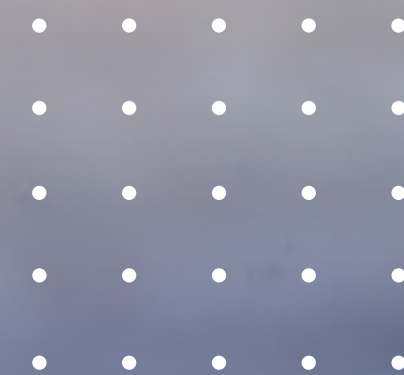


ACTIVACIÓN DE
RECURSOS CULTURALES Y
NATURALES EN LOS
CAMINOS A SANTIAGO
DEL SUDOESTE EUROPEO



JORNADA 1 · WEBINARIO

Medición de afluencias y gestión de
rutas patrimoniales y turísticas

Pedro Pereira

NOVA FCT

11 de Junho de 2025



Agence française
des chemins
de Compostelle



**Interreg
Sudoe**



Co-funded by
the European Union

Ultreia_Sudoe

Proposta para o
Caminho de Santiago

Tecnologias
Analisadas

Tendências

Gestão de fluxo
de visitantes

Contexto



Importância histórica, espiritual,
cultural e turística



Excesso de digitalização pode reduzir a
introspeção e conexão espiritual

A tecnologia não substitui a essência do Caminho, mas
pode torná-lo mais acessível, seguro e enriquecedor



Contexto

- O **projeto Ultreia_Sudoe** visa revitalizar territórios rurais atravessados pelo **Caminho de Santiago (CaS)** através da valorização dos seus recursos naturais, culturais e produtivos, com destaque para o artesanato, a gastronomia e o património local.
- Com uma forte aposta na **transformação digital e na gestão inteligente dos fluxos turísticos**, o projeto procura desenvolver ferramentas tecnológicas que permitam:
 - monitorizar a afluência de visitantes,
 - melhorar a sua experiência e apoiar o planeamento estratégico das regiões envolvidas.
- A monitorização precisa de visitantes é, assim, um elemento-chave para promover um **turismo sustentável, autêntico e bem distribuído**, garantindo a preservação dos valores culturais e sociais do território.



Planeamento estratégico

Permite identificar os pontos mais frequentados e ajustar os serviços e infraestruturas às necessidades reais dos utilizadores.



Gestão de fluxos

Ajuda a monitorizar entradas e saídas, prevenindo sobrecargas e promovendo uma melhor distribuição dos visitantes ao longo do percurso.



Análise de padrões de mobilidade

Facilita a criação de modelos preditivos sobre comportamentos de visitantes, horários de pico, permanência e rotas preferidas.



Melhoria da experiência turística

Garante um acolhimento mais organizado e confortável aos peregrinos, respeitando o caráter autêntico e espiritual do percurso.



Segurança e prevenção

A contagem contínua permite detetar anomalias, reforçar medidas de segurança e planear respostas de emergência.



Sustentabilidade territorial

Apoia a preservação dos recursos naturais e culturais, evitando a sobreexploração de áreas sensíveis.



Suporte à tomada de decisão pelas entidades locais

Fornece dados objetivos para políticas públicas, estratégias de turismo e iniciativas de dinamização económica local.



Condições ambientais

- **Clima e topografia** afetam o desempenho dos sensores (chuva, vento, poeira, etc.).
- Importância de garantir **proteção IP** adequada contra sólidos e líquidos (norma IEC 60529).
- Considerar a **temperatura de operação** de cada equipamento.
- Relevo do terreno influencia o alcance e posicionamento dos sensores.



Energia

- **Alimentação elétrica convencional** (ideal em zonas urbanas).
- **Baterias** recarregáveis ou substituíveis (útil em locais remotos).
- **Painéis solares** com bateria de apoio para zonas sem acesso à rede.
- **Energia cinética** (ex: sensores ativados por movimento físico – menos comum).



Conectividade

- **Wi-Fi ou Ethernet** para transmissão de dados em tempo real.
- **Bluetooth ou infravermelhos** para ligações locais de curto alcance.
- **Redes móveis (GSM/3G/4G/5G)** para áreas sem infraestrutura fixa.
- **APIs** permitem integração com plataformas de gestão e apps móveis.



Armazenamento de dados

- **Local (on-device):** Recolha e exportação manual.
- **Servidor local:** Gestão interna com controlo total dos dados.
- **Nuvem (cloud):** Acesso remoto, centralizado e em tempo real.
- **Dispositivos externos:** USB, cartões SD, etc., como backup.
- **Bases de dados relacionais** para sistemas complexos e escaláveis.



Privacidade e proteção de dados

- Cumprimento do **RGPD** e da legislação nacional.
- Minimizar captação de imagens ou dados pessoais.
- Utilizar técnicas de **anonimização** e mascaramento de zonas sensíveis.
- Exigir **consentimento explícito** quando necessário (ex: localização por GPS).

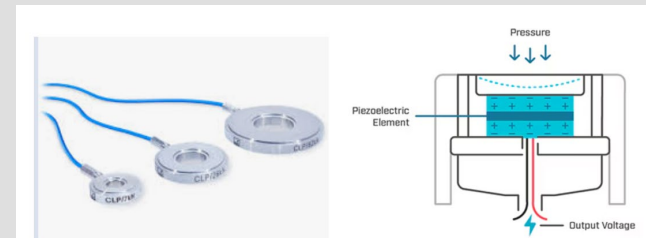
1. Fotocélulas

- Funcionamento:** Detetam a passagem através da interrupção de um feixe de luz.
- Vantagens:** Simples, económica, eficaz em passagens estreitas.
- Limitações:** Não distingue direções sem instalação dupla, imprecisa em fluxos densos



2. Sensores de pressão/piezoelétricos

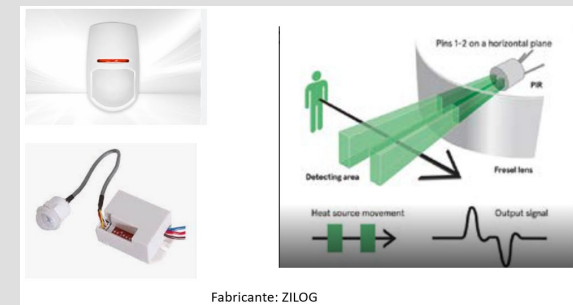
- Funcionamento:** Detetam o peso ou pressão de passos no solo.
- Vantagens:** Invisível, discreto, pode estimar tipo de pessoa pelo peso.
- Limitações:** Só funciona se for pisado, precisa de manutenção, impreciso em corridas ou saltos.



DIGIKEY

3. Sensores PIR (infravermelhos passivos)

- Funcionamento:** Detetam variações de calor corporal em movimento.
- Vantagens:** Económicos, baixo consumo energético, funcionam no escuro.
- Limitações:** Sensíveis à temperatura ambiente, precisão limitada.



Fabricante: ZILOG

4. Radar (ondas de rádio)

- Funcionamento:** Mede a reflexão de ondas de rádio para detetar movimento e direção.
- Vantagens:** Alta robustez, não depende da luz, distingue direção e velocidade.
- Limitações:** Custo elevado, pode ter dificuldade com objetos muito próximos.



Fabricante: SENSIMAX

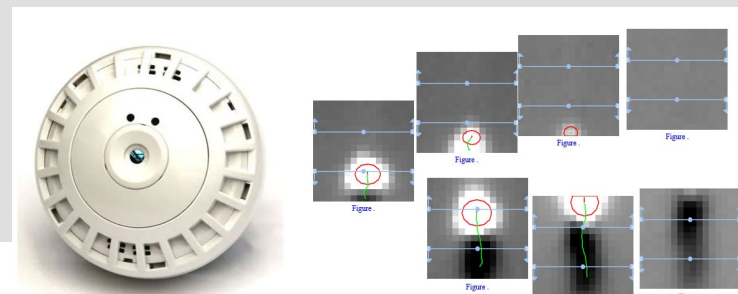
5. Rastreio de dispositivos móveis (Wi-Fi/Bluetooth)

- Funcionamento:** Deteta sinais emitidos por telemóveis com redes ativas.
- Vantagens:** Amplo alcance, dados em tempo real, instalação flexível.
- Limitações:** Depende de dispositivos ativos, questões de privacidade.



6. Sensores térmicos

- Funcionamento:** Detetam radiação infravermelha emitida pelo corpo humano.
- Vantagens:** Funcionam bem no escuro, não intrusivos, baixa manutenção.
- Limitações:** Dificuldade em contar pessoas muito próximas, sensíveis ao calor ambiente.



7. Câmaras inteligentes com análise de imagem

- Funcionamento:** Usam visão computacional e IA para identificar e contar pessoas.
- Vantagens:** Alta precisão, classificam objetos, analisam comportamento.
- Limitações:** Requerem luz mínima, implicações legais (LOPD/RGPD), custo elevado.



8. Visão estereoscópica (câmaras 3D)

- Funcionamento:** Usa duas câmaras para criar visão 3D e detetar profundidade.
- Vantagens:** Elevada precisão em ambientes complexos, distingue entre planos.
- Limitações:** Instalação exigente, processamento intensivo, custo elevado.



9. Câmaras Time of Flight (ToF)

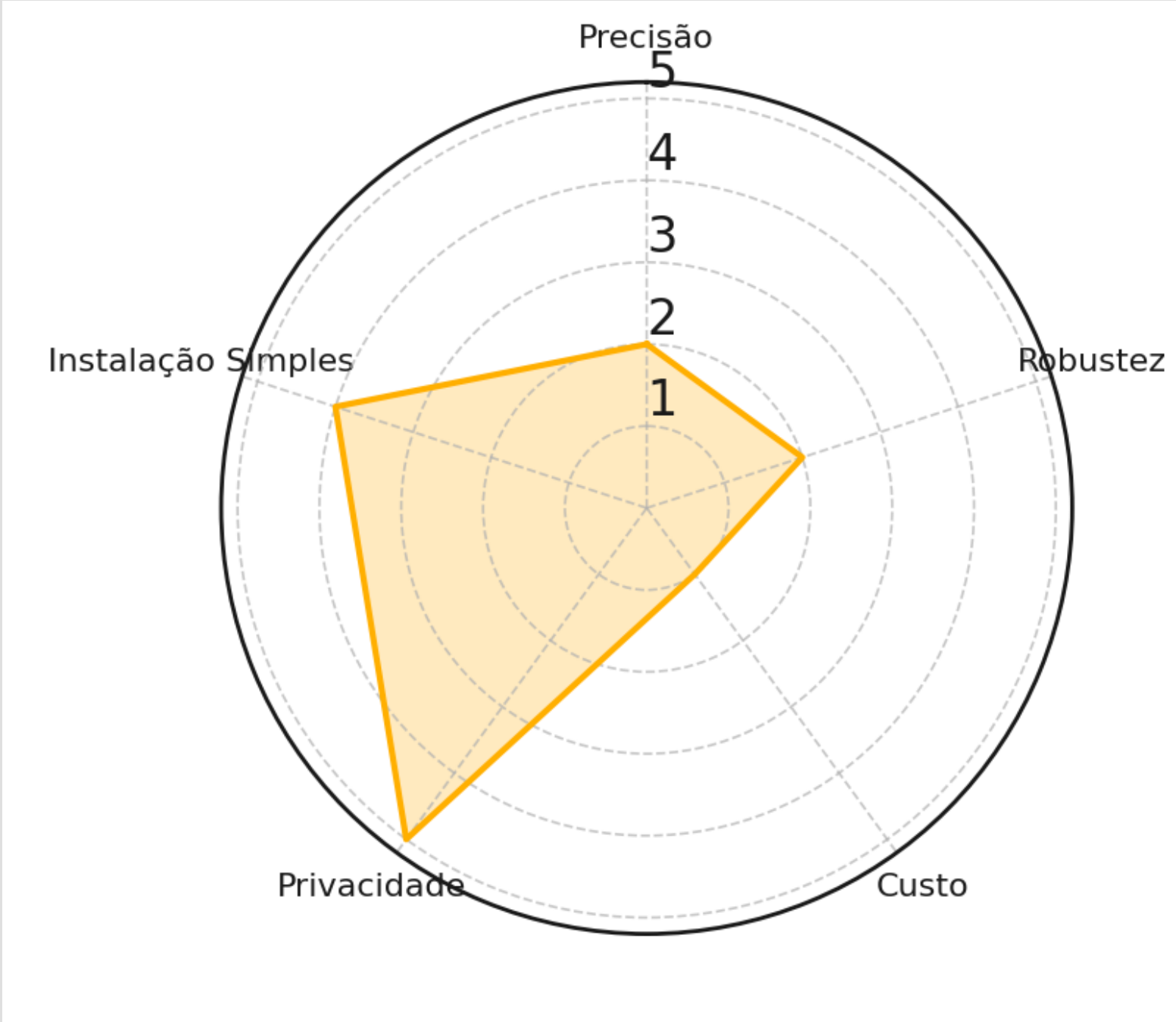
- Funcionamento:** Mede o tempo que a luz infravermelha leva a refletir no objeto.
- Vantagens:** Boa em ambientes com pouca luz, mapa 3D em tempo real.
- Limitações:** Alcance limitado, afetadas por poeiras/nevoeiro, exigem hardware.

10. Tecnologia LiDAR

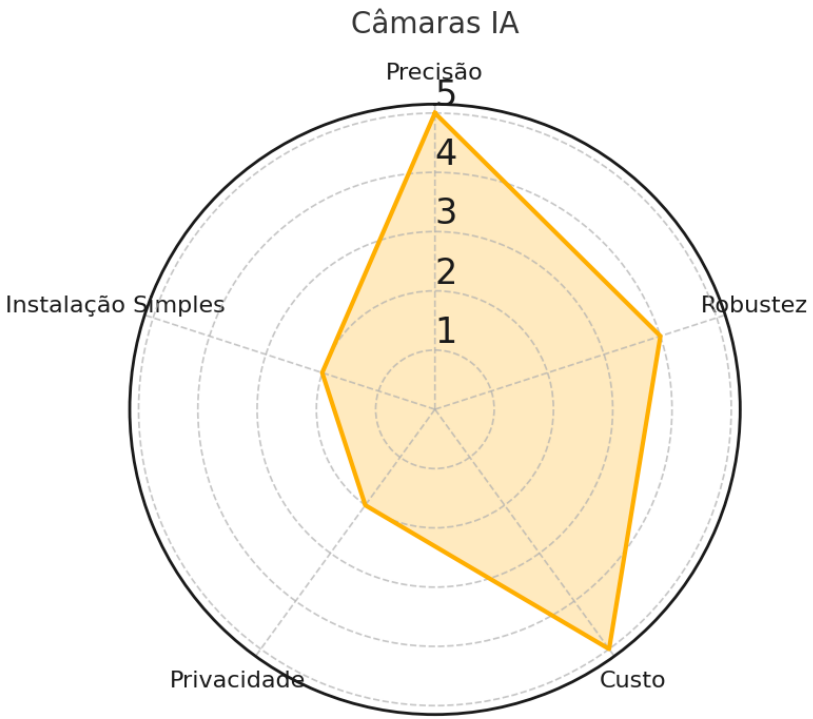
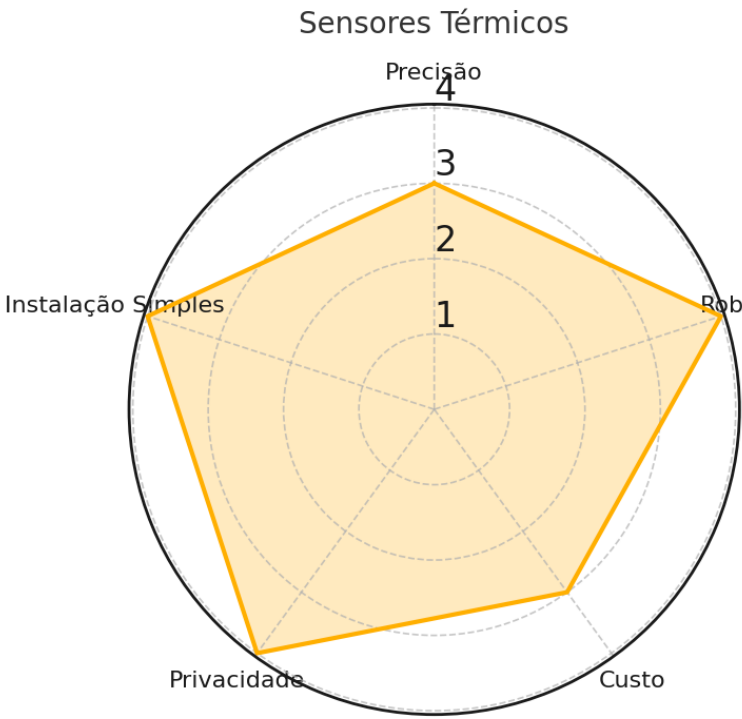
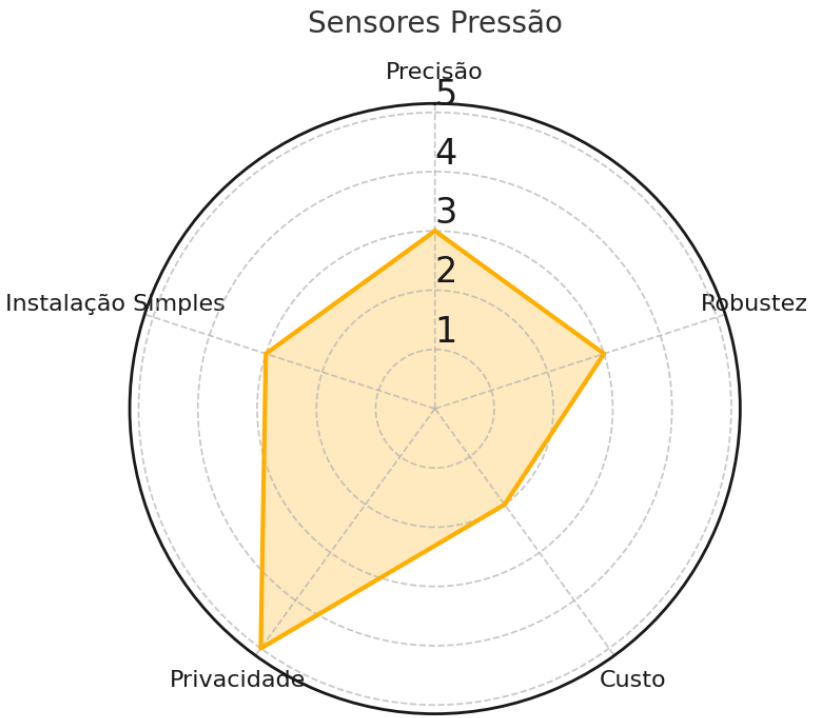
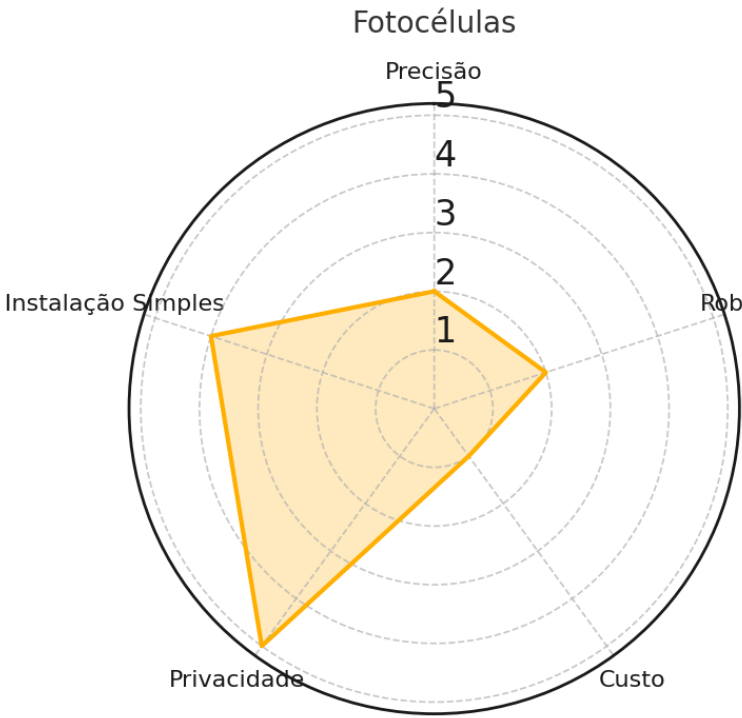
- Funcionamento:** Emite pulsos laser para mapear o ambiente em 3D.
- Vantagens:** Elevada exatidão, respeita a privacidade, ideal para grandes multidões.
- Limitações:** Custo muito elevado, grande volume de dados, sensível ao ambiente.

Tecnologias Analisadas - resumo

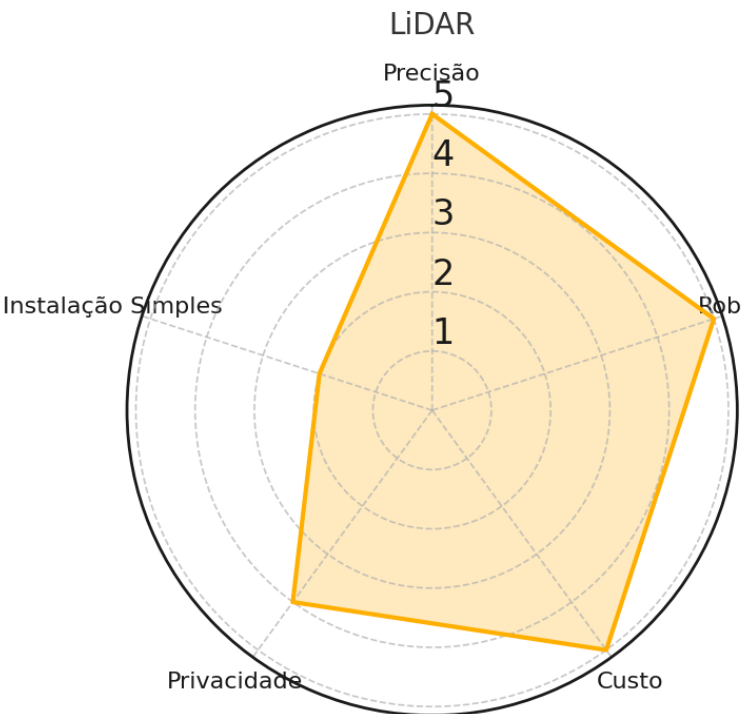
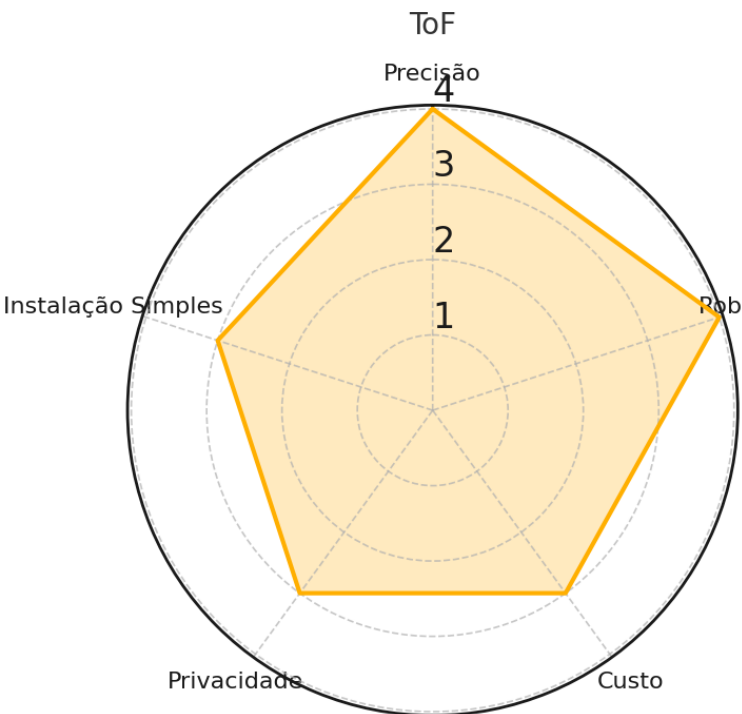
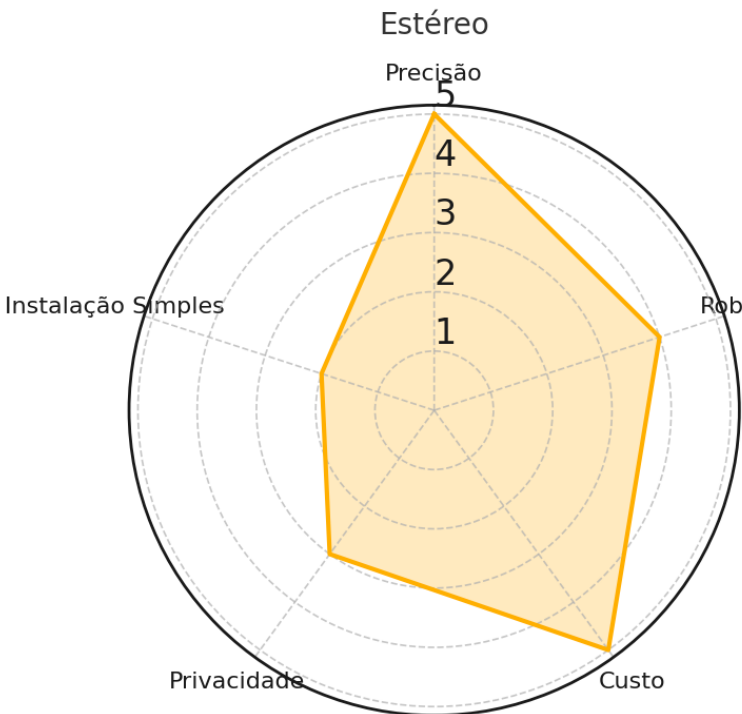
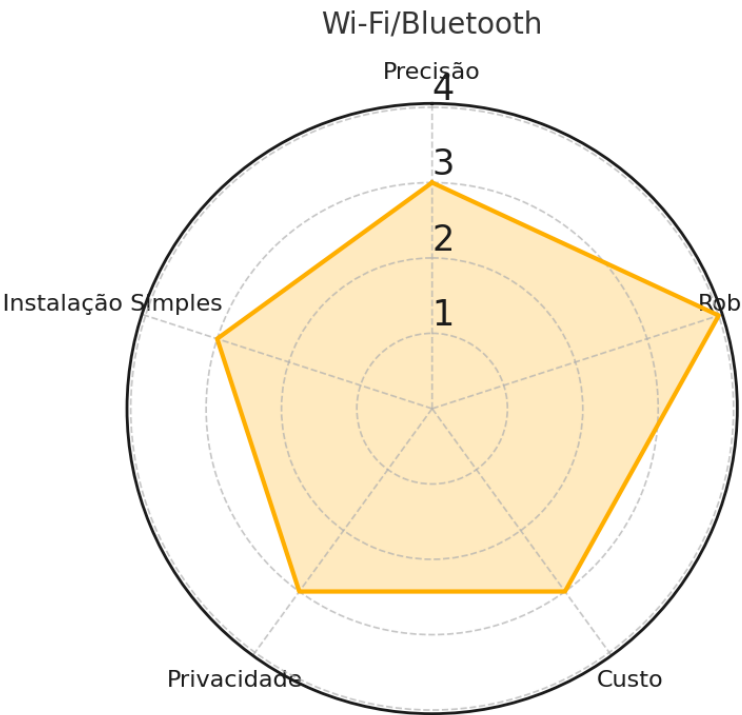
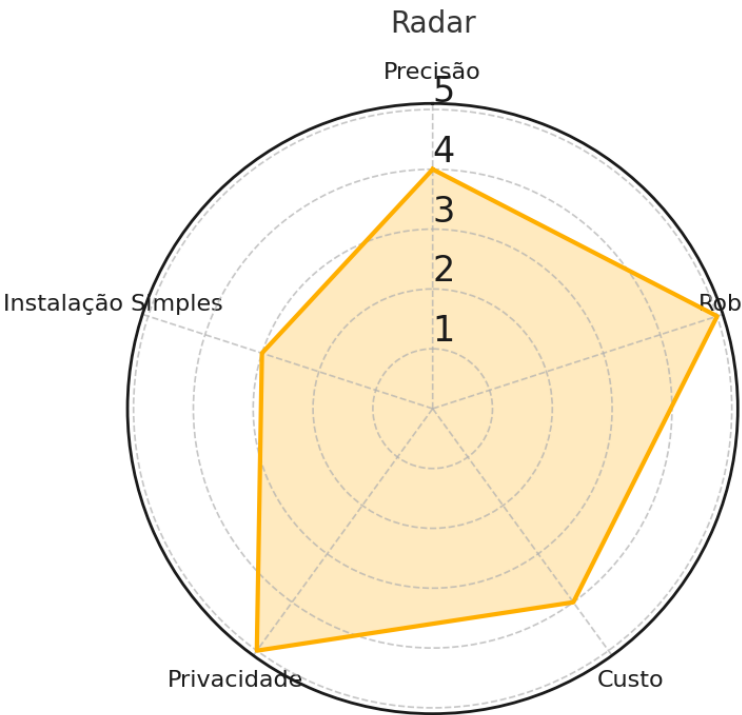
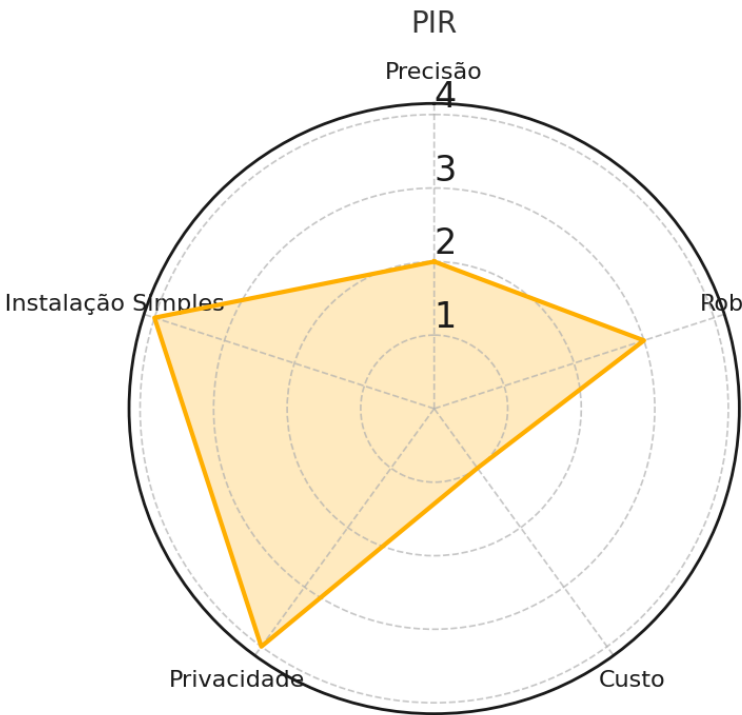
Tecnologia	Vantagens	Limitações
Fotocélulas	Económica e simples	Imprecisa em multidões
Sensores de Pressão	Discreta e oculta	Necessita ser pisado
PIR (infravermelhos passivos)	Baixo custo e consumo	Sensível ao ambiente envolvente
Radar	Alta robustez e alcance	Custo elevado
Wi-fi / Bluetooth	Instalação flexível, dados em tempo real	Depende de dispositivos ativos
Sensores Térmicos	Funciona no escuro, não intrusiva	Sensível ao calor e ambiente envolvente
Camaras com IA	Alta precisão e análise avançada	Questões legais e custos
Visão Estéreo	Boa separação de pessoas	Custo e instalação exigente
ToF	Boa em baixa luz, mapas 3D	Alcance limitado, sensível a nevoeiro
LiDAR	Elevada precisão, respeita a privacidade	Muito caro e sensível ao ambiente envolvente



Tecnologias Analisadas



Tecnologias Analisadas



LiDAR vs ToF

Critério	LiDAR	ToF
Funcionamento	Emite pulsos de laser e mede o tempo de retorno para criar um mapa 3D detalhado.	Mede o tempo que a luz infravermelha demora a refletir nos objetos.
Precisão	Muito alta – excelente para contagens em ambientes complexos e multidões.	Alta, mas inferior ao LiDAR – suficiente para interiores ou fluxos moderados.
Alcance	Longo – adequado para espaços abertos e áreas extensas.	Curto a médio – ideal para interiores e entradas.
Robustez	Elevada – adequado para uso exterior com condições variáveis.	Boa – pode ser afetado por poeira, nevoeiro ou reflexos.
Custo	Alto – requer investimento significativo.	Moderado – mais acessível que LiDAR.
Privacidade	Excelente – não capta imagens, apenas formas em 3D.	Boa – não identifica indivíduos, mas pode mapear formas.
Instalação	Exige configuração e calibração cuidadosas.	Mais simples – fácil integração em portas, corredores, etc.
Autonomia energética	Média – exige fonte estável de energia.	Média – possível uso com bateria, dependendo do modelo.



1. Integração com Inteligência Artificial (IA)

- Uso crescente de **visão computacional** e algoritmos de **machine learning** para melhorar a detecção, rastreo e classificação de pessoas.
- Capacidade de analisar **padrões de comportamento** e prever fluxos futuros.



2. Plataformas integradas e gestão remota

- Integração dos sensores com **plataformas de gestão centralizada**, permitindo o **monitoramento em tempo real**.
- Visualização dos dados em **dashboards interativos** e acesso remoto via aplicações web ou mobile.



3. Análise preditiva

- Utilização de dados históricos e em tempo real para **prever picos de afluência** e **comportamentos dos visitantes**.
- Apoio à **tomada de decisão estratégica** e à **gestão preventiva de sobrecargas**.



4. Sustentabilidade e baixo impacto

- Desenvolvimento de sensores com **baixo consumo energético** e **alimentação solar**.
- Valorização de tecnologias **não intrusivas e respeitadoras da privacidade**, como o **LiDAR** ou sensores térmicos.



5. Soluções móveis e temporárias

- Utilização de **drones** e sistemas móveis para **contagens pontuais ou sazonais**, sem necessidade de instalação permanente.
- Ideal para eventos, festividades ou períodos de alto fluxo.



6. Conectividade IoT e 5G

- Expansão da **Internet das Coisas (IoT)** permite sensores conectados e sincronizados.
- Adoção do **5G** potencia comunicação de dados em tempo real com baixa latência.

1. Caminhos ou vias de entrada/saída das localidades-piloto

Objetivo: Monitorizar a entrada e saída de peregrinos em zonas de trilho, maioritariamente em caminhos de terra, para recolher dados fiáveis e melhorar a gestão e segurança.

Sensores propostos:

- **Sensor infravermelhos passivo (PIR)** – para deteção de peões.
- **Loop magnético** – para deteção de ciclistas e utilizadores de trotinetes.

Características principais:

- Integração visual no ambiente, preferencialmente com postes em madeira certificada (FSC).
- **Autonomia energética** de pelo menos 12 meses com bateria.
- **Alcance** até 12 metros.
- Resistência a poeiras e água (IP68) e funcionamento entre -40 °C e +50 °C.
- Transmissão de dados via **LTE Cat-M1/NB-IoT**.
- Armazenamento de dados durante 12 meses.
- **Instalação e calibração remotas**.
- **Custo** ~ 4.600 € (equipamento) + 2.000 € (instalação) + 380 €/ano (gestão de plataforma).



2. Pontos estratégicos em zonas urbanas (praças, ruas principais)

Objetivo: Medir o fluxo de pessoas em áreas centrais das localidades, normalmente com grande afluência turística.

Tecnologia proposta:

•Fingerprinting de radiofrequência com Inteligência Artificial

- Deteta dispositivos móveis sem necessidade de aplicações instaladas ou Bluetooth ativo.
- Alta capacidade de deteção (>90%) e geração de indicadores (>80% de qualidade).
- Permite analisar padrões de comportamento e circulação.
- Capacidade de enviar mensagens para os dispositivos detetados (email, SMS, push, etc.).

Características principais:

- Equipamentos **plug & play**, com design discreto para ambientes urbanos.
- Transmissão de dados por **3G, Wi-Fi ou cabo**.
- Acesso aos dados via **API segura** (OAuth2).
- Custo máximo** ~ 6.000 € por unidade (garantia de funcionamento por 3 anos).



3. Postos de atendimento ao peregrino ou paragens

Objetivo: Realizar contagem precisa de pessoas em espaços fechados, com entrada e saída única (ex: postos de informação).

Sensor proposto:

- Sensor de contagem com tecnologia ToF (Time-of-Flight) com IA integrada.

Funcionalidades:

- Contagem **bidirecional** (entrada e saída simultâneas).
- Segmentação de zonas (até 4 regiões personalizadas).
- Medição do tempo de permanência.
- Distingue adultos de crianças e identifica funcionários com lanyards ou refletos.
- Instalação recomendada no teto (entre 2,5 m e 4 m de altura).
- Transmissão de dados via **Wi-Fi**, proteção IP40.
- **Custo máximo** ~ 900 € por unidade (funcionamento garantido por 3 anos).

**Interreg
Sudoe**



**Co-funded by
the European Union**

Ultreia_Sudoe



Pedro Pereira
pmrp @ fct.unl.pt

