



# OPTIMA



Optimization Platform for Tourism Intelligent Management

## Programa

Concurso de Projetos de IC&DT · Madeira – O Turismo e o Mar · 2025.02832.MAD

## Instituição Proponente

Universidade da Madeira

## Parceiros

LARSyS – ITI (IST-ID) · MARE (ARDITI)

## Duração

36 meses · 5 Fev 2025 – 4 Fev 2029

# O Desafio: Sobrecarga Turística

Em 2024, cerca de **1,4 mil milhões de turistas** viajaram internacionalmente — 99% dos níveis pré-pandemia. O crescimento excessivo ameaça as infraestruturas, a segurança e a sustentabilidade dos destinos.



## Concentração de Visitantes

Locais saturados enquanto outros permanecem subaproveitados, criando desequilíbrios no território.

## Falta de Dados em Tempo Real

Gestores turísticos sem acesso a informações precisas sobre a densidade de visitantes para tomar decisões.

## Pressão sobre o Património

Bens culturais e naturais de elevado valor histórico, em risco devido à ausência de regulação de fluxos.

# Visão e Objetivos do Projeto

O OPTIMA propõe um ecossistema tecnológico integrado que combina monitorização física, inteligência artificial, incentivos económicos e valorização cultural numa única plataforma.

1

## Rede de Sensores

Protótipo de monitorização anónima de visitantes, com exatidão superior a 80%, para prever o número de turistas do dia seguinte.

3

## Tarifação Dinâmica

Algoritmos para redistribuição de fluxos com redução mínima de 15% no congestionamento.

2

## Large Language Model (LLM) Local

Modelo de linguagem otimizado para aplicações turísticas regionais.

4

## Narrativa Cultural

Mecanismos de storytelling digital para valorização do património em 20+ locais.

# Rede Inteligente de Sensores



## Infraestrutura de Monitorização

Estações autónomas com energia solar, armazenamento em bateria e *edge* computing, ligadas por redes LoRa de longo alcance e baixo consumo.

→ Sensores de imagem com deteção anónima — foto processada e eliminada imediatamente

→ Mínimo de 8 locais estratégicos na Ilha da Madeira

→ Base de dados híbrida: PostgreSQL + PostGIS + série temporal

# LLM Local e Sistema de Recomendação

Um LLM implementado localmente (baseado em variantes Llama), otimizado para o turismo madeirense através de **Retrieval-Augmented Generation (RAG)**.



## Soberania de Dados

Independência de serviços cloud externos com dados processados localmente.



## Multilingue

Suporte a pelo menos 5 línguas e exatidão >95% em consultas sobre a Madeira.



## Contextual

Recomendações adaptadas à localização, ocupação, clima e perfil do visitante.



## Perfis de Visitante

Filtragem colaborativa e baseada em conteúdo para sugestões personalizadas.

# Tarifação Dinâmica & Modelação Preditiva



## Como Funciona

Preços ajustados em tempo real com base em dados de ocupação, padrões históricos e posição dos visitantes. Utiliza **reinforcement learning** para otimizar distribuição sustentável.

Modelos preditivos combinam séries temporais, dados de chegadas ao aeroporto, registos de cruzeiros e alugueres de veículos para prever fluxos turísticos com precisão >80%.

# Tarifação Dinâmica & Modelação Preditiva

*Implementation of the dynamic pricing mechanism requires integration with existing ticketing systems.*

*Therefore, the project will **collaborate with local authorities** in the development of this system, expressed as a need by the Regional Government of Madeira.*

*In the web-based platform, the user interface considerations will focus on transparency in price communication, ensuring visitors understand the factors influencing current pricing while maintaining simplicity in presentation.*

# Tarifação Dinâmica & Modelação Preditiva

*The dynamic pricing component begins with the development of **mathematical models expressing the relationship between visitor demand, attraction capacity, and price elasticity.***

*These models will incorporate historical visitation patterns extracted from the integrated database, enabling the quantification of seasonal variations and demand fluctuations across different visitor segments.*

*Price sensitivity analysis will then examine differential responses to price adjustments based on visitor demographics.*

# Storytelling Cultural e Disseminação



## Repositório de Conteúdo

Base de dados com história, tradições, figuras históricas e práticas culturais madeirenses, com elementos multimédia.

## Narrativas Geradas por LLM

Conteúdo específico por localização, adaptado ao perfil do visitante, com divulgação progressiva e suporte multilingue.

## 20+ Locais Cobertos

Foco em locais culturalmente significativos mas pouco visitados, transformando observação passiva em experiências interativas.

# Cronograma e Marcos Principais



Orçamento total: 249 430,58 € · Financiamento FCT · 3 bolseiros de investigação contratados

# Impactos Esperados

≥80%

Exatidão dos Modelos  
de Contagem

Contagem de visitantes vs.  
contagem manual

≥15%

Redução do  
Congestionamento

Nos períodos de pico nos  
locais de teste

≥95%

Exatidão do LLM

Em consultas específicas  
sobre a Madeira

5

Artigos Científicos

Em revistas internacionais  
Q1/Q2

O OPTIMA contribui para os ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS 15 (Proteger a Vida Terrestre), produzindo metodologias baseadas em evidência para a literatura de turismo sustentável.

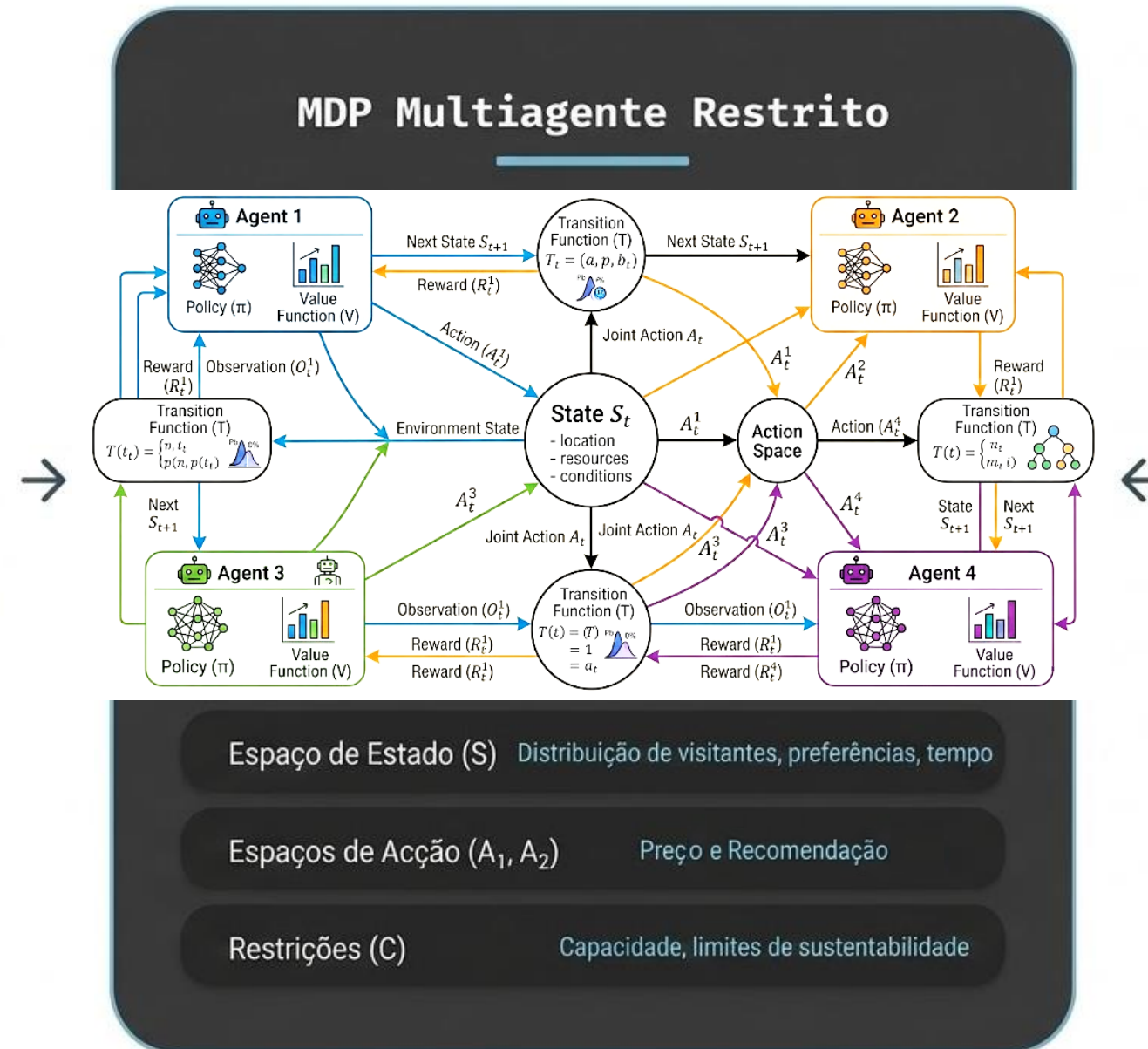
# Metodologia

**Simulador de Ambiente**

- Leituras de sensores
- Visitas históricas
- Dados em tempo real

**Agente de Preço**

- Preço dinâmico
- Optimização de receita
- Dispersão de fluxo



**Agente de Recomendação**

- Itinerários personalizados
- Satisfação do utilizador
- Alinhamento cultural

**Módulo Supervisor**

- Optimização global
- Algoritmo NSGA-II
- Fronteira de Pareto

# Operacionalização

01	02	03	04	05
<p>WP1 · 18 MESES</p> <p><b>Sensor Network Development and Data Integration</b></p> <p>Feb 2026 → Jul 2028</p> <p>TAREFAS PRINCIPAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deploy de estações de monitorização com sensores de imagem e edge computing</li> <li>Rede LoRa com energia solar para transmissão de dados</li> <li>Integração de base de dados híbrida (PostgreSQL + PostGIS + time-series)</li> <li>Calibração e anonimização de dados de visitantes</li> </ul> <p>EQUIPA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FM Fáblio Mendonça 3p/m IR · UMa</li> <li>LP Lucas Pereira 7p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>MR Marko Radeta 3p/m MARE (ARDITI)</li> <li>SM Sheikh Mostafa 2p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>DA Décio Alves 1p/m UMa</li> <li>MF Martim Fernandes 18p/m Bolseiro · BI-a 04</li> </ul>	<p>WP2 · 36 MESES</p> <p><b>LLM Tuning and Recommendation System</b></p> <p>Feb 2026 → Jan 2029</p> <p>TAREFAS PRINCIPAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seleção e fine-tuning de LLM open-source (Llama)</li> <li>Implementação de RAG com base de conhecimento regional</li> <li>Sistema de recomendação contextual multilingue</li> <li>Plataforma web com perfis de visitante e feedback adaptativo</li> </ul> <p>EQUIPA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FM Fáblio Mendonça 3p/m IR · UMa</li> <li>FD Fernando Morgado-Dias 5p/m UMa</li> <li>DF Diogo Freitas 7p/m UMa</li> <li>SM Sheikh Mostafa 2p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>DA Décio Alves 3p/m UMa</li> <li>MT Mazyar Taghavi 8p/m Bolseiro · BI-a 06</li> <li>IR Inês Rodrigues 18p/m Bolseira · BI-a 07</li> </ul>	<p>WP3 · 28 MESES</p> <p><b>Dynamic Pricing and Predictive Modeling</b></p> <p>Feb 2026 → Mai 2028</p> <p>TAREFAS PRINCIPAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de elasticidade de preço e capacidade</li> <li>Algoritmo de pricing dinâmico com reinforcement learning</li> <li>Previsão de fluxos turísticos (aeroporto e porto do Funchal)</li> <li>Integração preditiva com sistema de recomendação</li> </ul> <p>EQUIPA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FM Fáblio Mendonça 3p/m IR · UMa</li> <li>LL Luiz Lopes 7p/m UMa</li> <li>LM Luís P. Machado 3p/m UMa</li> <li>AA António Almeida 2p/m UMa</li> <li>FMD F. Morgado-Dias 2p/m UMa</li> <li>SM Sheikh Mostafa 2p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>DA Décio Alves 3p/m UMa</li> <li>MT Mazyar Taghavi 28p/m Bolseiro · BI-a 06</li> </ul>	<p>WP4 · 18 MESES</p> <p><b>Cultural Storytelling &amp; Knowledge Dissemination</b></p> <p>Mai 2027 → Out 2028</p> <p>TAREFAS PRINCIPAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Repositório de conteúdos histórico-culturais da Madeira</li> <li>Geração de narrativas por localização via LLM multilingue</li> <li>Mecanismos de disclosure progressivo e personalização</li> <li>Aplicação web responsiva e disseminação científica</li> </ul> <p>EQUIPA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FM Fáblio Mendonça 3p/m IR · UMa</li> <li>AA António Almeida 5p/m UMa</li> <li>LM Luís P. Machado 4p/m UMa</li> <li>MR Marko Radeta 4p/m MARE (ARDITI)</li> <li>SM Sheikh Mostafa 1p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>IR Inês Rodrigues 18p/m Bolseira · BI-a 07</li> </ul>	<p>WP5 · 36 MESES</p> <p><b>Project Administration and Coordination</b></p> <p>Feb 2026 → Jan 2028</p> <p>TAREFAS PRINCIPAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reuniões quinzenais de coordenação e supervisão científica</li> <li>Gestão administrativa, financeira e de contratos</li> <li>Repositório centralizado de dados e modelos com controlo de versões</li> <li>Relatórios FCT e estratégia de publicação open-access</li> </ul> <p>EQUIPA (NÚCLEO)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FM Fáblio Mendonça 1p/m IR · UMa</li> <li>FMD F. Morgado-Dias 0.5p/m UMa</li> <li>LP Lucas Pereira 0.5p/m ITI (LARSyS) - IST-ID</li> <li>AA António Almeida 0.5p/m UMa</li> <li>LM Luís P. Machado 0.5p/m UMa</li> </ul>

# Operacionalização

Fev–Abr 2026: Seleção de locais (António Almeida e Luiz Machado)

Abr–Set 2026: Deploy dos sensores (Martim Fernandes)

Jun–Out 2026: Edge computing (Martim Fernandes, Sheikh Mostafa e Décio Alves)

Jun–Nov 2026: Base de dados (Martim Fernandes e Mazyar Taghavi)

Out 2026–Jan 2027: Calibração (Martim Fernandes)

Resultado: sistema com >80% precisão

Fev–Jun 2026: Seleção LLM (Mazyar Taghavi)

Mar–Set 2026: Base conhecimento (Inês Rodrigues e Diogo Freitas)

Jul–Dez 2026: Fine-tuning (Mazyar Taghavi e Morgado Dias)

Set 2026–Mar 2027: Recomendação (Mazyar Taghavi e Décio Alves)

Jan–Jun 2027: Integração dados (Mazyar Taghavi)

Resultado: sistema >95% precisão

# Operacionalização

Jul–Dez 2026: Modelos económicos (António Almeida, Luiz Machado e Luiz Lopes)

Out 2026–Abr 2027: Previsão (Mazyar Taghavi e Décio Alves)

Jan–Jul 2027: Modelo de Dynamic Pricing (Mazyar Taghavi e Luiz Lopes)

Jul–Dez 2027: Simulação (Mazyar Taghavi)

Jan–Mai 2028: Testes piloto (Mazyar Taghavi)

Resultado: redução  $\geq 15\%$  congestionamento

Jan–Jun 2027: Repositório cultural (Inês Rodrigues)

Mar–Jul 2027: Templates narrativos (Inês Rodrigues)

Jul–Nov 2027: Integração LLM (Inês Rodrigues e Mazyar Taghavi)

Out 2027–Fev 2028: Desenvolvimento da plataforma (Mazyar Taghavi)

Mar–Jun 2028: Testes (Mazyar Taghavi)

Resultado: 20+ locais com storytelling

# Sugestão de locais para Storytelling

1. Mercado dos Lavradores
2. Pico do Areeiro
3. Pico Ruivo
4. Cabo Girão
5. Porto Moniz
6. Santana
7. Curral das Freiras
8. Levada das 25 Fontes
9. Ponta de São Lourenço
10. Fanal
11. Câmara de Lobos
12. Jardim Botânico
13. Monte
14. Ribeiro Frio
15. Sé do Funchal
16. Palheiro Gardens
17. Machico
18. Ribeira Brava
19. Paul da Serra
20. Achadas da Cruz
21. Miradouro do Guindaste

# Sugestão de locais com Dynamic Pricing

- Pico do Areeiro
- Pico Ruivo
- Cabo Girão
- Levada das 25 Fontes
- Ponta de São Lourenço
- Fanal
- Ribeiro Frio - Balcões
- Levada dos Cedros