

Programa de Apoio Financeiro à Investigação Científica e Inovação 2026 — Categoria de Projectos-Chave de I&D (Necessidades Nacionais) Guia de Candidatura no Âmbito da Ecologia das Zonas Costeiras

I. Enquadramento

As zonas costeiras constituem uma barreira ecológica fundamental que interliga a terra e o mar, sendo simultaneamente um espaço estratégico de relevo para o desenvolvimento socioeconómico. O 14.º Plano Quinquenal Nacional sublinha a necessidade de reforçar a coordenação entre a terra e o mar, bem como de promover a governação das principais áreas marítimas. Por sua vez, as linhas gerais do 15.º Plano Quinquenal Nacional incluem um capítulo dedicado especificamente ao mar, exigindo a aceleração da construção de um “sistema de monitorização inteligente que integra o espaço, o céu, a terra e o mar”. O Plano para a Transformação Digital e Inteligente da Rede Nacional de Monitorização do Ambiente Ecológico, produzido pelo Ministério da Ecologia e Ambiente da China, clarifica ainda mais a orientação para a transformação digital e inteligente da rede de monitorização da ecologia marinha, exigindo a construção de uma estrutura composta por “uma rede de percepção, um centro de dados e uma plataforma de análise visual”, aliada à introdução da tecnologia de grandes modelos. O objectivo é reforçar as capacidades de monitorização por percepção inteligente, de análise e avaliação inteligentes e de apoio à tomada de decisão. A capacitação, através da tecnologia digital e da inteligência

artificial, para resolver os desafios da gestão ecológica das zonas costeiras constitui uma necessidade premente, no âmbito do apoio à construção de uma potência marítima e à concretização de uma Bela China.

Através do seu 3.º Plano Quinquenal, Macau articula-se com as estratégias nacionais e promove a transição verde, com base na Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau e no Planeamento da Protecção Ambiental de Macau (2026–2030). Em paralelo, apoia-se no Planeamento de Protecção do Meio Ecológico da Grande Baía e no Planeamento Geral do Espaço Territorial da Zona de Cooperação Aprofundada entre Guangdong e Macau em Hengqin, com vista à construção conjunta de uma barreira ecológica entre Hengqin e Macau.

II. Objectivo Geral

Tendo em conta as grandes necessidades nacionais de reforço da capacidade de salvaguarda ambiental das zonas costeiras, é dada prioridade ao desenvolvimento de um sistema de demonstração de observação oceânica autónoma para Macau e águas adjacentes. Esta iniciativa visa melhorar a qualidade ambiental marinha, reforçar as capacidades de previsão e alerta de desastres ecológicos e fomentar a investigação e o desenvolvimento das tecnologias genéricas destinadas à protecção ambiental das zonas costeiras. Desta forma, será dado suporte científico e tecnológico estratégico à construção de uma potência marítima e ao desenvolvimento da civilização ecológica.

III. Área de Investigação

Tema: Tecnologias-Chave e Aplicações de Digitalização e Inteligência no Ambiente Ecológico das Zonas Costeiras

1) Recolher dados históricos e fazer levantamentos complementares, no sentido de obter dados de base que reflectam, de forma abrangente, os elementos oceanográficos, hidrológicos, meteorológicos e ambientais de Macau e das áreas marítimas circundantes.

2) Em articulação com tecnologias de detecção remota, desenvolver modelos de inversão remota de alta precisão, para parâmetros hidrológicos e ambientais da zona costeira de Macau, obtendo conjuntos de dados de monitorização remota de elevada qualidade relativos a elementos hidrológicos e ambientais.

3) Utilizar tecnologias de inteligência artificial para otimizar os planos de monitorização ecológica e ambiental das águas marítimas de Macau, construindo um sistema de monitorização em tempo quase real da ecologia da zona costeira, baseado na integração ar–espaço–terra–mar–biosfera.

4) Em conjugação com métodos de assimilação de dados, desenvolver um sistema de previsão inteligente de alta resolução, com acoplamento físico-ecológico para Macau e mares adjacentes, construindo um conjunto de dados de reanálise, de alta precisão, relativo aos processos evolutivos do ambiente da zona costeira de Macau.

5) Identificar as características de distribuição espácio-

temporal, a capacidade ambiental e as causas da eutrofização das águas costeiras de Macau, com vista a construir medidas de resposta à eutrofização e um sistema de simulação e pré-planeamento de alta precisão.

6) Aplicar as tecnologias de gémeos digitais marinhos para construir um sistema de alta resolução vocacionado para as áreas marítimas adjacentes a Macau, proporcionando suporte inteligente à decisão para prevenção e mitigação de desastres e para a protecção ambiental marinha.

Indicadores de Avaliação:

1) Obtenção de conjuntos de dados semanais de inversão por detecção remota de parâmetros hidrológicos e de qualidade da água relativos aos últimos 10 anos, com resolução espacial não inferior a 500 metros. Os parâmetros de inversão deverão incluir clorofila, sedimentos suspensos, carbono orgânico particulado, temperatura da superfície do mar e campos de correntes superficiais, devendo o erro relativo face aos dados de observação *in situ* ser inferior a 30%;

2) Construção de um sistema de modelação numérica de acoplamento físico-ecológico marinho, com resolução horizontal não inferior a 200 metros nas águas circundantes de Macau e com,

pelo menos, 11 camadas verticais;

3) Obtenção de um conjunto de dados históricos de reanálise horária dos elementos ambientais marinhos, abrangendo um período não inferior a 10 anos, incluindo pelo menos temperatura, salinidade, azoto, fósforo, oxigénio dissolvido, clorofila-a e plâncton. O erro quadrático médio da temperatura da água do mar deverá ser inferior a 0,6 °C e o erro quadrático médio do nível da água inferior a 15 cm;

4) Construção de um sistema de monitorização em tempo quase real da ecologia costeira, incluindo parâmetros de monitorização como velocidade da corrente, nível da água, temperatura, salinidade, azoto, fósforo, oxigénio dissolvido, clorofila-a, plâncton e eDNA; construção de um sistema de previsão inteligente operacional, capaz de fornecer, no prazo de 10 minutos, produtos de previsão ambiental da zona costeira (em especial eutrofização das águas costeiras) e de elementos hidrodinâmicos marinhos para os 5 dias seguintes, com actualização de 6 em 6 horas;

5) Construção de uma plataforma visual de gémeo digital marinho de alta resolução, para Macau e mares adjacentes, com resolução da base do gémeo não inferior a 100 m, permitindo a apresentação dinâmica e a consulta interactiva dos principais

elementos hidrológicos, meteorológicos e ambientais, com tempo de resposta do sistema não superior a 5 segundos;

6) Elaboração de, pelo menos, um relatório de recomendações de suporte à decisão, orientado para a protecção ambiental da zona costeira, propondo uma ou mais soluções operacionais de gestão digital e inteligente e respectivas estratégias de alerta precoce.

7) O nível de prontidão da tecnologia (TRL) do projecto não deverá ser inferior ao nível 6, devendo os resultados do projecto ser disponibilizados aos serviços competentes da Região Administrativa Especial de Macau, para demonstração de aplicação.

IV. Requisitos de Candidatura

1) A entidade líder deverá ser uma instituição de Macau e deve estabelecer cooperação com uma instituição nacional de investigação científica do Interior da China. Caso haja participação de empresa(s), esta(s) deve(m) efectuar um investimento complementar não inferior a 10% do montante do apoio financeiro concedido.

2) O período de execução do projecto será de 4 anos. O montante máximo de financiamento para cada projecto é de 15 milhões de patacas.

V. Especialistas Participantes na Elaboração do Guia

Bao Xianwen, Professor da Universidade Oceânica da China

Sun Jun, Professor da Universidade de Ciência e Tecnologia de Tianjin

Mao Miaohua, Professor do Instituto de Investigação da Zona Costeira de Yantai da Academia Chinesa de Ciências

Ma Li, Professora do 3.º Instituto de Oceanografia do Ministério dos Recursos Naturais

Zhang Ding, Investigador-Adjunto do Centro de Avaliação Científica e Tecnológica do Ministério da Ciência e Tecnologia