



PLANO DE INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO (IDT&I) DA RAM - 2014 / 2020

CONTRIBUTO PARA A SUA ELABORAÇÃO NA PARTE REFERENTE A

**"SUSTENTABILIDADE, MANUTENÇÃO E GESTÃO DE
INFRAESTRUTURAS"**

JULHO DE 2012



ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO DA ÁREA SECTORIAL

A recuperação de atrasos, o crescimento e a evolução de qualquer região está naturalmente associado à construção e criação de novas e evoluídas infraestruturas com diferentes finalidades, não tendo a Madeira sido exceção a essa regra, sobretudo nas últimas décadas.

Recuperados atrasos, a prossecução de um nível de crescimento e de evolução de uma região, em ambientes, crescentemente, mais globais e competitivos, corresponde a uma nova fase que acarreta maior necessidade de inovação e investimento, em IDT&I.

Assim, após um período de recuperação, caracterizado por inúmeras construções, passou a ser extremamente importante para a Madeira proceder a uma adequada utilização, gestão, conservação e manutenção das suas infraestruturas, de preferência com meios "amigos" do ambiente.

Desejavelmente, esta segunda fase, passa ainda pela comprovação da capacidade da RAM para competir, com o seu conhecimento, no mercado externo, potenciando mais valias da sua atividade interna.

Nesse quadro, dispor de técnicos e equipamentos que lhe permitam acompanhar o *"state of the art"* da ciência é um investimento racional não só no desenvolvimento de ferramentas adaptadas à resolução dos problemas que resultam das nossas especificidades regionais como, na senda do já referido, para as empresas e instituições regionais, poderem aspirar a competentemente atuar no mercado exterior, mesmo que, reconhecidamente, até por uma questão de escala, essa atuação tenha de se circunscrever a mercados algo limitados e congéneres.

Por outro lado, não é crível que nos contratem, para o que quer que seja, se não provarmos termos capacidade interna para resolver os problemas que nos queremos propor resolver aos outros.

Torna-se assim indispensável "regionalizar" parte das atividades que hoje contratamos externamente, entre as quais as do acompanhamento do comportamento das infraestruturas o que permitirá, com maior proximidade, na devida altura e com maior probabilidade, sejam adotadas adequadas decisões que maximizem os benefícios e minimizem os custos envolvidos na sua conservação e utilização.

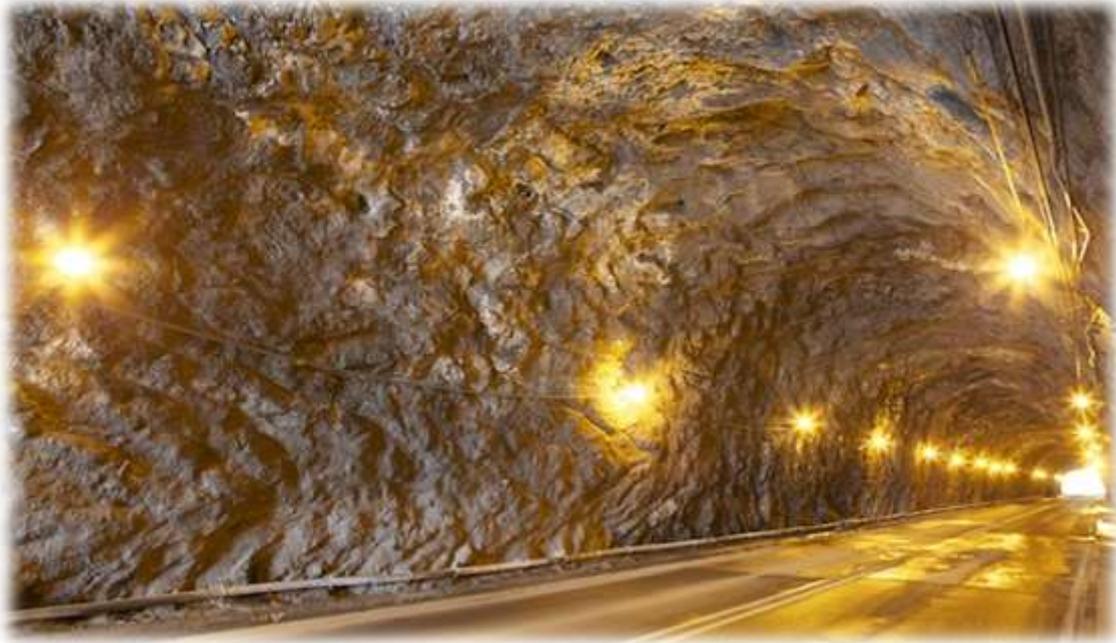
Mais se observa que o comportamento das nossas grandes infraestruturas (aeroporto, túneis, pontes, pavimentos betuminosos) e das respetivas patologias denota grande correlação com as suas envolvências que, em muitos casos, até mais do que o uso das mesmas, as determinam (p.e., a coexistência de túneis com estruturas de betão armado com aquíferos intercetados ou a proximidade de estruturas a massas de ar com grandes teor de cloretos).

Além da prevenção de maiores danos, outro fator que tem um peso muito significativo na redução de custos é o desenvolvimento de novas técnicas e de um maior conhecimento na área da intervenção por intermédio da investigação.

Em resumo, após um período de evidente crescimento da RAM ao nível da construção de infraestruturas:

- Rodoviárias;
- Portuárias;
- Aeroportuárias;
- Hidráulicas;
- De contenção de terras;
- De resíduos;
- De comunicações (redes, tecnologias);
- De monitorização e de apoio à investigação;

a Região encontra-se numa fase em que a cuidada gestão e manutenção destas infraestruturas passou não só a ser uma importante necessidade como uma grande oportunidade para IDT&I.



PROJETOS IDT&I EM GESTÃO/CONSERVAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DESENVOLVIDOS NOS ÚLTIMOS 5 ANOS

A Empresa Cimentos Madeira¹ esteve envolvida em diversos projetos relacionados com a sustentabilidade de materiais, produtos e ambiente:

1. Betões resistentes aos sulfatos, importante em obras marítimas;
2. Betões resistentes à ação dos cloretos;
3. Utilização de matérias-primas de menor impacto ambiental (areias processadas industrialmente em oposição à dragagem marinha minimizando a perturbação dos ecossistemas);
4. Introdução nos betões e misturas betuminosas de resíduos de produção energética;
5. Prospecção local e caracterização de pozolanas naturais

Com a coordenação por parte de investigadores da UMa realizaram-se ainda os seguintes projetos de IDT:

1. Monitorização avançada de construções através de sensores de fibra ótica;
2. Investigação em sensores de posição, deslocamento, deformação, pressão, temperatura, nível, velocidade e aceleração.

¹ Os custos afetados exclusivamente aos projetos da CIMAD foram de ≈ 500.000,00 €, exclusivamente suportados pela empresa.



REFERENCIAL ESTRATÉGICO FUTURO

- **Objetivos** – O que se pretende investigar/desenvolver no período em causa (2014-2020)

Neste período a área sectorial terá de responder a novos desafios:

1-A ciência não se faz sem cientistas, pelo que o Plano tem de permitir às instituições públicas com potencial para investigação no sector em causa, sobretudo a UMa e o LREC, criarem condições para, no período da sua vigência, adotarem uma filosofia flexível de recrutamento multidisciplinar de especialistas, docentes ou não, redimensionável em função dos projetos aprovados e das suas necessidades.

É muito importante que nos critérios de elegibilidade dos projetos, se privilegie um significativo número de iniciativas cujas linhas de investigação, a serem bem sucedidas, garantam um óbvio interesse para os parceiros da ciência, ou seja, consoante o caso, para a administração pública regional, direta e indireta, e / ou para as empresas.



2-A reabilitação, reforço e manutenção das infraestruturas, atendendo a que foram já satisfeitas as necessidades da RAM ao nível da conceção e construção de infraestruturas críticas e de maior dimensão. Consequentemente, estas novas atividades carecem de ser dotadas de eficiência nas técnicas, produtos, materiais e processos a utilizar, pelo que se identificaram as seguintes necessidades:

- i. Recurso a novos materiais e soluções com propriedades mais adaptadas à realidade do ambiente da RAM. Tratando-se de um ambiente costeiro / marítimo com características muito agressivas do ponto de vista de durabilidade, a utilização de materiais compósitos (FRP - "*Fiber Reinforced Polymers*" – polímeros reforçados com fibras) não corrosíveis como alternativa ao aço degradado em situações de reabilitação, apresenta-se como uma solução mais sustentável e com menores encargos a médio / longo prazo para a RAM. Este material também tem a possibilidade de ser utilizado como solução de reforço em estruturas que necessitem desse tipo de intervenção. Trata-se de um material com maior resistência que o aço comum e tem o potencial de também ser pré-esforçado.
- ii. Levantamento e caracterização do parque de infraestruturas relevantes da RAM no que diz respeito às necessidades de utilização / desenvolvimento de técnicas e tecnologias de monitorização das infraestruturas e processos.
- iii. Investigação / prospecção local de materiais e produtos a valorizar que possam ser incorporados de forma sustentável nos processos (resíduos, matérias primas).
- iv. Desenvolvimento de produtos alternativos mais duráveis de modo a reduzir os ciclos de manutenção / reabilitação.
- v. Tecnologias e processos inovadores na gestão das infra-estruturas de tratamento de resíduos e produção de matérias primas (ex. utilização de forno solar na secagem de materiais e incineração de resíduos hospitalares). A infra-estrutura a conceber teria um potencial aproveitamento turístico capaz de gerar receitas para manter um corpo de investigação que apoiará os processos e o desenvolvimento da tecnologia de fusão a elevadas temperaturas com relevante interesse científico.
- vi. Revestimentos para betões resistentes a ambiente marítimos.
- vii. No âmbito da manutenção de infraestruturas existentes surge com frequência a necessidade de se efetuarem remodelações e adaptações que implicam por vezes demolições e / ou construções complementares. Neste contexto, a gestão de resíduos

da construção e demolição (RCD) na RAM assume um papel de relevância, justificando a aposta no aprofundamento do conhecimento: da realidade da Região face ao panorama nacional e internacional; na caracterização e quantificação da geração de RCD na RAM; da influência da gestão de RCD nos grandes domínios do desenvolvimento sustentável, com estudo de diferentes cenários associados a materiais reciclados e não reciclados; da viabilidade de implementação da gestão de RCD na RAM, com apresentação de modelo(s) compatíveis com os resultados obtidos e realidade da região.

- viii. Na área da monitorização, investir no desenvolvimento de tecnologia baseada em fibra ótica para monitorização integrada de deformações em infraestruturas novas e restauradas de betão e de aço e no desenvolvimento de tecnologia baseada em fibra ótica para monitorização de compostos químicos em infraestruturas novas e restauradas de betão e de aço. Em particular para infraestruturas expostas a ações mais intensas dos cloretos.
- ix. Estudar o uso de pó de pedra basáltico como "*filler*" de misturas betuminosas.



3-A orografia da Região justifica o constante desenvolvimento de investigação direcionada para minimizar os problemas que daí advêm. No período em causa pretende-se satisfazer os seguintes objetivos:

- i. Fazer um levantamento das zonas mais críticas na RAM relativamente ao risco de queda de material sólido que coloque em causa a segurança da normal utilização do local e / ou infraestrutura. Tornar essas zonas como casos de estudo e efetuar uma monitorização e acompanhamento constante por intermédio de metodologias já existentes e / ou com novas técnicas a serem desenvolvidas, no âmbito da investigação de projetos criados para o efeito, de modo a que sejam mais ajustadas ao problema em causa. Apresentar soluções para um normal funcionamento em segurança desses locais baseado num sistema de alerta para o risco de colapso de material sólido.
- ii. Efetuar uma avaliação dos processos climáticos, geomorfológicos e hidrológicos na RAM, mais especificamente a avaliação da perigosidade geomorfológica, a observação e modelação dos campos de vento sobre regiões de relevo montanhoso como o da RAM e definir orientações climáticas para o ordenamento.



4-A otimização da exploração das infraestruturas, atendendo a que muitas das infraestruturas públicas de maior dimensão, embora funcionando como previsto nos projetos da sua construção, são suscetíveis de alteração dos respetivos racionais de exploração, beneficiando da evolução tecnológica. Consequentemente, há que repensar a forma de funcionamento de inúmeras infraestruturas, incorporando IDT&I, tendo-se identificado as seguintes necessidades:

- i. Avaliação, em eventual parceria com a IGH, ARM, EEM e a CMF, do potencial de redes de distribuição de água da RAM, em regra muito desniveladas, substituindo câmaras de perda de carga e válvulas redutoras de pressão por microturbinas, para produção micro-hídrica, com investigação e desenvolvimento dos respetivos equipamentos. Na escala mini-hídrica, em eventual parceria com a EEM, outra linha de IDT&I poderá versar sobre a ampliação do potencial de reversão noturna das condutas forçadas existentes mediante a construção/ampliação das câmaras de carga/reservatórios de altitude, câmaras de restituição e criação de grupos de bombagem.
- ii. Modernização e monitorização da gestão dos caudais das principais levadas da Madeira, em eventual parceria com a IGH, verificando permanentemente os caudais em diferentes secções de controle ao longo dos canais principais e definindo os algoritmos de comando da repartição da água com correspondência ao cadastro de regantes, criando modelos interativos de otimização dessa relação.
- iii. Estabelecimento e calibração de modelos de precipitação/escoamento válidos para as principais bacias hidrográficas regionais como instrumentos de proteção civil, essenciais também a uma adequada exploração das barragens de contenção em altitude que irão ser construídas para prevenção de cheias torrenciais,
- iv. Viabilidade e identificação de locais com aptidão para a edificação de aterros marítimos que possam servir à deposição de terras provenientes de terraplenagens da construção ou dos materiais carreados pelas futuras cheias.
- v. Avaliação técnico-financeira da otimização da rede de iluminação rodoviária regional, em eventual parceria com a EEM, RAMEM e Concessionárias Rodoviárias, adaptando a sua geometria e o tipo de iluminação (p.e., avaliando os benefícios da substituição de ignitores, balastos e lâmpadas vs. a iluminação atual ou a sua evolução para "leds").

- vi. Monitorização e desenvolvimento de modelos de avaliação quanto ao despreendimento de rochas do comportamento de escarpas adjacentes a infraestruturas que não se possam encerrar (p.e., estradas) desenvolvendo uma escala expedita de perigosidade permitindo dar aos utentes desses espaços uma perceção da probabilidade de serem surpreendidos por um incidente. Admite-se uma eventual parceria do LREC, com a UMa e a RAMEDM neste projeto.
- vii. Desenvolvimento de técnicas de monitorização, reparação e acompanhamento das patologias da extensa rede de túneis rodoviários regionais quanto a problemas de fissuração, carbonatação dos betões, delaminação de betões das estruturas armadas das abóbadas, infiltrações de água, etc.. Admite-se uma eventual parceria do LREC, UMa e RAMEDM neste projeto.



- **Como monitorizar esses objetivos**

Várias ferramentas disponíveis no apoio à medição e avaliação de IDT&I (p.e., "*Innovation Scoring*" da COTEC e normas NP 4457 e NP 4458 – Gestão de sistemas e projectos de Investigação, desenvolvimento e inovação).

- Sugestões para **reorganização institucional da área**

Centro de IDT para as infraestruturas da RAM ancorado nos laboratórios acreditados existentes (ex.: LREC) e organizado de forma consorciada com ligação à UMa e principais entidades gestoras das infra-estruturas.

De modo a dar visibilidade à área e credibilizar a sua actividade deverá implementar e certificar um Sistema de Gestão da Investigação pela NP EN 4457 e gerir os projectos de investigação atendendo aos requisitos da NP 4458.

- Sugestões para criação de **massa crítica na área**

Criação de projetos de investigação e geridos pelas entidades com conhecimento técnico na área (ex.: LREC, UMa, empresas do sector (p.e., ANAM, CIMAD, RAMEDM, VIALITORAL, VIAEXPRESSO, etc.) com uma vertente obrigatória e dotada de um mecanismo célere de financiar a contratação de bolsiros com os mais variados graus de formação: Técnicos de laboratório, Licenciados, Mestrados e Doutorados.

Criação de pós graduações, mestrados e doutoramentos em parceria com Universidades nacionais e internacionais e com laboratórios e empresas do sector.

- Identificação de **parcerias na área**

A avaliar em função das actividades e projectos estabelecidos (2014-2020)

Na RAM as parcerias nesta área de intervenção deverão ser entre o LREC, a UMa e as empresas do sector que direta ou indiretamente tenham interesse, experiência e conhecimento para o desenvolvimento de projetos de investigação como os propostos.

A UMa já iniciou um processo de parceria com a Carnegie Mellon University no âmbito de um mestrado que oferece na área de Sistemas Avançados de Infraestruturas. Dada a experiência e o know-how desta Universidade neste domínio, é de todo o interesse que se prossiga e que se concretize uma colaboração para o desenvolvimento de projetos de investigação e de um mestrado com grau duplo CMU / UMa.

As parcerias com entidades nacionais que desenvolvam investigação neste domínio deverão ser concretizadas sempre que possível. Alguns exemplos de entidades que já colaboraram com a RAM são: LNEC; IST; FEUP; UMinho; INESC Porto, Laboratório Associado.