

10º Encontro Técnico-Científico dos Laboratórios de Engenharia Civil da CPLP

Construir infraestruturas resilientes e reduzir
a vulnerabilidade face às alterações climáticas

PAPEL DO LEM NA INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO DE DANOS EM INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS APÓS CICLONES

Américo Dimande

Henrique Filimone

LEM, labeng@lem.co.mz



LABORATÓRIO
DE ENGENHARIA
DE MOÇAMBIQUE



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

17 e 18 de Junho de 2019
MOÇAMBIQUE • MAPUTO

Apoio



CPLP
Comunidade dos Países
de Língua Portuguesa

CONTEÚDO DA APRESENTAÇÃO

- LEM - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE
- EVENTOS EXTREMOS EM MOÇAMBIQUE
- INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUTURAS APÓS CICLONES
- EXEMPLO DE CASOS INTERVENCIONADOS PELO LEM
- CONSIDERAÇÕES FINAIS

LEM – LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

- O LEM é um instituto público de investigação e desenvolvimento de Moçambique criado em 1947 e subordina-se ao MOPHRH;
- O LEM desempenha um papel fundamental no apoio aos programas do governo por meio de investigação científica, alinhada com as prioridades do país nos eixos da engenharia, ciência e tecnologia;



LEM – LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

O seu contributo no desenvolvimento de Moçambique é visível nos seguintes domínios:

- Construção e transformação do capital humano, através de contribuições técnicas e científicas;
- Promoção da investigação e inovação tecnológicas relevantes para impulsionar o desenvolvimento científico e da indústria da construção;
- Investimento em formação para promover jovens talentos e desenvolver ainda mais o conhecimento especializado, fornecendo bolsas de estudo, estágios e programas de intercâmbio.



EVENTOS EXTREMOS EM MOÇAMBIQUE

- No último século Moçambique foi atingido por 9 ciclones tropicais ($V \geq 120\text{km/h}$)

Contribuem para esse cenário:

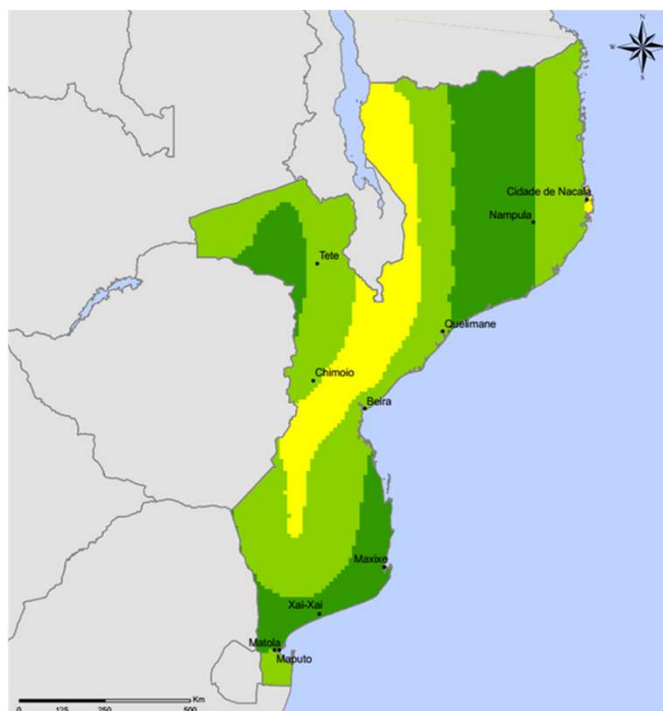
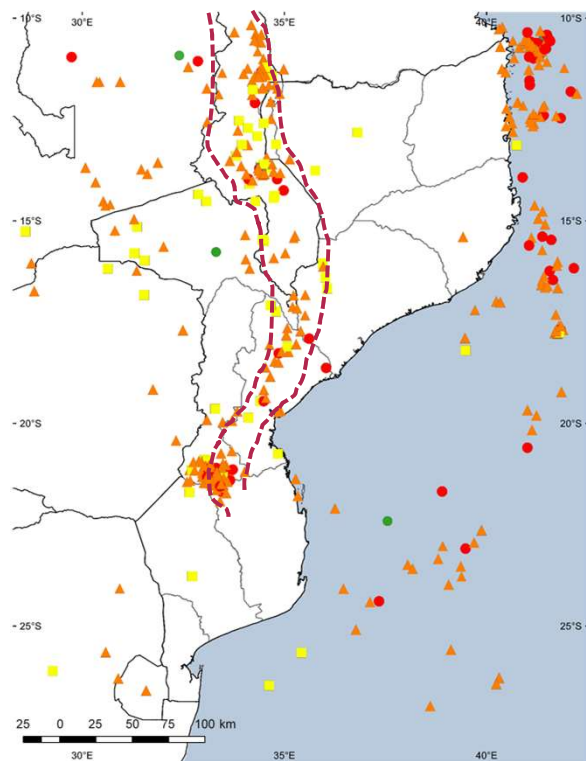
- Uma costa de cerca de 2700km
- Cerca de 60% da população habita nas zonas costeiras com dependência socioeconómica nos recursos costeiros
- Grande vulnerabilidade aos ciclones e à subida do nível do mar
- Infraestruturas inadequadas
- Limitados recursos de alerta e de resposta aos eventos extremos

EVENTOS EXTREMOS EM MOÇAMBIQUE

- Em Moçambique constata-se um aumento nas temperaturas em todas as estações do ano e ao longo do país, com maior destaque para a Zona Norte (INGC,2009):
 - Nos últimos 30 anos tem-se verificado as seguintes situações:
 - (i) início tardio da estação chuvosa;
 - (ii) aumento de dias secos
 - (iii) aumento do número de desastres naturais

Infraestruturas inadequadas, do ponto de vista da concepção e construção, para fazer face à acções dos ventos, temperaturas e inundações

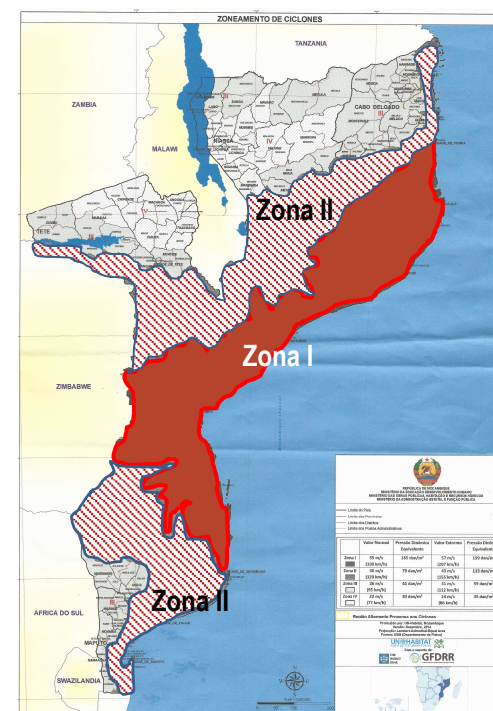
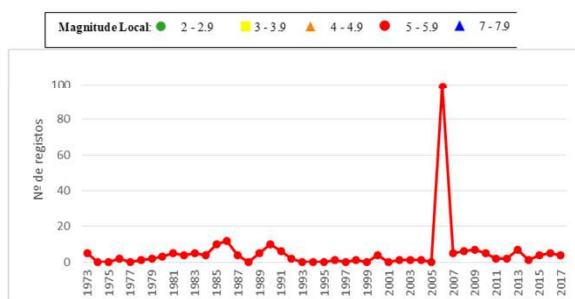
EVENTOS EXTREMOS EM MOÇAMBIQUE



Legenda
 Aceleração máxima à superfície de um terreno (a_{gR}) [m/s^2]

Muito baixa (0-0,2)	Alta (2,4-4)
Baixa (0,2-0,8)	Muito Alta (>4)
Média (0,8-2,4)	N/A

**Abalos sísmicos 1973-2017
 (CENACARTA & USGS)**



Zoneamento de ciclones

Zona I: V = 198 a 207km/h
Zona II: V = 129 a 155km/h

PAPEL DO LEM NO DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUTURAS

- Os eventos extremos tem afectado infraestruturas críticas, designadamente, estradas, pontes, escolas, hospitais, sistemas de drenagem e de distribuição de água, com grande impacto na economia de Moçambique
- O LEM tem desempenhado um papel crucial na assistência técnica aos projectos de construção de infraestruturas resilientes e apoio ao desenvolvimento do sector da construção, como resposta às exigências da garantia da qualidade, disseminando as boas práticas que assegurem a valorização técnica, social e económica das infraestruturas de construção civil e obras públicas

PAPEL DO LEM NO DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUTURAS

- Construções com material alternativo (Inhambane & Nampula)



Blocos de solo cimento e telhas de microbetão:

- Acessoria técnica ao governo e organizações não-governamentais
- Avaliação do desempenho;
- Identificação das principais patologias;
- Caracterização física e mecânica dos blocos e telhas;

PAPEL DO LEM NO DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUTURAS

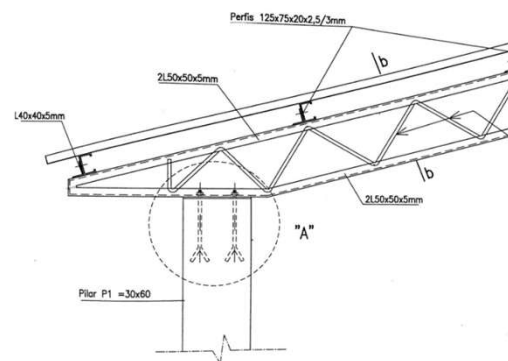
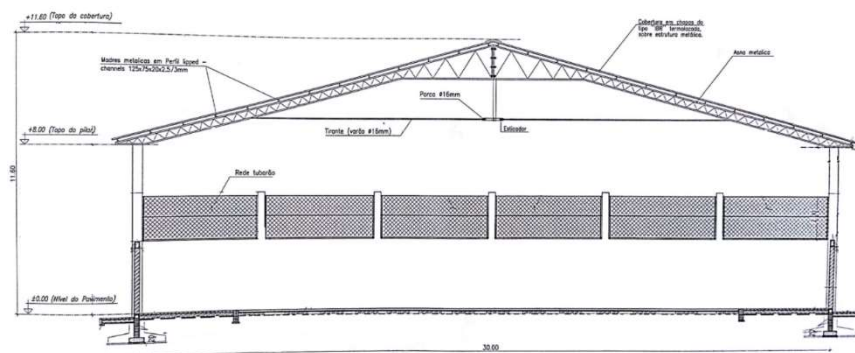


Danos em estradas pavimentadas:

- Acessoria técnica ao governo, consultores e empreiteiros no diagnóstico de danos e na reconstrução de estradas e infraestruturas anexas.

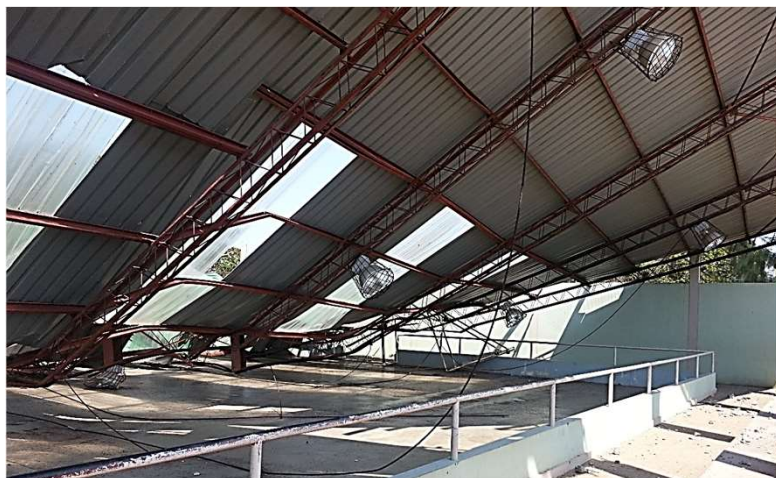
CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

- Pavilhão Escolar - 30m x 48m (Maputo)



CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

- Pavilhão Escolar - 30m x 48m (Maputo)



CAUSAS:

- A inadequada protecção contra corrosão;
- Deficiente execução da ligação da estrutura da cobertura aos pilares;
- Comprimento de ancoragem insuficientes.

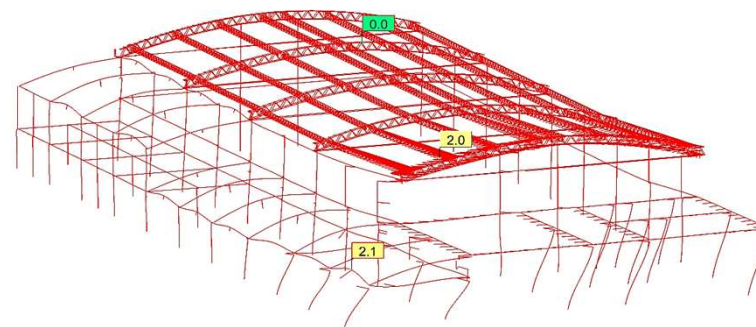
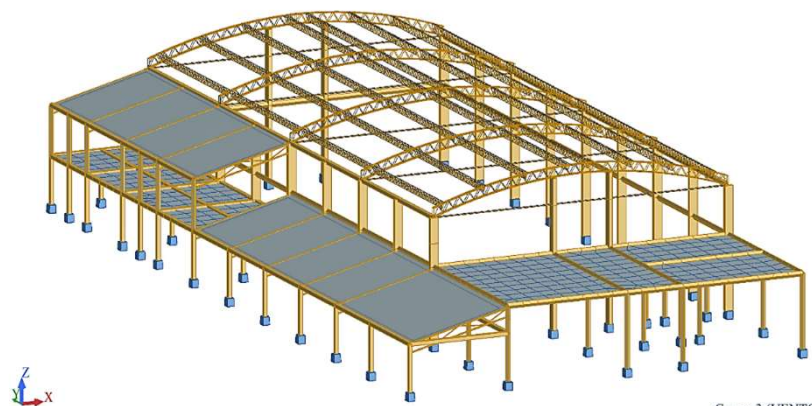
CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

- Pavilhão Industrial - 25.6m x 50.6m (Maputo)



CAUSAS:

- Deficiente concepção e execução:
 - Afastamento de pilares 5m e asnas 10m
 - Ligação estrutura da cobertura e pilares



Dis 1mm
Máx. =2,1
Casos: 4 (VENTO2 (a=90°)

CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

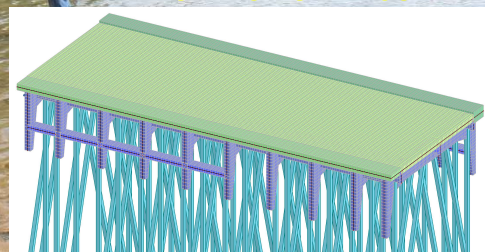
- Infraestruturas Marítimas (Cabo Delgado)



Avaliação da segurança estrutural:

- Medição de grandezas (flechas, rotações, temperature, acelerações e temperatura)

MODELO NUMÉRICO

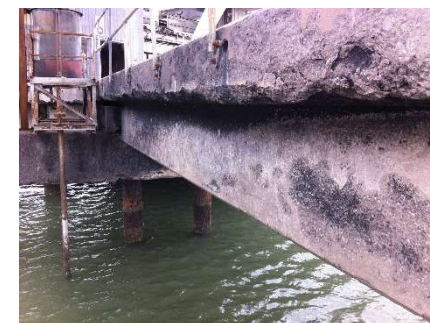


ENSAIO DE CARGA



CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

- Infraestruturas Marítimas (Maputo)



- Avaliação da integridade estrutural após incêndio

CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM

- Torre Metálica – Radar (Sofala)



Estrutura de suporte do radar meteorológico (INAM)

- Avaliação da segurança estrutural tendo em conta a acção de ventos

CASOS DE OBRAS INTERVENCIONADAS PELO LEM



- Avaliação da segurança de edifício por meio de ensaio de carga estático ou dinâmico

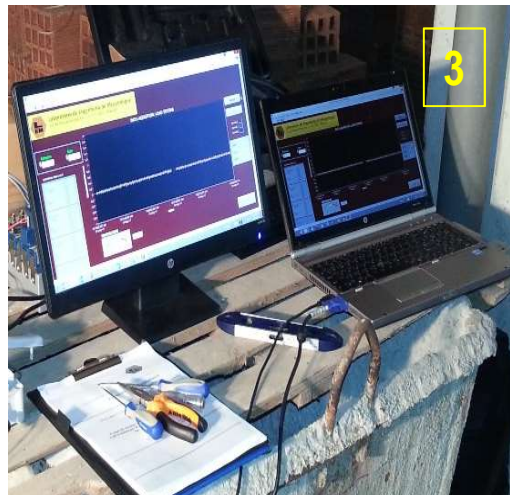


MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



1. Avaliação da resistência mecânica do betão
2. Caracterização do diâmetro, recobrimento e afastamento de armaduras
3. Avaliação da aderência entre betões de idades diferentes

MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



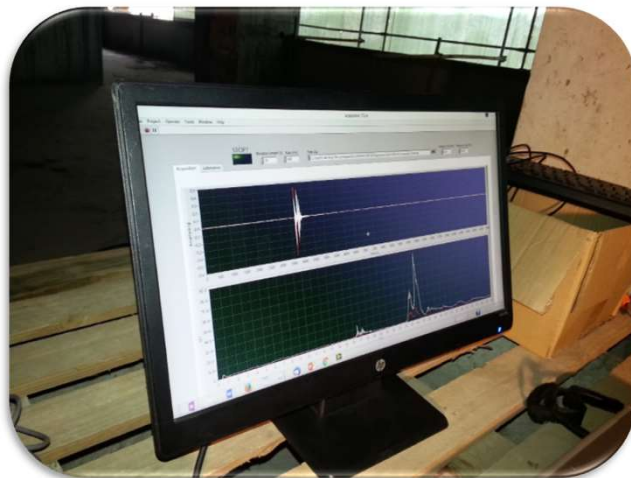
1. Sistema de carga em pavimentos
2. Avaliação de deformações em pavimentos
3. Sistema de leitura integrado com registo e visualização em tempo real

MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



- Ensaios destrutivos de caracterização mecânica do betão
- Ensaio de carbonatação

MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



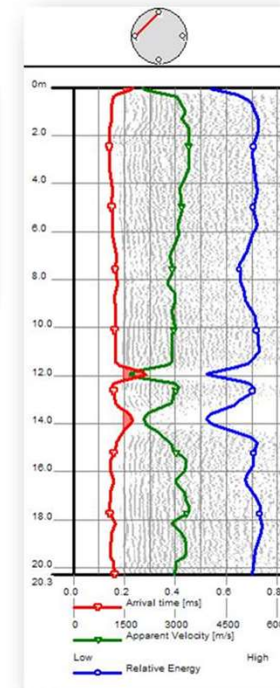
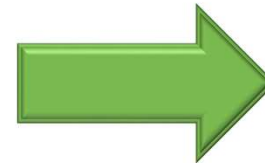
- Avaliação do comportamento dinâmico de pisos, bancadas de recintos desportivos por meio de medição de acelerações.

MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



- Avaliação da espessura de pavimentos
- Avaliação do nível de compactações
- Determinação da composição de misturas betuminosas

MEIOS DE DIAGNÓSTICO DISPONÍVEIS NO LEM



- DETECÇÃO DE FALHAS DE BETONAGEM
- AVALIAÇÃO DO COMPRIMENTO EFECTIVO DA ESTACA
- VERIFICAÇÃO DA UNIFORMIDADE GEOMÉTRICA DA ESTACA

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O LEM tem vindo a empreender esforços necessários juntamente com os seus parceiros com vista a criar as condições necessárias à adopção generalizada de procedimentos de controlo de qualidade, certificação e homologação, designadamente na área dos produtos e materiais da construção para mitigação dos efeitos das alterações climáticas em infraestruturas críticas.

Neste sentido, está em fase de revisão para posterior publicação o caderno de encargos de controlo de qualidade dos materiais a utilizar nas obras em Moçambique, elaborado com o intuito de apoiar as Entidades Contratantes a implementar o estipulado no **artigo 167 do Decreto nº. 5/2016 de 8 de Março** do Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado e no Estatuto Orgânico do Laboratório de Engenharia de Moçambique.

MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO



LABORATÓRIO
DE ENGENHARIA
DE MOÇAMBIQUE



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

10º Encontro Técnico-Científico dos Laboratórios de Engenharia Civil da CPLP
Construir infraestruturas resilientes e reduzir a vulnerabilidade face às alterações climáticas