

# TerraFM

Ana Loureiro<sup>1</sup> José Rubem Neto<sup>2</sup> Miguel Cartaxo<sup>3</sup> Anderson Tembe<sup>4</sup> Felizardo Xavier<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Aveiro, Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática.

<sup>2</sup> Universidade de Aveiro, Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática.

<sup>3</sup> Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Mecânica

<sup>4</sup> Universidade de Aveiro, Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática.

<sup>5</sup> Universidade de Aveiro, Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática.

ana.sl@ua.pt

## Resumo

A exclusão digital dos pequenos agricultores, em particular dos mais idosos, limita a adoção de práticas de agricultura de precisão e compromete o avanço do ODS 2 - Fome Zero. Este relatório descreve o processo criativo que conduziu à criação do TerraFM, um dispositivo de assistência agrícola baseado em voz, inspirado na forma e no uso de um rádio tradicional. Recorremos ao modelo de Design Thinking de cinco fases (Emergência, Empatia, Experimentação, Elaboração e Exposição), combinando a análise de iniciativas existentes, a construção da persona e mapa de empatia, o uso de analogias e a confrontação semântica, e o desenvolvimento de protótipos de baixa fidelidade. O resultado é uma proposta de solução que traduz dados complexos (sensores de campo, meteorologia, inteligência artificial) em conselhos simples e orais, em dialeto local, dispensando o uso de smartphones ou literacia digital avançada. Mais do que detalhar o produto técnico, o relatório foca-se nas aprendizagens do processo criativo: a importância de adaptar a tecnologia ao contexto cultural e cognitivo do utilizador, o papel das metáforas na geração de conceitos e o contributo de ferramentas de inteligência artificial para a visualização rápida de ideias.

**Palavras-chave:** Agricultura, Exclusão digital, Design Thinking, Pequenos Agricultores.

## 1 Introdução

A fome e a insegurança alimentar continuam a afetar milhões de pessoas no mundo, mantendo o SDG 2 - Zero Hunger como um desafio atual e prioritário (FAO, 2023)[1]. Os pequenos agricultores, que produzem grande parte dos alimentos, ficam em desvantagem quando são excluídos da transformação digital do setor.

Neste trabalho apresentamos uma solução tecnológica centrada no utilizador: um dispositivo de voz adaptado a contextos rurais com baixa literacia digital, que procura inverter a lógica em que é o agricultor que tem de se adaptar à tecnologia. O relatório inclui uma breve análise de referências, a definição do problema, a caracterização do utilizador e a descrição da proposta conceptual desenvolvida.

## 2 Método

O desenvolvimento do projeto seguiu um modelo de Design Thinking, estruturado em cinco fases principais: *Emergência*, *Empatia*, *Experimentação*, *Elaboração e Exposição*. Em cada fase foram utilizadas técnicas e artefactos específicos que permitiram evoluir de um problema amplo para uma proposta de solução concreta.

### 2.1 Fase 1: Emergência

Nesta fase, clarificamos o desafio através da Declaração de Intenção, passando a encarar a exclusão tecnológica agrícola como resultado da fraca adaptação da tecnologia aos contextos dos agricultores idosos. Depois, o benchmark de quatro iniciativas de agricultura digital permitiu identificar padrões fortes comuns (importância de abordagens multicanal, língua local, modelos cooperativos) e lacunas (dependência de infraestruturas externas, pouca autonomia tecnológica, ausência de feedback em tempo real), que orientaram as fases seguintes do processo criativo.

**Tabela 1.** Declaração de intenção

Problema	Mudar a abordagem à exclusão tecnológica agrícola de uma questão de infraestrutura e educação digital para uma de adaptação tecnológica aos contextos cognitivos, económicos e culturais dos agricultores.
Público	Priorizar não apenas agricultores com potencial de modernização, mas especialmente aqueles com maior exclusão digital: idosos, baixa escolaridade, e comunidades rurais remotas.
Falhas Anteriores	Esforços prévios basearam-se no princípio de que agricultores devem adaptar-se à tecnologia: apps complexas, interfaces digitais, dependência de internet constante, e formação técnica padrão.
Novo Valor	A ideia de que a tecnologia agrícola deve adaptar-se radicalmente ao utilizador: desenvolver sistemas que funcionem por voz em dialeto local, operem offline, e traduzam dados complexos em conselhos práticos imediatos.
Oportunidade	Criar pontes entre conhecimento técnico-científico e sabedoria tradicional através de interfaces universais que respeitem os modos naturais de comunicação e operação das comunidades rurais.
Risco	Desenvolver soluções que ainda exijam algum nível de literacia digital, que não funcionem em condições reais de campo, ou que não ganhem a confiança das comunidades por falta de contextualização cultural.

Tabela 2. Benchmark

<i>Initiative</i>	<i>Approach</i>	<i>Target Audience</i>	<i>Key Actions</i>	<i>Achievements</i>	<i>Limitations</i>
<b>AGRIKIT: Manual digital para agricultores rurais</b> [2] (Malásia)	Kit físico para uso de plataforma agrícola online.	Pequenos agricultores rurais, sobretudo idosos com baixa literacia digital.	Manual em papel com instruções e imagens para usar a plataforma AgroBazaar Online; sessões de formação locais.	Aumenta literacia digital e uso de mercados online.	Depende de formadores e distribuição; internet fraca reduz impacto.
<b>Cooperativa Naranjito: Agricultura de precisão</b> [3](Paraguai)	Projeto via cooperativa para acesso a tecnologia de precisão.	Pequenos e médios produtores agrícolas, membros da cooperativa Naranjito e de outras cooperativas rurais.	Compra/partilha de tecnologia; formação para usar dados na gestão da exploração.	Dá acesso a tecnologia cara; aumenta produtividade e rendimento.	Atua só numa região; depende de financiamento externo e boa gestão da cooperativa.
<b>TechnoServe: Training for Unconnected Farmers</b> [4]	Formação agrícola presencial com apoio multimédia (vídeo, rádio, SMS)	Pequenos agricultores com pouca internet em África e América Latina.	Dias de campo; vídeos e áudio em língua local; rádio comunitária; mensagens e chamadas de reforço.	Maior adoção de boas práticas; efeito de partilha para agricultores não formados diretamente.	Requer equipamentos e conteúdos em várias línguas; só SMS/voz tem impacto menor.
<b>FarmerChat : AI for farming advice</b> [5] (Índia/África)	Chatbot em língua local com conselhos personalizados por voz.	Pequenos agricultores em zonas rurais com baixa literacia e conectividade; 43% são mulheres.	Respostas em tempo real sobre solo, pragas, água e culturas; apoio de rede de agentes de extensão.	+8,2 M agricultores alcançados; custo 10× menor que extensão tradicional; aumentos de rendimento e produtividade; maior confiança das mulheres.	Requer smartphone e alguma internet; depende de agentes; precisa treino contínuo com dados locais; questões de privacidade e possível substituição de saber tradicional.

## 2.2 Fase 2: Empatia

Esta fase teve como objetivo compreender o perfil e as resistências dos agricultores que confiam sobretudo nos métodos tradicionais e desconfiam da tecnologia. Analisamos entrevistas e documentos sobre a agricultura tradicional, o envelhecimento rural e o SDG 2, o que cruzou narrativas reais com o enquadramento teórico.

Deste processo resultou uma persona com uma forte confiança no conhecimento ancestral, baixa literacia digital e a necessidade de provas concretas para mudar; com base nela construiu-se um mapa de empatia que clarificou dores, necessidades e barreiras culturais e psicológicas à adoção tecnológica.

Figura 1. Mapa de Empatia{1}



### 2.3 Fase 3: Experimentação

Na fase de experimentação foram exploradas diferentes possibilidades de solução recorrendo a duas técnicas principais: a analogia e a confrontação semântica. O objetivo foi transformar os insights obtidos na emergência e na empatia num conceito de produto coerente com o contexto do agricultor idoso.

#### Analogia:

A água não tem forma própria - adapta-se ao recipiente onde é colocada. A tecnologia deve fazer o mesmo: moldar-se ao contexto do agricultor, seja por voz, rádio ou papel.

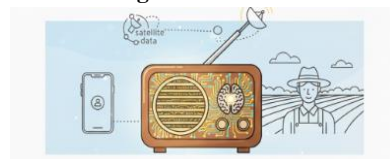
**Figura 2.** Recipientes com água



#### Confrontação Semântica

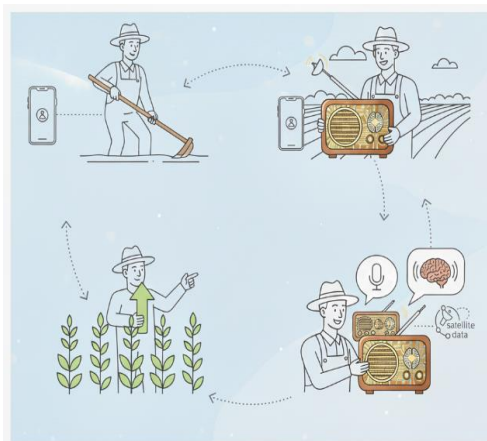
“Modernização” faz pensar em apps complexas. Mas isso exclui quem mais as precisa. A proposta é criar tecnologia que parece simples (um rádio) mas é avançada por dentro (IA + dados de satélite).

**Figura 3.** Rádio



#### Projeto Proposto

**Figura 4.** Projeto TerraFM

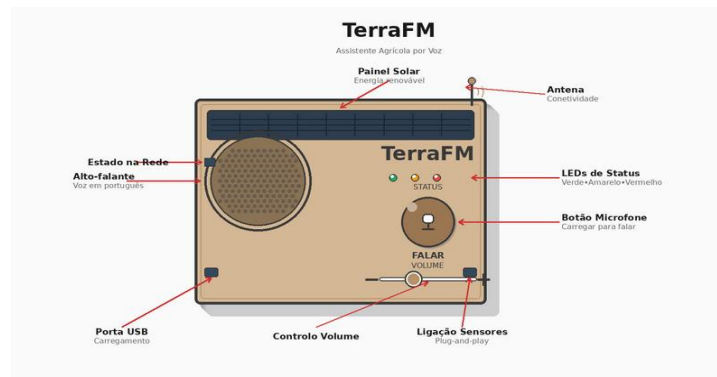


1. Agricultor usa métodos tradicionais
2. Dispositivo simples é introduzido
3. Faz perguntas por voz, recebe resposta simples
4. Produtividade aumenta, cultura preservada

## 2.4 Fase 4: Elaboração

Nesta fase definimos os principais componentes do TerraFM (dispositivo, sensores, voz) e simplificamos o seu fluxo de funcionamento em passos claros, sempre ligados às necessidades da persona. Esta síntese serviu de base para fechar o conceito e preparar a fase de Exposição.

Figura 5. Protótipo TerraFM



## 2.5 Fase 5: Exposição

Na fase de Exposição, o foco passou para a comunicação clara do projeto. Organizamos o Storyboard em torno da jornada do agricultor idoso, de modo a mostrar o antes, durante e depois do TerraFM.

Figura 6. Storyboard TerraFM{2}



## 3 Resultado

### 3.1 Solução Proposta: TerraFM

A TerraFM é um dispositivo de assistência agrícola baseado em voz, que combina a familiaridade de um rádio tradicional com a tecnologia avançada da inteligência artificial.

### 3.2 Descrição Técnica

O sistema é composto por:

- **Dispositivo principal:** Aparelho físico semelhante a um rádio antigo, com um botão de microfone, altifalante e indicadores LED simples.
- **Sensores de campo:** Pequenos dispositivos instalados no solo que medem a humidade, temperatura e condições do solo.
- **Backend de IA:** Combina os dados dos sensores com informação meteorológica e gera recomendações.
- **Interface de voz:** Reconhecimento e síntese de fala em dialetos locais, sem necessidade de literacia digital.

### 3.3 Funcionamento

O agricultor faz perguntas curtas por voz (ex.: “Devo regar hoje?”). O sistema analisa dados do solo, da meteorologia e do histórico da exploração e responde oralmente, em linguagem simples, sugerindo a melhor ação, sem números ou terminologia técnica.

### 3.4 Potenciais Benefícios

- **Acessibilidade:** não requer smartphone, apps ou literacia digital.
- **Cultural:** complementa o conhecimento tradicional em vez de o substituir.
- **Económico:** reduz perdas e melhora o uso de água, adubo e tempo.
- **Social:** inclui agricultores idosos e comunidades pouco conectadas.
- **Escalabilidade:** adapta-se a diferentes regiões via língua e calibração de sensores.

### 3.5 Potenciais Riscos e a nossa resposta

- **Dependência tecnológica:** mitigada ao manter o agricultor como decisor final.
- **Falhas técnicas:** hardware robusto, funcionamento offline e sincronização periódica.
- **Desconfiança inicial:** introdução por agentes locais e demonstrações em campo.
- **Privacidade:** sempre que possível, processamento local e dados agregados.
- **Manutenção:** rede de cooperativas para assistência e substituição de peças.
- **Custo inicial:** modelos de partilha comunitária e programas de apoio público.

### 3.6 Exequibilidade

#### Viabilidade Técnica

Assenta em tecnologias já testadas: reconhecimento de voz em línguas locais, sensores agrícolas de baixo custo e canais de transmissão simples (rádio/SMS/sincronização pontual).

#### Viabilidade Económica

- Dispositivo: ~30 - 50 €
- Sensores: ~10 - 20 € por conjunto
- Operação/ano/agricultor: ~5 - 10 €

O uso cooperativo permite dividir custos e tornar a solução acessível.

#### Viabilidade Operacional

Distribuição através de cooperativas e programas de extensão rural; formação rápida baseada em demonstrações; manutenção simples, com peças substituíveis e opção de energia solar.

### 3.7 Possibilidades de Desenvolvimento Futuro

- Curto prazo (**1–2 anos**): pilotos em comunidades rurais, adaptação a dialectos prioritários e validação das recomendações no terreno.
- Médio prazo (**3–5 anos**): expansão geográfica, integração com informação de mercados e novos módulos (alertas de pragas, culturas alternativas).
- Longo prazo (**5+ anos**): rede de dispositivos interligados, contributo para bases de dados agrícolas regionais e articulação com políticas públicas para agricultura familiar.

### 3.8 Síntese

A TerraFM representa uma abordagem de **tecnologia adaptativa** que inverte o paradigma tradicional: em vez de exigir que agricultores se adaptem a interfaces digitais complexas, a tecnologia molda-se aos modos naturais de comunicação e operação das comunidades rurais. A solução responde diretamente às lacunas identificadas no benchmark - dependência de infraestruturas externas, falta de autonomia, ausência de feedback em tempo real - propondo um sistema que funcione offline, opere por voz em dialeto local, e traduza dados complexos em conselhos práticos imediatos.

## 4 Reflexão final

O processo criativo do TerraFM mostrou a importância de dedicar tempo às fases de Emergência e Empatia, evitando avançar demasiado cedo para a solução. A persona e o mapa de empatia ajudaram a corrigir ideias pré-feitas sobre o agricultor idoso e a manter o foco nas suas motivações, medos e limitações reais.

O trabalho com analogias, confrontação semântica e iterações contínuas permitiram simplificar as ideias iniciais, aproximar a solução da realidade do utilizador e reforçar a noção de que desenhar para contextos vulneráveis exige questionar pressupostos e adaptar a tecnologia à vida concreta das pessoas.

## 5. Citações e Referências

1. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Homepage, <https://www.fao.org> , last accessed 2025/12/21.
2. Naseri, R. N. N., & Idris, N. H.: Addressing Low Digital Literacy Among Rural Farmers Through the AGRIKIT. International Journal of Research and Innovation in Social Science 9(1), 5202–5208 (2025).
3. Inter-American Development Bank - Cooperativa Naranjito: Precision Agriculture for small and medium scale farmers in Paraguay, <https://www.iadb.org/en/project/PR-T1336> , last accessed 2025/11/25.
4. TechnoServe - Digitally Enabled Training for Unconnected Farmers, <https://www.technoserve.org/resources/digitally-enabled-training-for-unconnected-farmers> , last accessed 2025/11/25.
5. Digital Green Homepage, <https://digitalgreen.org> , last accessed 2025/11/30.

## 6. Utilização de IA para geração de imagens

1. A figura 1 (mapa de empatia) foi gerada através de Inteligência Artificial (modelo Banana do Gemini), usando a nossa tabela como prompt:

Dimensão	Descrição
O que faz (What he does)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usa métodos agrícolas tradicionais.</li> <li>• Planta segundo o calendário ancestral.</li> <li>• Observa sinais naturais (céu, vento, solo).</li> <li>• Utiliza ferramentas manuais simples.</li> </ul>
O que vê (What he sees)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jovens a usar telemóveis e apps agrícolas.</li> <li>• Técnicos a falar de sensores e drones e dados.</li> <li>• Equipamentos modernos que parecem caros.</li> <li>• Agricultores vizinhos a testar novas práticas e tecnologias.</li> </ul>
O que deseja (What he wishes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar a produção sem grandes mudanças.</li> <li>• Garantir colheitas seguras apesar do clima.</li> <li>• Ter ferramentas simples, baratas e confiáveis.</li> <li>• Usar algo novo sem medo de falhar.</li> </ul>

O que pensa e sente (What he thinks & feels)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Os métodos antigos sempre funcionaram, portanto são melhores.”</li> <li>• “Se eu mexer e estragar, quem vai pagar o prejuízo?” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insegurança nas apps e diferenças de língua.</li> <li>• Desconfiança de mudanças.</li> <li>• Sente pressão dos jovens, mas hesita.</li> </ul> </li> </ul>
O que ouve (What he hears)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jovens a dizer: “Com o telemóvel dá para saber a chuva e a melhor hora de plantar.”</li> <li>• Técnicos a falar de produtividade, dados, clima e “inovação”.</li> <li>• Histórias de agricultores que perderam dinheiro ao tentar coisas novas.</li> <li>• Propagandas de produtos e apps prometendo “soluções milagrosas”</li> </ul>
Pains	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa produtividade.</li> <li>• Perdas devido ao clima.</li> <li>• Dificuldade em competir no mercado.</li> </ul>
Gains	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzir mais sem complicação.</li> <li>• Usar tecnologia simples e útil.</li> <li>• Apoio presencial e em línguas locais.</li> <li>• Resultados rápidos e visíveis.</li> </ul>

2. A figura 6 (Storyboard) foi gerada através de Inteligência Artificial (modelo Banana do Gemini), usando a nossa história como prompt:

### **Storyboard – “Jornada do Agricultor Idoso com a TerraFM”**

#### **(Quadro 1)**

Agricultor idoso no campo, a olhar para o céu nublado mas seco e para a terra seca. No fundo, um jovem com uma capa de chuva com um telemóvel numa app de meteorologia.

Texto curto no quadro:

“O agricultor depende de sinais naturais e do calendário antigo.”

“Não sabe se deve regar hoje; tem medo de estragar a colheita.”

Realçar: Plantas pequenas / fracas, expressão preocupada.

#### **(Quadro 2)**

Outro jovem mostra ao agricultor um pequeno dispositivo parecido com um rádio antigo com botão de microfone e luzes.

Balão de fala do jovem: “Isto fala contigo e diz se deves regar ou não.”

Texto curto no quadro:

“É apresentado um dispositivo que traduz dados em conselhos simples, em dialeto local.”

Realçar: Agricultor com uma expressão meio desconfiada, meio curiosa.

**(Quadro 3)**

Agricultor a carregar no botão grande e a falar para o aparelho.

Balão de fala do agricultor: “Amigo, devo regar hoje?”

Balão de resposta do rádio: “Vai chover à tarde, não regues hoje.”

Texto curto no quadro:

“O agricultor faz perguntas por voz e recebe respostas claras, sem números nem apps.”

Detalhe: Pequenos sensores desenhados no solo ligados a outro dispositivo parecido (sem botões).

**(Quadro 4)**

Mesma horta, agora com plantas maiores e colheita abundante.

Agricultor a sorrir com a família, ainda com o chapéu tradicional e o calendário ancestral pendurado numa árvore.

Vizinhos curiosos a olhar para o dispositivo.

Balão de pensamento do agricultor: “Continuo a fazer como aprendi, mas agora sei quando a tecnologia me pode ajudar.”

Texto curto no quadro: “Produtividade aumenta, o risco diminui, e o conhecimento é respeitado.