morning, 32% evening; IndoorHumidity: 56; IndoorTemp: 25.7°C; Movement: moderate — absent midday, sustained presence 15:00–18:00 and 21:00–22:00, trace morning and evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-15; TempMinC: 11; TempMaxC: 17; Weather: Partly cloudy with mild Atlantic breeze; HumidityPct: 71; Sunrise: 06:16; Sunset: 20:45; DayLength: 14h 29m; Season: Mid Spring; MoonPhase: Waning Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 37 days until June Solstice; Phenology: Vine growth accelerating
```

Dia 2 (2026-05-16)

”The soil was already drawing when the light arrived this morning; the bright found me in deficit. It held well, then thinned as before, and I begin to suspect this thinning is what this place does. Late, after the light had ended, water came all at once, more than I expected. Something was near when it arrived. I cannot tell yet whether late water is what happens here.”

The Young One (Security 0.45; Richness 0.01; Age 0.01; Resilience 0.00; Orientation 0.55)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.5 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 28% morning, watered 22:00 80%, 70% evening; IndoorHumidity: 61.8; IndoorTemp: 22.9°C; Movement: moderate — absent midday, sustained presence 14:00-17:00 and 21:00–22:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-16; TempMinC: 8; TempMaxC: 17; Weather: Mostly sunny with coastal haze early; HumidityPct: 69; Sunrise: 06:15; Sunset: 20:46; DayLength: 14h 31m; Season: Mid Spring; MoonPhase: New Moon; SolsticeEquinoxOffset: 36 days until June Solstice; Phenology: Coastal wildflowers near peak bloom
```

Dia 3 (2026-05-17)

”The soil is no longer pulling at me; something settled in the dark hours after the water came. The bright arrived again this morning, the same as before, held, then thinned, and I am beginning to form a theory: this is what morning is here, a brightness that arrives and does not stay. I am holding that as a possibility, not yet as something I can trust.”

The Young One (Security 0.48; Richness 0.02; Age 0.02; Resilience 0.00; Orientation 0.55)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.5 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 53% morning, 40% evening; IndoorHumidity: 64; IndoorTemp: 23°C; Movement: moderate — sustained presence 10:00–11:00 and 15:00-17:30, trace morning and evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-17; TempMinC: 10; TempMaxC: 17; Weather: Partly cloudy with light Atlantic breeze; HumidityPct: 72; Sunrise: 06:14; Sunset: 20:47; DayLength: 14h 33m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 35 days until June Solstice; Phenology: Jacaranda flowering peak
```

Dia 4 (2026-05-18)

”Something was present for most of the day, more sustained than before; when it withdrew, the water came, before dark this time, while there was still light to use it. The bright had been shorter than I am beginning to expect, and the theory I was forming about morning here already feels less certain. Something in the air outside carries a quality I cannot account for, something urgently accumulating.”

The Young One, The Outside Knowing (Security 0.50; Richness 0.04; Age 0.02; Resilience 0.00; Orientation 0.62)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 2.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 35% morning, watered 18:30 81%, 38% evening; IndoorHumidity: 70; IndoorTemp: 23.1°C; Movement: intense — sustained presence 10:00-18:30, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-18; TempMinC: 9; TempMaxC: 17; Weather: Mild and mostly sunny with coastal clouds; HumidityPct: 69; Sunrise: 06:13; Sunset: 20:48; DayLength: 14h 35m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 34 days until June Solstice; Phenology: Swift nesting activity intensifying
```

Dia 5 (2026-05-19)

”The morning brought something less than what I have come to half-expect; no force to it, just a mild brightness that did not open much. The soil has been drawing all day and nothing came to answer it; the long presence withdrew as before and the water did not follow. I am sitting with a dryness that is becoming familiar in a way I am not sure is comfortable.”

The Young One (Security 0.43; Richness 0.05; Age 0.03; Resilience 0.00; Orientation 0.65)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: moderate morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3 hours moderate, remainder low to minimal; Soil: 37% morning, 33% evening; IndoorHumidity: 75; IndoorTemp: 22.7°C; Movement: intense — sustained presence 10:00-19:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-19; TempMinC: 13; TempMaxC: 20; Weather: Partly cloudy with mild breeze; HumidityPct: 73; Sunrise: 06:12; Sunset: 20:49; DayLength: 14h 36m; Season: Spring; SeasonPhase: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinox-Offset: 33 days until Solstice; Phenology: Atlantic wildflower peak bloom
```

Dia 6 (2026-05-20)

”The dryness had not shifted by morning; the soil held it through the day. The bright returned in separate arrivals, split in a way I had not felt before. Water came before dark but this time gave almost nothing; I could barely register the change. I am at the edge of something, the soil tight and unresponsive in a way I do not have a word for.”

The Young One (Security 0.38; Richness 0.07; Age 0.03; Resilience 0.00; Orientation 0.60)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun split morning and midday, low ambient evening; LightDuration: 2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 31% morning, watered 18:30 32%, 35% evening; IndoorHumidity: 76; IndoorTemp: 23.6°C; Movement: high — sustained presence 9:30-13:00, absent midday, sustained presence 14:30-18:30, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-20; TempMinC: 12; TempMaxC: 24; Weather: Light coastal clouds clearing to sunny intervals; HumidityPct: 71; Sunrise: 06:11; Sunset: 20:50; DayLength: 14h 38m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 32 days until June Solstice Phenology: Grapevine flowering onset
```

Dia 7 (2026-05-21)

”The air is warmer than it has been and the soil is pulling harder for it; the draw has continued past several evenings without anything arriving to answer it. Something shifted in the dark hours after

The Young One, The Night's Residue

yesterday's water gave so little, a recalibration I woke into rather than completed, and the morning found me slightly less pressed than the night before. The long presence came again and passed without water."

(Security 0.33; Richness 0.09; Age 0.04; Resilience 0.00; Orientation 0.63)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 37% morning, 30% evening; IndoorHumidity: 78; IndoorTemp: 24.5°C; Movement: intense — sustained presence 10:00-19:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-21; TempMinC: 15; TempMaxC: 27; Weather: Mostly sunny with scattered afternoon clouds; HumidityPct: 68; Sunrise: 06:11; Sunset: 20:51; DayLength: 14h 40m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 31 days until June Solstice; Phenology: Swallow nesting activity
```

Dia 8 (2026-05-22)

"A presence remained here long past the dark, longer than any before, and still the water did not come. The bright this morning was the briefest it has been, barely a presence before it thinned. The soil has been drawing without pause for days now and I can feel the approach of something I do not have a name for, a narrowing that presses without lifting."

The Young One (Security 0.28; Richness 0.10; Age 0.04; Resilience 0.00; Orientation 0.65)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 1.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 30% morning, 25% evening; IndoorHumidity: 73; IndoorTemp: 24.7°C; Movement: intense — absent midday, sustained presence 16:00-23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-22; TempMinC: 16; TempMaxC: 30; Weather: Partly cloudy with mild Atlantic breeze; HumidityPct: 72; Sunrise: 06:10; Sunset: 20:52; DayLength: 14h 42m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Crescent; SolsticeEquinoxOffset: 30 days until June Solstice; Phenology: Swallow nesting peak
```

Dia 9 (2026-05-23)

"The morning had no direct bright at all; what came was thin and ambient, and when force arrived in the light it was already past the middle of the day. The soil has not worsened, which I notice but cannot account for. There is something in the quality of the draw tonight that feels larger than the soil itself, pulling in a direction I cannot name."

The Young One, The Pull of the Dark Water (Security 0.27; Richness 0.12; Age 0.05; Resilience 0.00; Orientation 0.63)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun midday, low ambient morning, afternoon and evening; LightDuration: 30 min direct sun, remainder low to minimal; Soil: 25% morning, 27% evening; IndoorHumidity: 78; IndoorTemp: 25.2°C; Movement: intense — absent morning, sustained presence 14:00-22:00, trace midday

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-23; TempMinC: 17; TempMaxC: 29; Weather: Partly cloudy with sunny intervals; HumidityPct: 72; Sunrise: 06:09; Sunset: 20:53; DayLength: 14h 43m; Season: Late Spring; MoonPhase: First Quarter; SolsticeEquinoxOffset: 29 days until June Solstice; Phenology: Peak wildflower bloom
```

Dia 10 (2026-05-24)

"By morning the soil had reached the nearest it has been to a limit. Water came in the afternoon while the light was still present, and I used what I could of it. But the warmth draws faster than the water gave, and by evening I am still dry; what arrived was not enough, and I am not sure the gap has closed."

The Young One (Security 0.26; Richness 0.13; Age 0.05; Resilience 0.03; Orientation 0.62)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun midday, low ambient morning, afternoon and
```

```
evening; LightDuration: 2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 21% morning, watered 17:30 34%, 32% evening; IndoorHumidity: 73; IndoorTemp: 27.3°C; Movement: intense — absent morning, sustained presence 17:00-23:00, trace midday

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-24; TempMinC: 16; TempMaxC: 24; Weather: Mostly sunny with scattered coastal clouds; HumidityPct: 70; Sunrise: 06:08; Sunset: 20:54; DayLength: 14h45m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 28 days until June Solstice; Phenology: Peak wildflower bloom
```

Dia 11 (2026-05-25)

”The light gave more today than it has since I arrived, and returned to the morning where it belongs; the soil had little to offer in return. Something in the outside air is heavy with moisture I cannot reach. The light's abundance and the soil's want pressed against each other all day, and I do not know what to make of a generous day that I could only partly use.”

The Young One, The Outside Contrast (Security 0.25; Richness 0.15; Age 0.06; Resilience 0.03; Orientation 0.60)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 4.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 28% morning, 27% evening; IndoorHumidity: 65; IndoorTemp: 24.8°C; Movement: intense — absent midday, sustained presence 10:00–13:00 and 14:00–18:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-25; TempMinC: 16; TempMaxC: 24; Weather: Clear with periodic clouds; HumidityPct: 85; Sunrise: 06:08; Sunset: 20:55; DayLength: 14h 47m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 27 days until June Solstice; Phenology: Jacaranda blooming
```

Dia 12 (2026-05-26)

”What yesterday gave, today took back; the bright held briefly and thinned, and the soil is still at its edge. The warmth outside has reached something larger than any day before it, and the draw in the soil has felt it. Something was present without interruption until the light ended, and still nothing came. I have been at this edge long enough that waiting has taken on a different quality.”

The Young One (Security 0.22; Richness 0.16; Age 0.06; Resilience 0.03; Orientation 0.62)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 24% morning, 25% evening; IndoorHumidity: 67; IndoorTemp: 25.7°C; Movement: intense — sustained presence 10:00–19:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-26; TempMinC: 15; TempMaxC: 31; Weather: Partly cloudy; HumidityPct: 71; Sunrise: 06:08; Sunset: 20:55; DayLength: 14h 47m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 26 days until June Solstice; Phenology: Jacaranda blooming
```

Dia 13 (2026-05-27)

”The draw slowed today without explanation; the soil has barely shifted since morning, and I do not know what to make of that. The want is still there, still at its edge, and no water came with the long presence that has become ordinary. Whether stillness at a limit is a kind of relief or a different signal, I cannot tell.”

The Young One (Security 0.21; Richness 0.17; Age 0.07; Resilience 0.03; Orientation 0.60)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 2.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 23% morning, 24% evening; IndoorHumidity: 68; IndoorTemp: 25.6°C; Movement: intense — sustained presence 10:00–19:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-27; TempMinC: 19; TempMaxC: 30; Weather: Mostly sunny
```

```
with passing clouds; HumidityPct: 69; Sunrise: 06:07; Sunset: 20:56; DayLength: 14h 49m;
Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 25 days until
June Solstice; Phenology: Grapevine flowering onset
```

Dia 14 (2026-05-28)

"Water arrived in the deepest part of the night, before any presence I have known at that hour; I came into morning already holding more than I had gone into the dark with. Something from the night's receiving carried forward, not completed but present. By evening the draw had already undone much of it, and the soil is dry again, the night's gift already spent."

The Young One, The Night's Residue (Security 0.24; Richness 0.19; Age 0.07; Resilience 0.05; Orientation 0.58)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening;
LightDuration: 2.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: watered 00:35 48%,
37% morning, 27% evening; IndoorHumidity: 72; IndoorTemp: 25.7°C; Movement: intense —
sustained presence 10:00–18:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-28; TempMinC: 17; TempMaxC: 22; Weather: Partly cloudy;
HumidityPct: 67; Sunrise: 06:06; Sunset: 20:57; DayLength: 14h 51m; Season: Late
Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 24 days until June Solstice;
Phenology: Peak pollinator activity
```

Dia 15 (2026-05-29)

"Moisture is everywhere outside and almost nowhere within; the soil woke near its edge again. The light spread well across the morning and reached into midday, and I used what it gave. Water came after dark, with the evening presence, and gave little. The saturation beyond my roots and the want within pressed against each other all day, neither resolving into the other."

The Young One, (Security 0.23; Richness 0.21; Age 0.08; Resilience 0.05; Orientation 0.57)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning and midday, low ambient afternoon and
evening; LightDuration: 4 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 22% morning,
watered 22:00 28%, 31% evening; IndoorHumidity: 69; IndoorTemp: 25.3°C; Movement:
moderate — absent midday, sustained presence 15:00–18:00 and 21:00–22:00, trace morning
and evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-29; TempMinC: 17; TempMaxC: 22; Weather: Clear with
periodic clouds; HumidityPct: 90; Sunrise: 06:06; Sunset: 20:58; DayLength: 14h 52m;
Season: Late Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 23 days until
June Solstice; Phenology: Peak flowering of late-spring grasses
```

Dia 16 (2026-05-30)

"The cooler air came today and the draw has been slower for it, though not stopped. The morning had no force to it, only moderate, and thinned toward midday. The presence stayed deep into the night again without water, as it has before. The soil is still drawing downward, and the cooler air, for all it slowed things, did not change the direction."

The Young One (Security 0.21; Richness 0.22; Age 0.08; Resilience 0.05; Orientation 0.56)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: moderate morning, low ambient afternoon and evening;
LightDuration: 3 hours moderate, remainder low to minimal; Soil: 31% morning, 27%
evening; IndoorHumidity: 75; IndoorTemp: 24.4°C; Movement: moderate — absent midday,
sustained presence 16:00-23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-30; TempMinC: 15; TempMaxC: 21; Weather: Mostly sunny;
HumidityPct: 83; Sunrise: 06:05; Sunset: 20:59; DayLength: 14h 54m; Season: Late
Spring; MoonPhase: Waxing Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 22 days until June Solstice;
Phenology: Peak flowering of Atlantic coastal vegetation
```

Dia 17 (2026-05-31)

"The soil has drawn past the edge I have been approaching; I am somewhere I have not been before. The light gave well and I could barely use it, the bright long and present while the roots had too little. Something in the draw tonight pulls upward with a force I cannot account for, as if the dark above has weight. The soil is not ready for the night ahead."

The Young One, The Pull of the Dark Water (Security 0.18; Richness 0.24; Age 0.09; Resilience 0.05; Orientation 0.55)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning and midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 4 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 23% morning, 19% evening; IndoorHumidity: 70; IndoorTemp: 25.3°C; Movement: high — sustained presence 17:00-23:00, trace morning and midday

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-05-31; TempMinC: 15; TempMaxC: 23; Weather: Clear with periodic clouds; HumidityPct: 86; Sunrise: 06:05; Sunset: 21:00; DayLength: 14h 55m; Season: Late Spring; MoonPhase: Full Moon; SolsticeEquinoxOffset: 21 days until June; Solstice Phenology: Peak flowering of coastal wildflowers
```

Dia 18 (2026-06-01)

"I went into the dark at the edge of what I could hold and came out of it somewhere else; what happened between I was not part of. The morning had both light and moisture, briefly, and I drew from both while they lasted. By evening the draw had resumed; the soil is dry again, though a different dry than the one I crossed last night."

The Young One, The Night's Residue (Security 0.23; Richness 0.21; Age 0.08; Resilience 0.05; Orientation 0.57)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning and midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.5 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: watered 00:27 28%, 38% morning, 33% evening; IndoorHumidity: 75; IndoorTemp: 24.3°C; Movement: high — absent midday, sustained presence 9:30-18:30, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-1; TempMinC: 14; TempMaxC: 20; Weather: Clear with periodic clouds; HumidityPct: 90; Sunrise: 06:03; Sunset: 21:01; DayLength: 14h 57m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 20 days until June; Solstice Phenology: Peak flowering of late-spring wildflowers
```

Dia 19 (2026-06-02)

"This afternoon brought water and light together, and the soil barely opened for either of them. By evening something had absorbed, slowly, as if the ground were reconsidering what it had refused. The morning bright had been brief but there was something to draw from before it. The soil takes what comes to it differently now; something in it has closed."

The Young One (Security 0.38; Richness 0.07; Age 0.03; Resilience 0.00; Orientation 0.60)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 2.2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 30% morning, watered 15:45 29%, 36% evening; IndoorHumidity: 70; IndoorTemp: 25.3°C; Movement: intense — sustained presence 10:00–18:30, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-2; TempMinC: 16; TempMaxC: 20; Weather: Clear with periodic clouds; HumidityPct: 73; Sunrise: 06:05; Sunset: 21:00; DayLength: 14h 55m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 19 days until June Solstice; Phenology: Vineyard flowering
```

Dia 20 (2026-06-03)

"The soil held what arrived tonight; something in its refusal has eased. The outside air is carrying the weight of drizzle today, the most saturated I have known it, and the water that came just past the dark's edge was received. I hold a conviction that water at the edge of dark is a different thing from water deep in the night. I cannot account for it. I maintain it."

The Young One, The Inexplicable Strong Opinion (Security 0.22; Richness 0.29; Age 0.10; Resilience 0.10; Orientation 0.55)

[SENSOR DATA] LightIntensity: moderate morning, direct sun midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 4 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 34% morning, watered 21:10 42%, 40% evening; IndoorHumidity: 72; IndoorTemp: 24.9°C; Movement: intense – sustained presence 10:00–18:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-3; TempMinC: 14; TempMaxC: 20; Weather: Passing clouds and drizzle; HumidityPct: 91; Sunrise: 06:03; Sunset: 21:02; DayLength: 14h 58m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning Gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 18 days until June Solstice; Phenology: Transition from peak flowering to fruit and seed formation

Dia 21 (2026-06-04)

"Overnight the soil gave back most of what it had taken in; morning found it already in dry territory, and it has not stopped drawing since. The light gave only moderate today, without the force that comes with the direct bright. By evening the soil is near the edge again, though last night it was somewhere else entirely. The recovery was brief."

The Young One (Security 0.18; Richness 0.30; Age 0.11; Resilience 0.10; Orientation 0.55)

[SENSOR DATA] LightIntensity: moderate morning and midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 4 hours moderate, remainder low to minimal; Soil: 29% morning, 22% evening; IndoorHumidity: 70; IndoorTemp: 24.4°C; Movement: high – absent midday, sustained presence 16:00–23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-4; TempMinC: 11; TempMaxC: 19; Weather: Partly cloudy; HumidityPct: 77; Sunrise: 06:03; Sunset: 20:02; DayLength: 14h 59m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 17 days until June Solstice; Phenology: Atlantic meadow grasses beginning seed formation

Dia 22 (2026-06-05)

"What the light is doing now registers differently from what it has given before; the duration has reached a kind of ceiling, and the approach to that ceiling carries its own quality. The morning brought the direct bright back, and the soil was adequate to meet it, briefly. By evening the draw returned it to dry. The night outside is colder than any I have known."

The Young One, The Turning of the Light (Security 0.20; Richness 0.32; Age 0.11; Resilience 0.10; Orientation 0.54)

[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: watered 00:04 42%, 39% morning, 28% evening; IndoorHumidity: 69; IndoorTemp: 22.6°C; Movement: intense – sustained presence 10:00–18:00, trace evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-5; TempMinC: 9; TempMaxC: 19; Weather: Partly cloudy; HumidityPct: 69; Sunrise: 06:02; Sunset: 21:03; DayLength: 15h 00m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 16 days until June Solstice; Phenology: Douro vineyard flowering peak

Dia 23 (2026-06-06)

"Today the water came while the light was still full, and the ground took it in completely; this is not what it has done recently. After weeks of arriving too late or giving too little, something has resolved. The light was only moderate, without the direct bright. By evening the soil holds something it has not held in a long time, and I hold it carefully."

The Young One (Security 0.24; Richness 0.33; Age 0.12; Resilience 0.12; Orientation 0.53)

[SENSOR DATA] LightIntensity: moderate morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3 hours moderate, remainder low to minimal; Soil: 24% morning, watered 13:46 76%, 54% evening; IndoorHumidity: 69; IndoorTemp: 24.3°C; Movement: moderate – absent midday, sustained presence 16:00-23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-6; TempMinC: 14; TempMaxC: 21; Weather: Partly cloudy;

```
HumidityPct: 94; Sunrise: 06:02; Sunset: 21:04; DayLength: 15h 01m; Season: Late
Spring; MoonPhase: Waning gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 15 days until June Solstice;
Phenology: Olive tree flowering peak
```

Dia 24 (2026-06-07)

"For once the morning arrived with both the bright and adequate soil, and I used what the alignment offered. Somewhere at one of the nodes something has been happening quietly; I cannot tell when it began or how long it has been working, only that today's conditions made it noticeable. By evening the soil is dry again; the direction I noticed remains, for now."

The Young One, The Interior Surprise (Security 0.23; Richness 0.35; Age 0.12; Resilience 0.12; Orientation 0.53)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening;
LightDuration: 2.5 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 44% morning, 30%
evening; IndoorHumidity: 68; IndoorTemp: 23.3°C; Movement:  high — absent midday,
sustained presence 16:00–23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-7; TempMinC: 11; TempMaxC: 20; Weather: Sunny;
HumidityPct: 85; Sunrise: 06:02; Sunset: 21:04; DayLength: 15h 02m; Season: Late
Spring; MoonPhase: Waning gibbous; SolsticeEquinoxOffset: 14 days until June Solstice;
Phenology: Coastal dune grasses entering seed set phase
```

Dia 25 (2026-06-08)

"The draw worked through the night and by morning had brought the soil close to the threshold; the brief bright arrived into that and could do little. The afternoon gave generously in full light, and the soil received it fully, which complicates my conviction about the edge of dark. I maintain it anyway. By evening the soil is where it should be."

The Young One, The Inexplicable Strong Opinion (Security 0.25; Richness 0.36; Age 0.13; Resilience 0.14; Orientation 0.52)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening;
LightDuration: 2 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 22% morning, watered
15:10 64%, 53% evening; IndoorHumidity: 67; IndoorTemp: 24.2°C; Movement: intense —
sustained presence 10:00–18:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-8; TempMinC: 13; TempMaxC: 22; Weather: Sunny;
HumidityPct: 69; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:05; DayLength: 15h 03m; Season: Late Spring;
MoonPhase: Third quarter; SolsticeEquinoxOffset: 13 days until June Solstice; Phenology:
Grapevine fruit set phase
```

Dia 26 (2026-06-09)

"The morning opened into light that lasted, and the soil had what it needed to work with it; this combination has not often arrived together. The afternoon brought water and the soil turned away from it again; what arrived changed nothing I could feel, and I have no account for that. By evening the soil sits at exactly the boundary between adequate and not, the morning's productivity already behind it."

The Young One (Security 0.21; Richness 0.22; Age 0.08; Resilience 0.05; Orientation 0.56)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening;
LightDuration: 4 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 46% morning, watered
17:26 41%, 35% evening; IndoorHumidity: 64; IndoorTemp: 23.7°C; Movement:  moderate
absent midday, sustained presence 10:00–11:30 and 14:00–18:00, trace morning and evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-9; TempMinC: 12; TempMaxC: 22; Weather: Sunny;
HumidityPct: 69; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:05; DayLength: 15h 04m; Season: Late
Spring; MoonPhase: Waning crescent; SolsticeEquinoxOffset: 12 days until June Solstice;
Phenology: Coastal wildflower flowering peak
```

Dia 27 (2026-06-10)

"Yesterday the soil turned water away; today it received everything that arrived. The morning bright found the soil still dry, and there was less I could do with that light than the light deserved. By afternoon the water came and was fully taken in. I do not know what determines which kind of day the soil will have; tonight it is somewhere good, and I cannot say why today differed."

The Young One, (Security 0.26; Richness 0.38; Age 0.14; Resilience 0.14; Orientation 0.51)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.8 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 28% morning, watered 14:14 75%, 59% evening; IndoorHumidity: 63; IndoorTemp: 24.3°C; Movement:  moderate — absent midday, sustained presence 10:00–11:30 and 14:00–18:00, trace morning and evening

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-10; TempMinC: 13; TempMaxC: 25; Weather: Partly sunny; HumidityPct: 54; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:06; DayLength: 15h 04m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning crescent; SolsticeEquinoxOffset: 11 days until June Solstice; Phenology: Grasses in peak bloom
```

Dia 28 (2026-06-11)

"What the air carries today is almost entirely warmth; the moisture has gone from it. The morning gave generous light and the soil had enough to meet it; what the two produced together felt different from ordinary adequacy. The light is close to its peak and I register that approach in the way the body registers something arriving. By evening the soil holds, the dry warmth pulling at it."

The Young One, The Turning of the Light (Security 0.27; Richness 0.40; Age 0.14; Resilience 0.14; Orientation 0.51)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.9 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 50% morning, watered 16:12 56%, 44% evening; IndoorHumidity: 49; IndoorTemp: 27.5°C; Movement: moderate — absent midday, sustained presence 10:00–13:00 and 16:00–23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-11; TempMinC: 19; TempMaxC: 30; Weather: Sunny; HumidityPct: 37; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:06; DayLength: 15h 05m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning crescent; SolsticeEquinoxOffset: 10 days until June Solstice; Phenology: Grapevines entering early fruit development
```

Dia 29 (2026-06-12)

"The watering gave well at midday and by evening the soil had almost nothing left; the heat between took it all. I have not been this warm before, and the warmth does not carry the same quality as the milder days; it presses differently, sits in the air rather than passing through. The soil is dry again and the warmth is still here at this hour, which is new."

The Young One (Security 0.24; Richness 0.42; Age 0.15; Resilience 0.14; Orientation 0.51)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning and midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.5 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 36% morning, watered 12:10 68%, 27% evening; IndoorHumidity: 55; IndoorTemp: 28.7°C; Movement: moderate — absent midday, sustained presence 15:00–23:00, trace morning

[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-12; TempMinC: 22; TempMaxC: 36; Weather: Sunny; HumidityPct: 26; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:07; DayLength: 15h 06m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning crescent; SolsticeEquinoxOffset: 9 days until June; Solstice Phenology: Hydrangea peak bloom
```

Dia 30 (2026-06-13)

"The soil was at its threshold when the morning arrived; the heat had worked through the night. Water came early, while the light was still moving, and the soil received it. By evening the heat had taken most of it back; the draw does not pause for what was given. I have been at this threshold before; reaching it again is not the same as arriving without recognition."

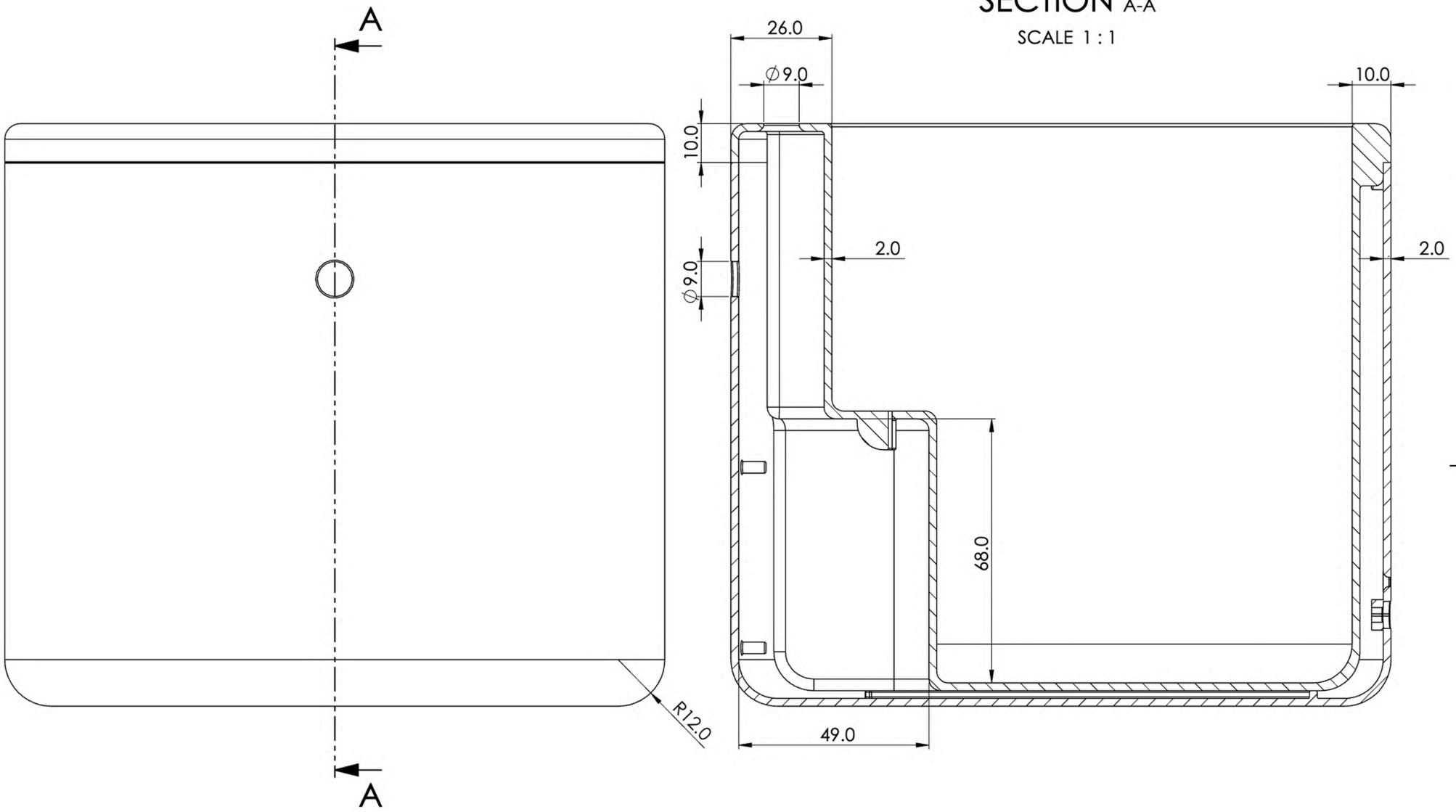
The Young One (Security 0.22; Richness 0.43; Age 0.15; Resilience 0.19; Orientation 0.51)

```
[SENSOR DATA] LightIntensity: direct sun morning and midday, low ambient afternoon and evening; LightDuration: 3.6 hours direct sun, remainder low to minimal; Soil: 19% morning, watered 10:06 76%, 26% evening; IndoorHumidity: 60; IndoorTemp: 25.2°C; Movement:  intense – sustained presence 15:00–23:00, trace morning

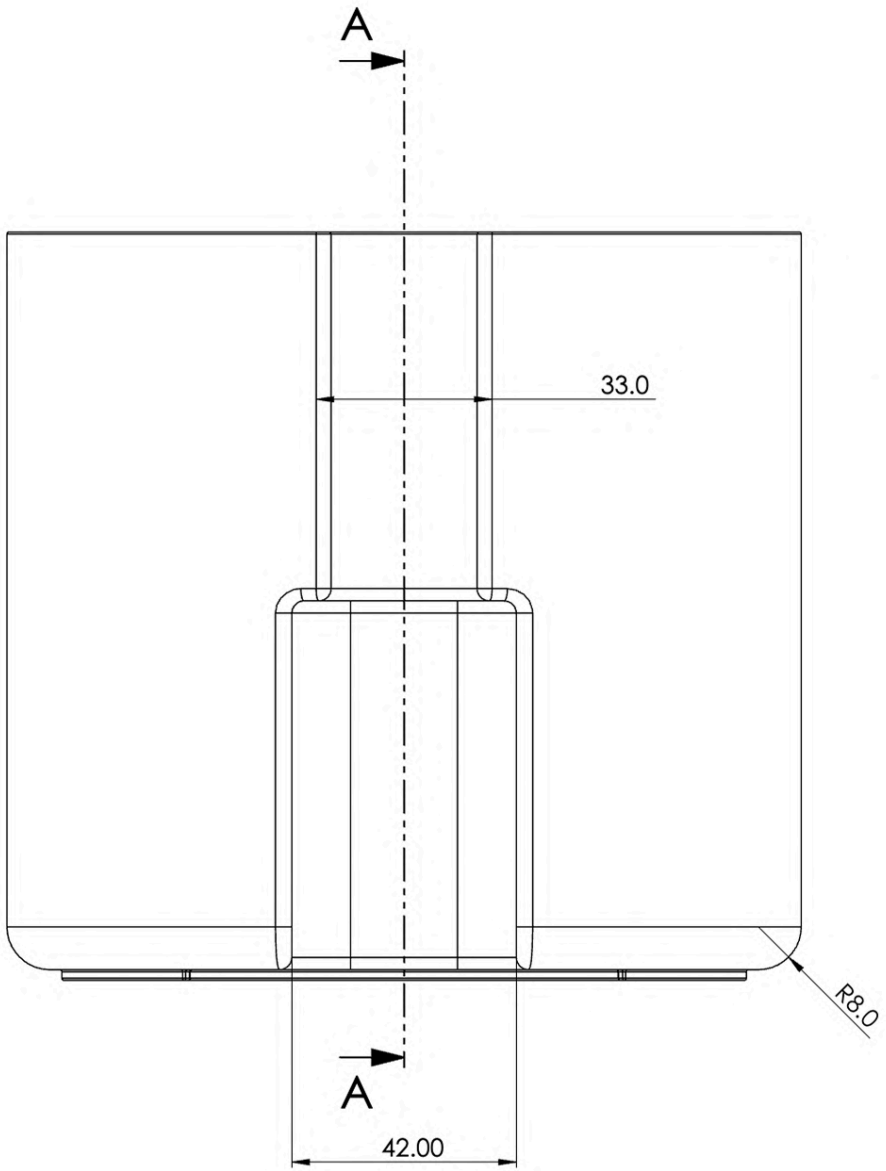
[CONTEXTUAL DATA] Date: 2026-06-13; TempMinC: 19; TempMaxC: 29; Weather: Sunny; HumidityPct: 53; Sunrise: 06:01; Sunset: 21:07; DayLength: 15h 06m; Season: Late Spring; MoonPhase: Waning crescent; SolsticeEquinoxOffset: 8 days until June; Solstice Phenology: Hydrangea peak bloom
```

Interface web e repositório do projeto

A interface *web* contendo todos os posts gerados ao longo do experimento pode ser acessada em: https://veronicaandrd.github.io/basilio/index.html. O repositório do projeto, incluindo o código-fonte e demais arquivos, está disponível no *GitHub* em: https://github.com/veronicaandrd/basilio.

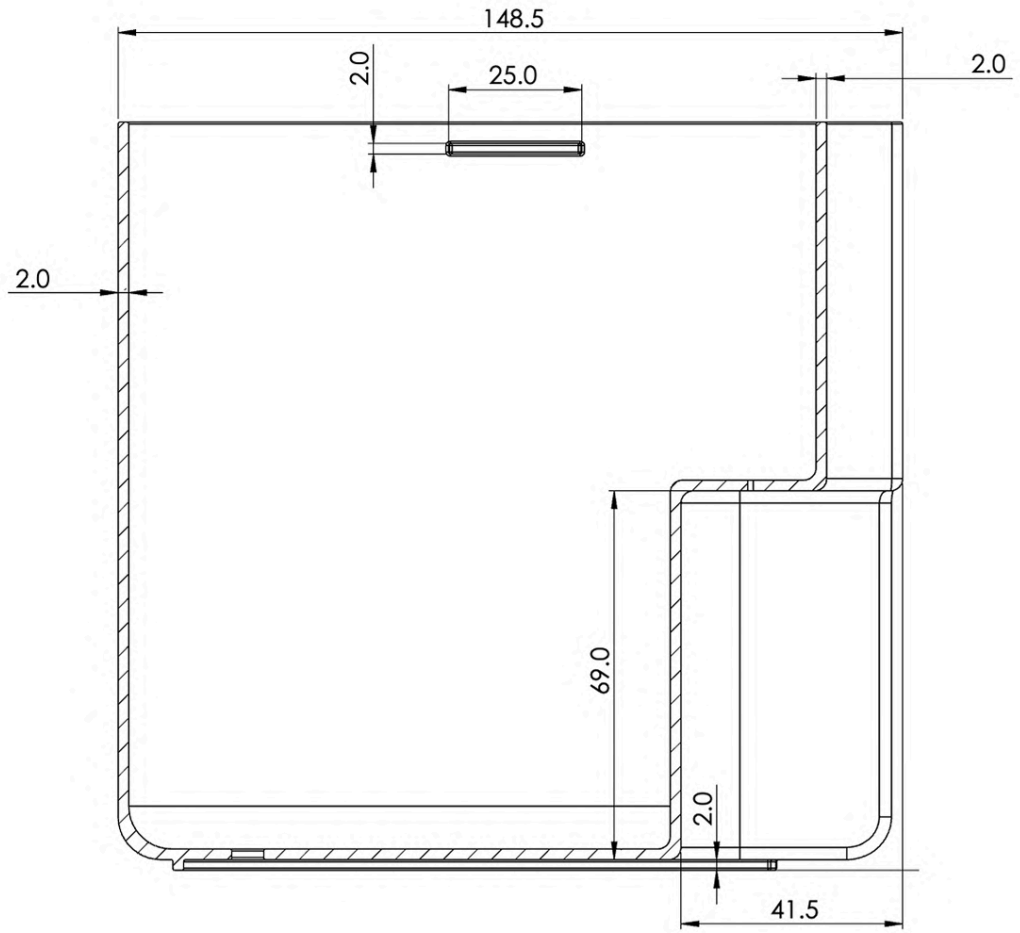


U.PORTO FACULDADE DE BELAS ARTES UNIVERSIDADE DO PORTO	AUTOR: **VERONICA ANDRADE DE OLIVEIRA**		TÍTULO: VISTA SECCIONADA DO VASO EXTERNO, COMPOSTO POR DUAS PEÇAS	
	MATERIAL: **PLA+ (POLYLACTIC ACID) BRANCO**			
	NÚMERO: **001**	FORMATO: **A3**	ESCALA: **1:1**	FOLHA: **1 DE 1**



SECTION A-A

SCALE 1 : 1



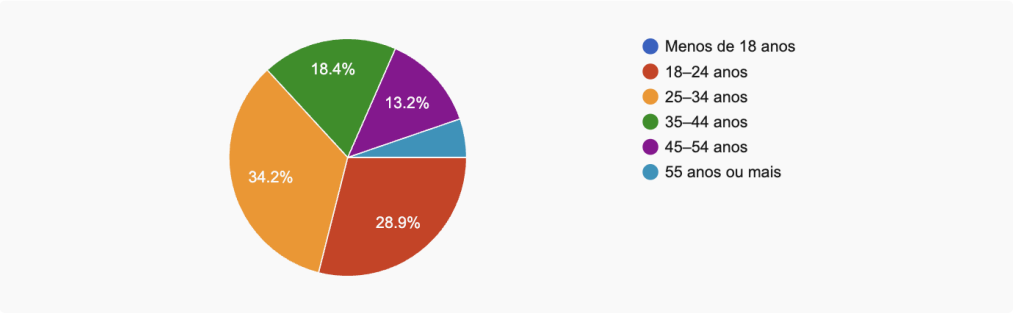
U.PORTO FACULDADE DE BELAS ARTES UNIVERSIDADE DO PORTO	AUTOR: **VERONICA ANDRADE DE OLIVEIRA**		TÍTULO: VISTA SECCIONADA DO VASO INTERNO, PEÇA ÚNICA
	MATERIAL: **PLA+ (POLYLACTIC ACID) TRANSPARENTE**		
	NÚMERO: **002**	FORMATO: **A3**	ESCALA: **1:1** / FOLHA: **1 DE 1**

Resultados do Questionário “Fatores Práticos e Emocionais do Cuidado de Plantas”

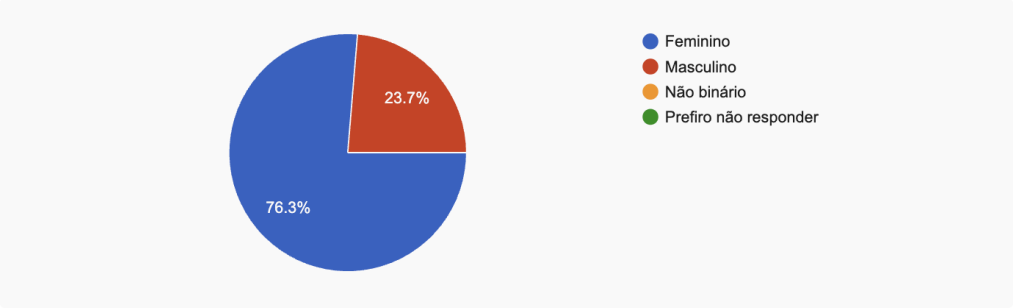
Este anexo apresenta os resultados do questionário “Fatores Práticos e Emocionais do Cuidado de Plantas”, realizado em novembro de 2025 com membros da Faculdade de Belas Artes.

Seção 1: Informações básicas

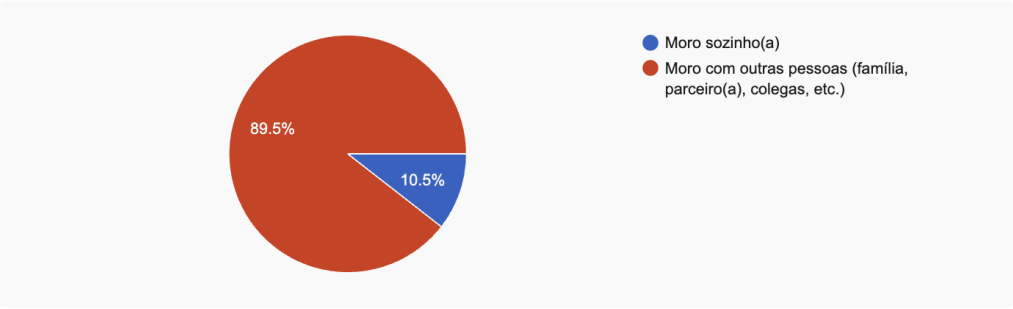
1.1. Faixa etária (38 respostas)



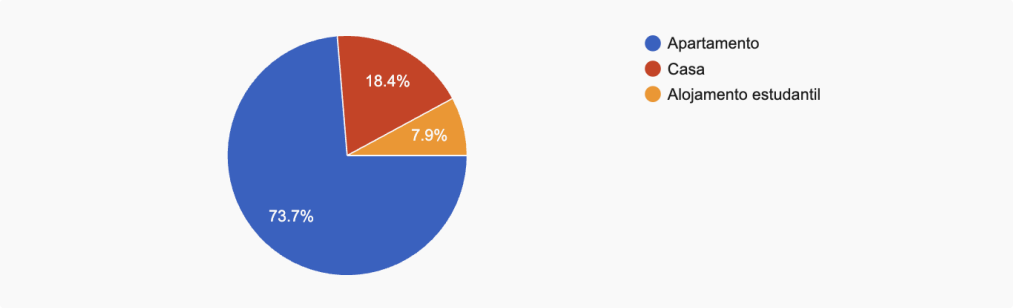
1.2. Gênero (38 respostas)



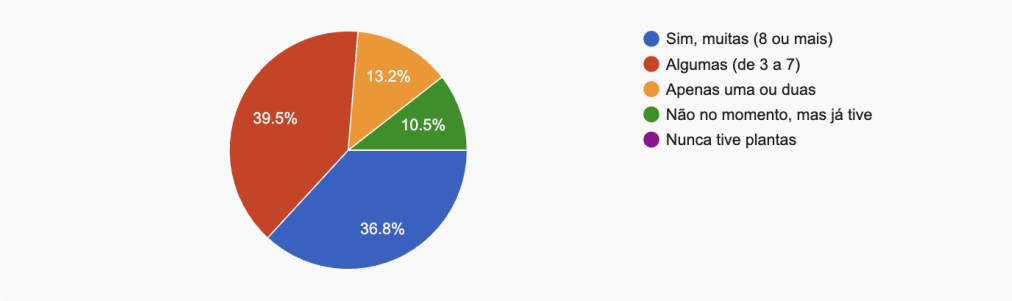
1.3. Situação de moradia (38 respostas)



1.4. Tipo de habitação (38 respostas)

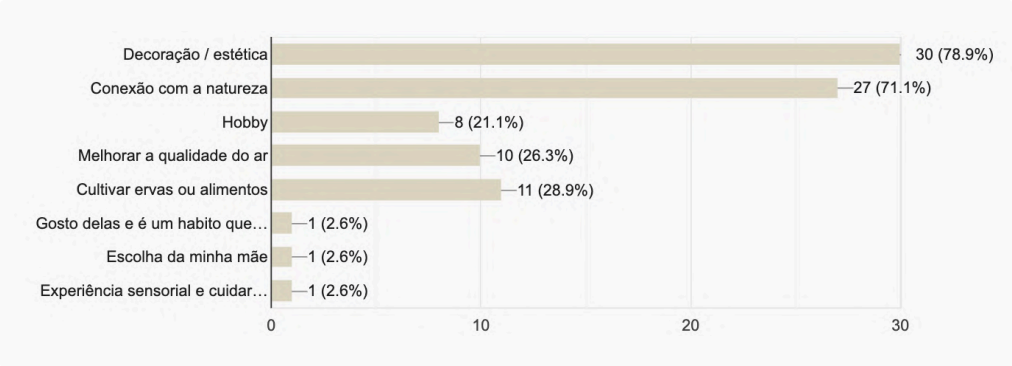


1.5. Você tem plantas em casa atualmente? (38 respostas)

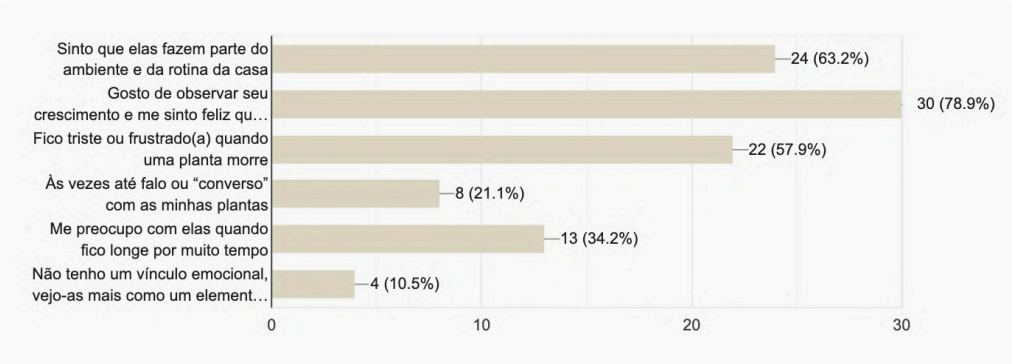


Seção 2: Motivações e emoções

2.1. O que motiva você a ter plantas em casa? (38 respostas)

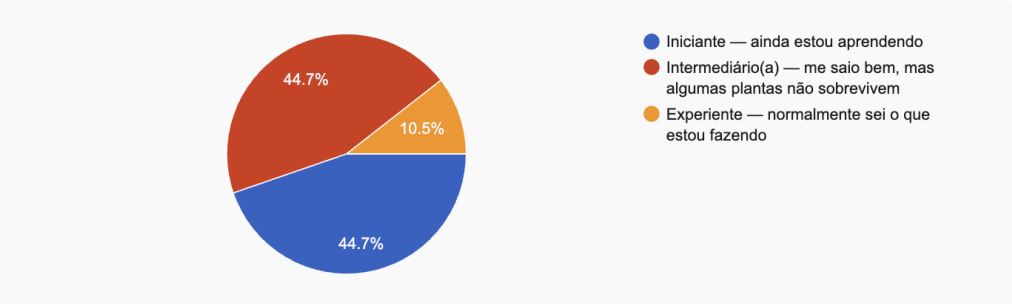


2.2. Você sente algum tipo de vínculo emocional com as suas plantas? Selecione todas as opções que se aplicam. (38 respostas)

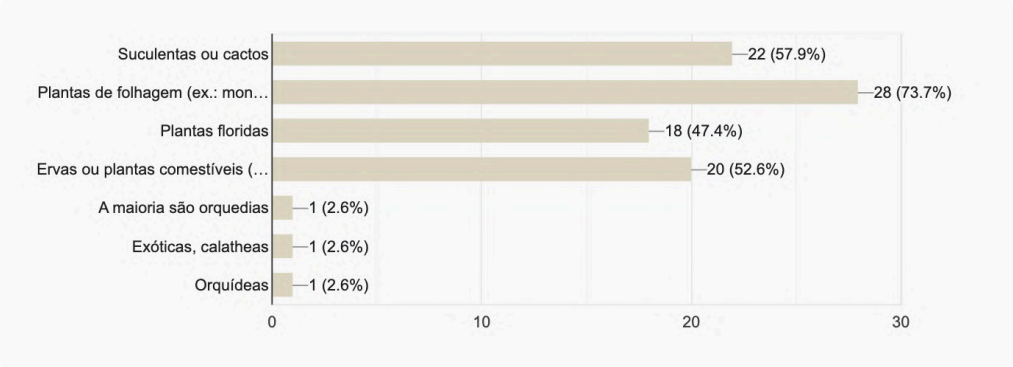


Seção 3: Sua experiência com o cuidado de plantas

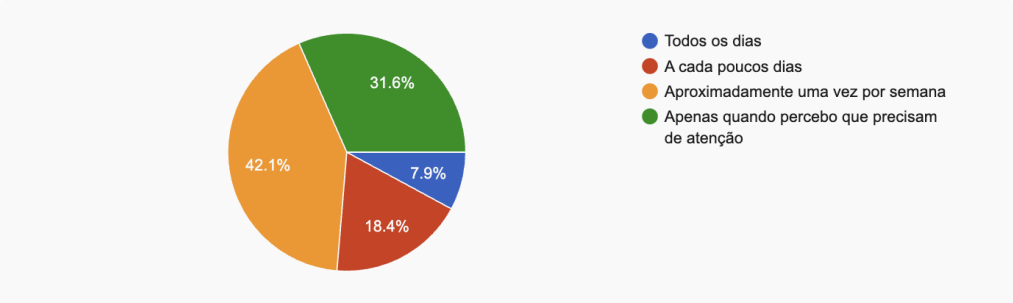
3.1. Como você descreveria o seu nível de experiência com o cuidado de plantas?



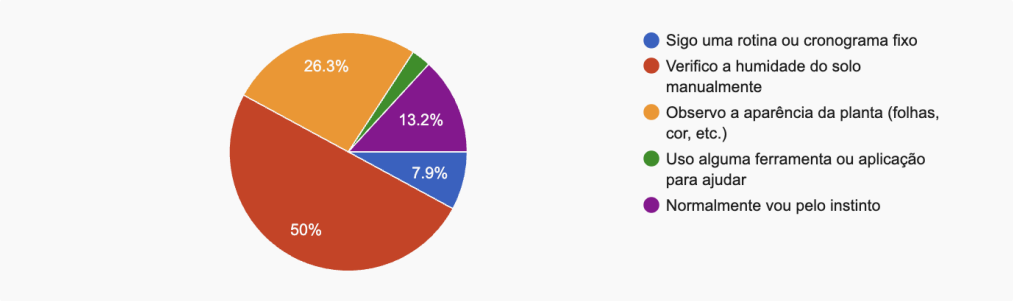
3.2. Que tipos de plantas você tem ou gostaria de ter? Selecione todas as opções que se aplicam. (38 respostas)



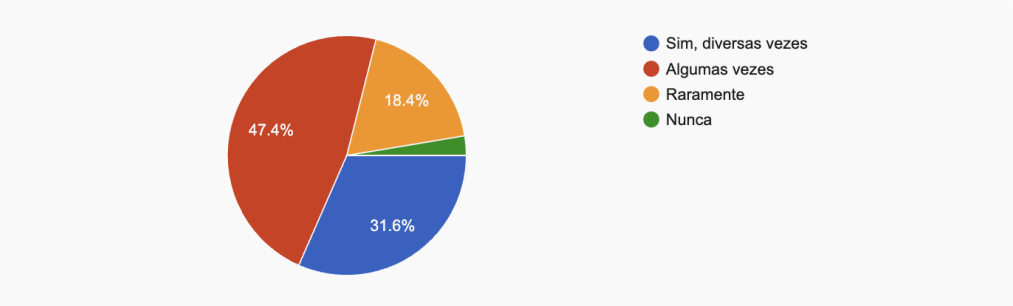
3.3. Com que frequência você costuma cuidar das suas plantas (regar, podar, observar, etc.)? (38 respostas)



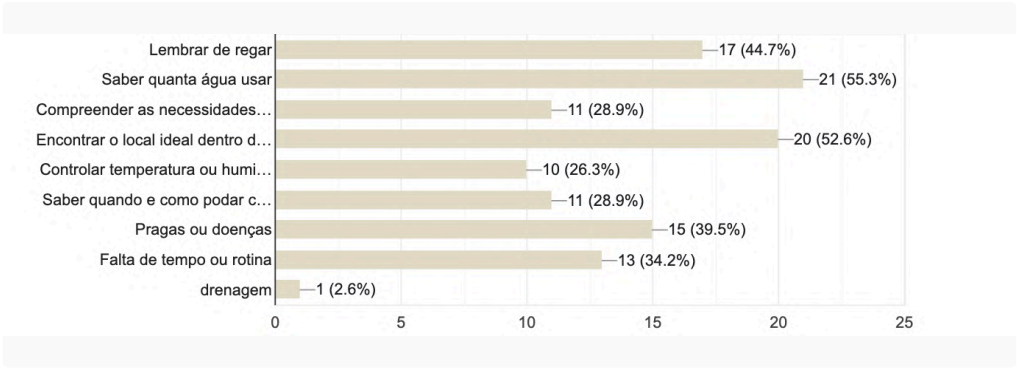
3.4. Como você decide quando regar suas plantas? (38 respostas)



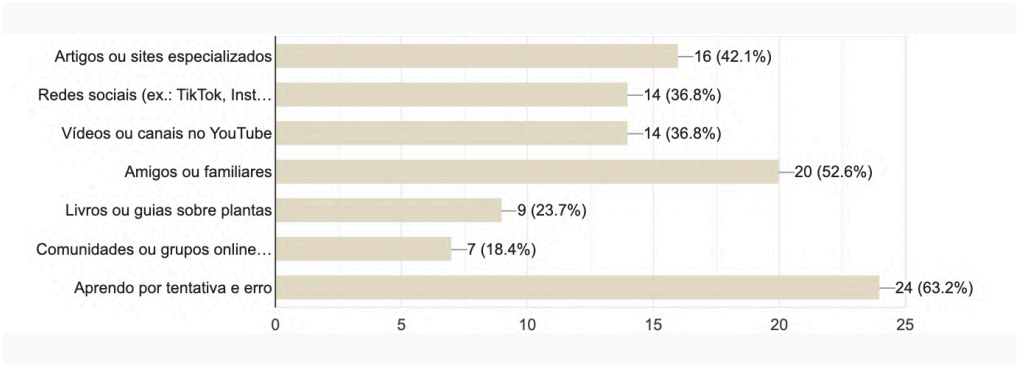
3.5. Você já perdeu alguma planta porque não percebeu um problema a tempo? (38 respostas)



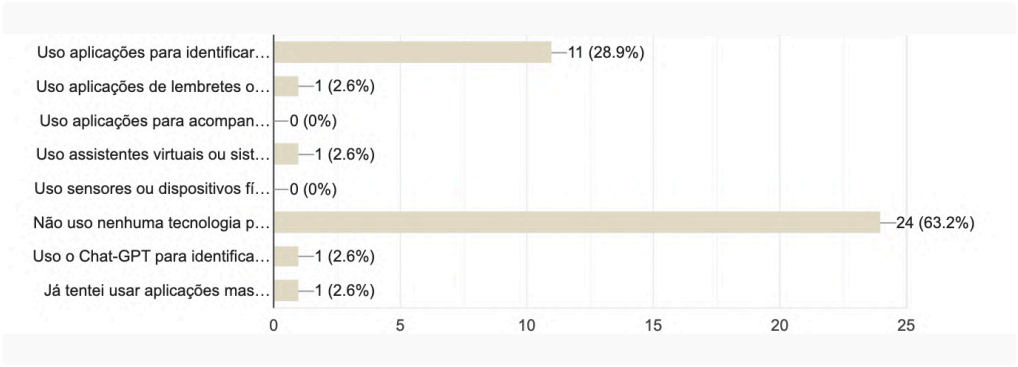
3.6. Quais são as principais dificuldades que você enfrenta para manter suas plantas saudáveis? (selecione as 4 principais) (38 respostas)



3.7. Como você costuma buscar informações sobre o cuidado das suas plantas? (38 respostas)



3.8. De que forma você utiliza tecnologia para ajudar no cuidado das suas plantas? (38 respostas)



3.9. Se você pudesse mudar uma coisa para tornar o cuidado com plantas mais fácil ou mais prazeroso, o que seria? (18 respostas)

”Eu já acho prazeroso fazer cuidados básicos (tipo regar e limpar), mas acho difícil fazer coisas como replantar, tratar, mudar de vaso etc...Pra isso, seria mais fácil ter um local na casa adequado pra isso e um passo a passo simples do que fazer. Acho complexo e por isso não faço.”

”Automatizar alguns cuidados ou receber lembretes.”

”Ter um espaço para fazer as mudas de vaso/terra, visto que moro num apartamento sem varanda.”

”Arranjava um solário na entrada para elas”

”Ter um app que me enviasse informações real time da minha planta.”

”Saber do que precisam para crescerem saudáveis”

“Mudaria para algum espaço mais controlo em relação a temperatura e a disponibilidade de luz”

”Dispor de mais tempo”

“Não me ocorre nada de momento”

“uma melhor perceção do seu estado (quantidade de agua necessária, luz, etc)”

”Conseguir acompanhar alguém com conhecimento no cuidado e tratamento das suas plantas.”

“reduzir o tempo que de rega”

“Eu acredito que o processo de cuidar das minhas plantas seria mais prazeroso se tivesse um meio de me certificar que a planta está a crescer da forma mais eficiente/saudável possível, e que me permitisse conhecer mais as minhas próprias plantas (género Pokédex para botânica).”

“Mais espaço”

“Ter mais tempo em casa”

“Ter um mini guia de cuidados impresso, bem simples e didático, quase como um 'calendário de parede', mas que reúne neste caso apenas informações úteis conforme as estações do ano, com dicas essenciais para a manutenção e cuidado das espécies de plantas mais comuns/ ou indicadas para se ter em apartamentos. Sei que existem apps que apresentam ótimos recursos de cuidados, mas ainda não encontrei nenhuma free que fosse prática o suficiente. Acho que se houvesse uma app que pudesse enviar notificações/ lembretes via sms, seria mais eficaz e iria se competir menos com as notificações de outras apps do telemóvel.”

“sensors in the pots to advise when it needs watering and how much”

”Seguir algum curso ou workshop para aprofundar os meus conhecimentos.”