

10º Encontro Técnico-Científico  
dos Laboratórios de Engenharia  
Civil da CPLP  
Maputo, 17 e 18 Junho 2019



LABORATÓRIO DE  
ENGENHARIA DE  
MOÇAMBIQUE



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**mzBetar**  
ENGENHEIROS E CONSULTORES



# RESILIÊNCIA DAS INFRA-ESTRUTURAS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS





# Índice

## 1. Realidade e consequências



## 2. Resiliência ou Planeamento?



## 3. Desafios



## 4. Solução







# 1. Realidade e consequências

Moçambique é historicamente o País mais afectado por desastres naturais na África Austral.

O território sofre repetidamente a acção violenta de forças extremas da natureza na forma de cheias, tempestades tropicais, ciclones, sismos e secas prolongadas, que têm enormes proporções e efeitos devastadores no desenvolvimento socio-económico.



# 1. Realidade e consequências

## CALAMIDADE

Sinistro causado por um fenómeno natural, tecnológico, biológico, geológico ou derivado da acção humana, em proporções susceptíveis de criar risco de vida, danos humanos e materiais, bem como a ruptura de infra-estruturas económicas e sociais de uma comunidade.

## CATÁSTROFE

Calamidade que, pela sua duração e impacto extraordinários, provoca maiores perturbações na vida das pessoas, no tecido económico e social do país e graves danos ao meio ambiente.



# 1. Realidade e consequências

## RISCO

Probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas resultantes de interações entre fenómenos de origem natural ou causados pelo homem e as condições de vulnerabilidade, que pode ser alto, médio ou baixo

## VULNERABILIDADE

Caracterizada pela situação geográfica ou posição social de uma comunidade aos riscos de ocorrência das calamidades.



# 1. Realidade e conseqüências

## RESILIÊNCIA

Propriedade de um corpo em recuperar a sua forma original após sofrer choque ou deformação.

Capacidade de superar e de recuperar de adversidades.

Capacidade de resistir.





# 1. Realidade e consequências

## ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Ou mudança climática ou alteração climática.

Refere-se à variação do clima à escala global ou à variação dos climas regionais da Terra ao longo do tempo.

Estas variações dizem respeito a mudanças de intensidade e de frequência de ocorrência de valores extremos e, também, de valores médios relativamente ao histórico de valores observados para a temperatura, a precipitação, o vento e outros fenómenos meteorológicos num dado período de tempo.



# 1. Realidade e consequências

## ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As chuvas torrenciais e outros fenómenos meteorológicos extremos estão a tornar-se cada vez mais frequentes, encontrando-se não só na **origem de inundações e da diminuição da qualidade da água**, mas também de uma redução crescente da disponibilidade de recursos hídricos em algumas regiões.

A fusão do gelo e a subida da água do mar estão a levar a uma subida do nível do mar que tem como resultado a **inundação e a erosão de zonas costeiras** e de baixa altitude.

União Europeia, *Consequências das alterações climáticas*





# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:







LABORATÓRIO DE  
ENGENHARIA DE  
MOÇAMBIQUE



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



RESILIÊNCIA DAS INFRA-ESTRUTURAS  
ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 1. Deficiente Ordenamento do Território

- Inundações
- Isolamento de Comunidades







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 1. Deficiente Ordenamento do Território

- Inundações
- Construção em Zonas Inundáveis
- Contaminação de Águas
- Perigo para Saúde Pública







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 2. Inexistência de Drenagem em Zonas Urbanas

- Ruína de Habitações
- Caminhos Urbanos transformam-se em canais de escoamento
- Aluimento de terras





# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 2. Inexistência de Drenagem em Zonas Urbanas

- Ruína de Habitações
- Caminhos Urbanos transformam-se em canais de escoamento
- Aluimento de terras
- Destruição de redes públicas de serviços







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:





# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 3. Inexistência ou Inoperacionalidade de Drenagem em Zonas Urbanas

- Ruína de Habitações
- Caminhos Urbanos transformam-se em canais de escoamento.
- Aluimento de terras.
- Estagnação de águas
- Perigo de saúde pública







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 4. Deficiente secção de vazão e Insuficiente Drenagem de Infra-estruturas lineares





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

Maputo, 17 e 18 Junho 2019



LABORATÓRIO DE  
ENGENHARIA DE  
MOÇAMBIQUE



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



RESILIÊNCIA DAS INFRA-ESTRUTURAS  
ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS





# 1. Realidade e conseqüências

## CHEIAS:

### 4. Insuficiente Drenagem de Infra-estruturas Lineares

- Destruição de Infra-estruturas
- Aluimento de terras
- Perda de Vidas Humanas
- Perdas Económicas







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

### 4. Insuficiente Drenagem de Infra-estruturas Lineares

- Destruição de Infra-estruturas







# 1. Realidade e consequências

## CHEIAS:

- Deficiente Ordenamento do Território
- Inexistência de Drenagem em Zonas Urbanas
- Insuficiente Drenagem de Infra-estruturas Lineares
- Ineficiente Manutenção

## ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

**Serão os prejuízos causados pelas cheias  
verdadeiramente devidos às alterações  
climáticas?**





# 1. Realidade e conseqüências

## CHEIAS:







# 1. Realidade e conseqüências

## VENTO:

- Destruição de infra-estruturas
- Arrancamento de elementos de revestimento e de paramentos
- Encerramento de escolas e centros comunitários
- Projecção de detritos
- Fragilização das comunidades





# 1. Realidade e consequências

## VENTO:

- Deficiente consideração e quantificação das acções no projecto
- Inexistência de fiscalização no licenciamento
- Ineficiente Manutenção

## ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

**Serão os prejuízos causados pelo vento  
unicamente devidos às alterações  
climáticas?**







# 1. Realidade e conseqüências

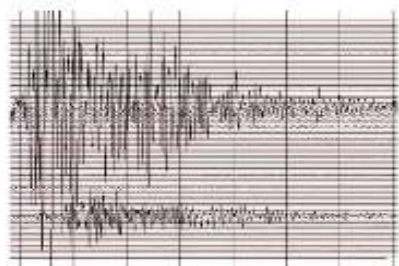
## SISMO:

- Abalos sísmicos
- Abertura de fendas no terreno
- Ruína de construções

### Sismo em Moçambique faz 59 feridos

Alguns edifícios sofreram danos

3 out 2010, 17:54 - Redação / HB



Escala da Y: 1000





# 1. Realidade e consequências

## SISMO:

- Deficiente consideração e quantificação das ações no projecto
- Inexistência de fiscalização no licenciamento
- Ineficiente Manutenção

## FENÓMENOS EXTREMOS

**Serão os prejuízos causados pelo sismo unicamente devidos à magnitude do fenómeno?**







# 1. Realidade e consequências

## CONSEQUÊNCIAS

Estima-se que nos últimos 40 anos mais de 8 milhões de moçambicanos tenham sido afectados por fenómenos extremos da Natureza.

Nos últimos 5 anos, mais de 5000km de estradas e cerca de 160 pontes foram destruídos ou seriamente afectados [ANE, Julho 2015].

Os ganhos económicos do País são significativamente prejudicados, os custos atingem em média 1,1% do PIB.

Em 2000 os custos económicos fizeram contrair o PIB de uma previsão de crescimento de 7% para 1,5%.



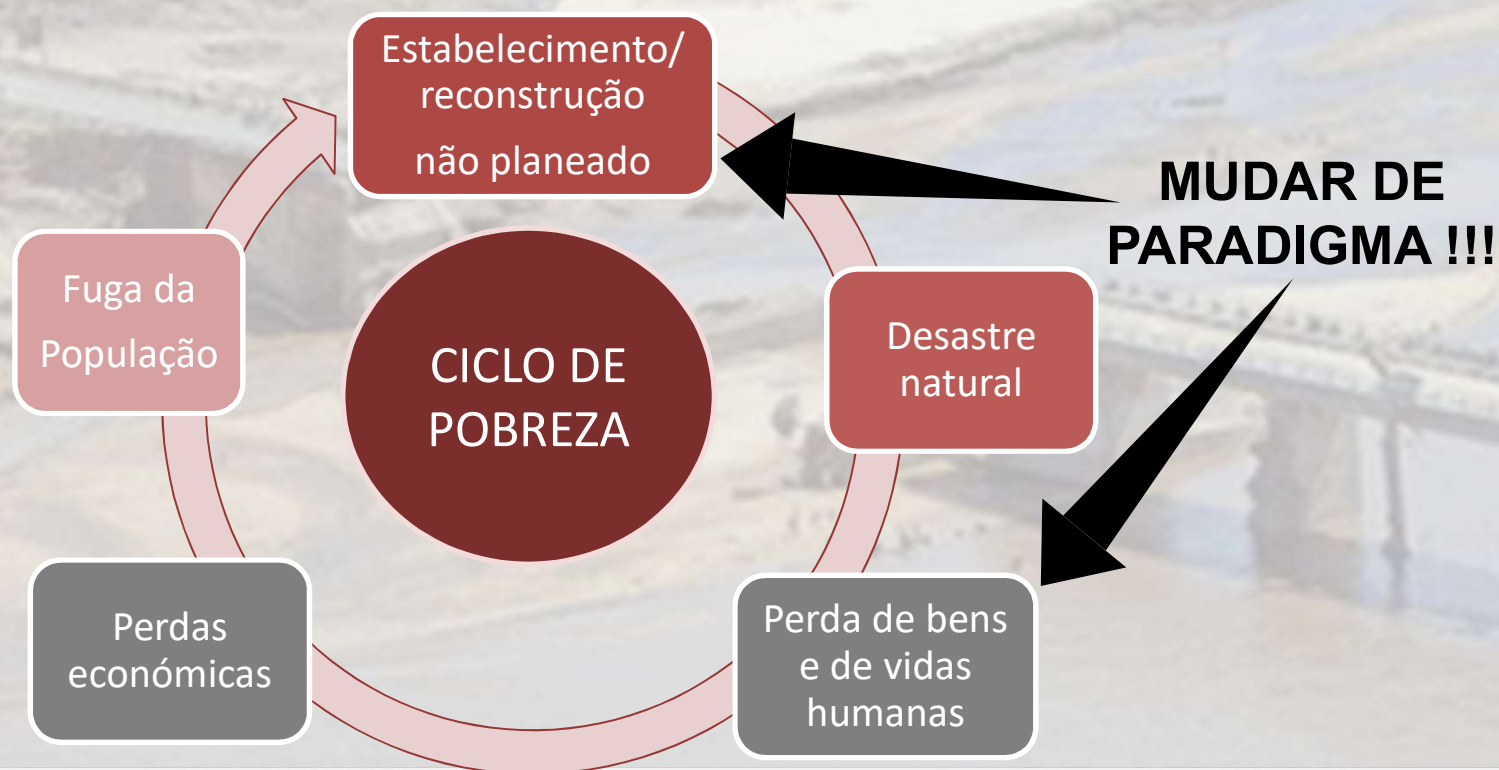
# 1. Realidade e conseqüências







# 1. Realidade e consequências





# 1. Realidade e consequências



Três factos relativos às alterações climáticas:

- níveis dos mares a aumentar,
- residentes em fuga,
- cidades a desaparecer.

e infraestruturas

*“as mudanças climáticas são a maior ameaça ambiental do século XXI, com consequências profundas e transversais a várias áreas da sociedade: económica, social e ambiental”*

Ante-visão capa revista *TIME*, Junho 2019





## 2. Resiliência ou Planeamento?





## 2. Resiliência ou Planeamento?

A inexistência de resiliência às Alterações Climáticas é frequentemente apontada como a causa das avultadas perdas humanas e económicas.

Contudo, servirá (também) para encobrimento a ausência de acções **Preventivas**, de insuficiência de **Planeamento**, de deficiente **Concepção** e de inexistência de **Manutenção** corrente.





## 2. Resiliência ou Planeamento?

Há que distinguir:

a resiliência das infra-estruturas a acções extremas derivadas do aumento da sua intensidade pelas alterações climáticas

VS

Falta de limpeza dos leitos dos rios

Construção em locais desadequados *a priori* vulneráveis a cheias

Falta de Estudos Hidráulicos apropriados à intensidade e periodicidade do fenómeno

Falta de drenagem apropriada

Ausência de manutenção dos cursos de água e dos sistemas de drenagem

Inexistência de códigos de dimensionamento ajustados à realidade do País

Inexistência de validação do licenciamento e fiscalização



### 3. Desafios

POSTURA  
**PROACTIVA VS REACTIVA**

Planeamento e Ordenamento

Nada fazer





### 3. Desafios

## POSTURA PROACTIVA VS REACTIVA

Projectos licenciados adequados às  
acções extremas

Planeamento e Ordenamento

Ruína de infra-estruturas e  
edificações

Nada fazer





### 3. Desafios

## POSTURA PROACTIVA VS REACTIVA

Manutenção periódica de infra-estruturas

Projectos licenciados adequados às acções extremas

Planeamento e Ordenamento

Perdas de vidas humanas e bens

Ruína de infra-estruturas e edificações

Nada fazer





### 3. Desafios

## POSTURA PROACTIVA VS REACTIVA

Segurança de pessoas e bens

Manutenção periódica de infra-estruturas

Projectos licenciados adequados às acções extremas

Planeamento de Prevenção

Custos recorrentes de reconstrução

Perdas de vidas humanas e bens

Ruína de infra-estruturas e edificações

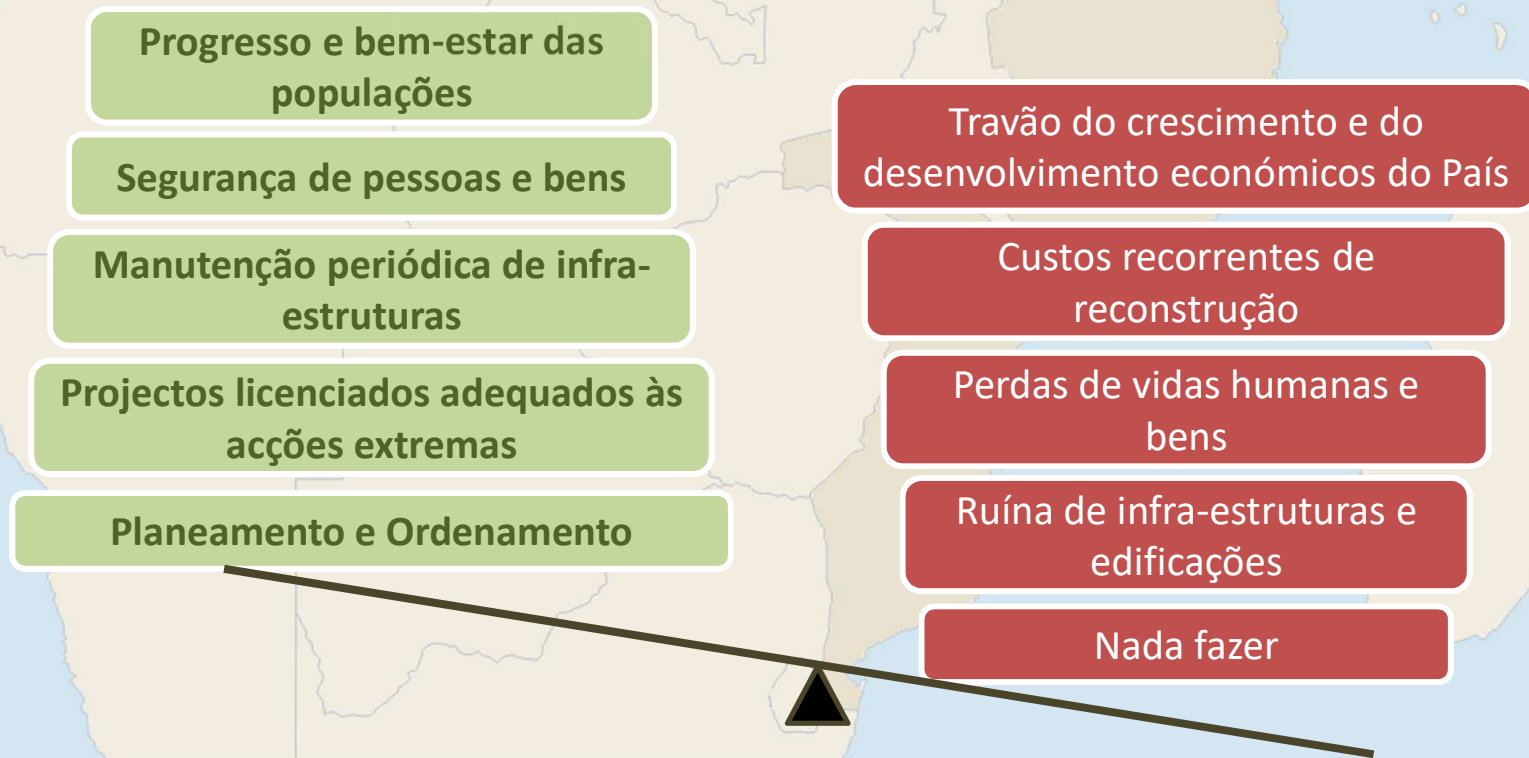
Nada fazer



### 3. Desafios

#### POSTURA

#### **PROACTIVA VS REACTIVA**







### 3. Desafios

## POSTURA PROACTIVA VS REACTIVA

Investir milhões no presente

Nada fazer de  
Prevenção no presente

Poupar biliões no futuro

Auxílio humanitário e  
Perdas económicas  
elevadíssimas no futuro



### 3. Desafios

## POSTURA PROACTIVA VS REACTIVA

Investir milhões no presente

Nada fazer de  
Prevenção no presente

**MUDAR DE  
PARADIGMA !!!**

Poupar biliões no futuro

Auxílio humanitário e  
Perdas económicas  
elevadíssimas no futuro





## 3. Desafios

Para **MUDAR DE PARADIGMA** há que definir a  
**ESTRATÉGIA NACIONAL PARA AUMENTO DA RESILIÊNCIA DE  
INFRAESTRUTURAS PERANTE DESASTRES NATURAIS**



## 4. Solução

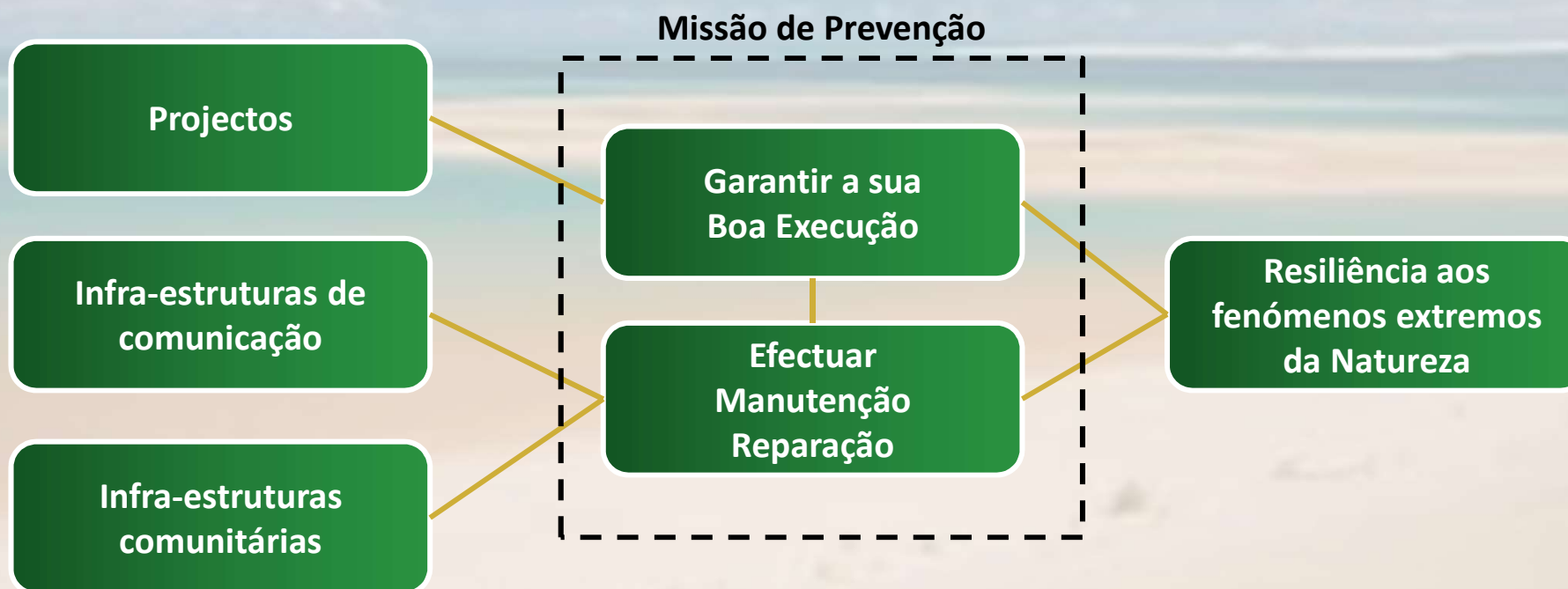
Objectivos desta Estratégia:

- Definir um programa sectorial para aumento da resiliência de infra-estruturas
- Intervir ao nível de critérios de licenciamento e normas de projecto
- Intervir ao nível de Ordenamento do Território
- Promover uma cultura proactiva de salvaguarda de populações e bens, com incentivo da manutenção e da identificação atempada de debilidades existentes em infra-estruturas
- Criação de competências técnicas, como autoridade nacional, para apreciar e emitir parecer de aprovação de projectos de infra-estruturas face à vulnerabilidade.





## 4. Solução





## 4. Solução

Criar regras e normas  
para reduzir o risco de  
calamidades

Legalizar normas e  
impor a sua  
consideração no  
projecto

Parecer obrigatório  
para licenciamento



## 4. Solução

Criar regras e  
normas para  
reduzir o risco  
de calamidades

Legalizar normas e  
impor a sua  
consideração no  
projecto

Parecer  
obrigatório para  
licenciamento

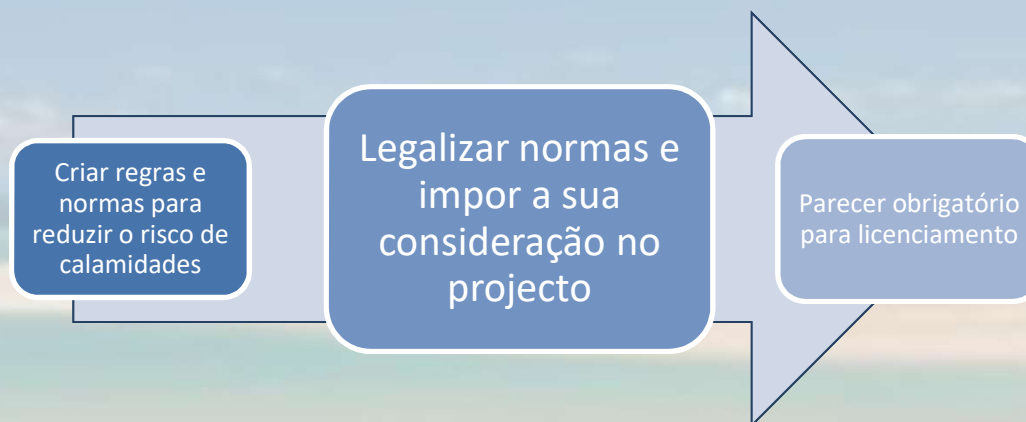
- Levantamento e caracterização da realidade Moçambicana
- Compilação de registos históricos e de dados estatísticos
- Identificação dos Riscos a desastres naturais
- Categorização de infra-estruturas
- Hierarquização de infra-estruturas

- Levantamento do Estado da Arte normativo
- Identificação de limitações regulamentares
- Mapeamento de zonas de risco
- Análise e compilação de critérios para dimensionamento às acções extremas
- Validação de Instrumentos Normativos existentes e/ou produção de novos regulamentos





## 4. Solução



- Proposta de Hierarquização da rede de infra-estruturas fundamentais
- Proposta de zonamento do território e identificação de zonas vulneráveis, de risco e de não-construção
- Proposta de Regulamentos para Inspeção e Manutenção Regulares das Infraestruturas

- Publicação em Boletim da República de regras de planeamento/ ordenamento e de regras de projecto e de dimensionamento às acções extremas, nomeadamente:
  - Hidrológicas / drenagem
  - Vento
  - Sismo



## 4. Solução

Criar regras e  
normas para  
reduzir o risco  
de calamidades

Legalizar normas e  
impor a sua  
consideração no  
projecto

Parecer  
obrigatório  
para  
licenciamento

- Criação de uma estrutura organizacional com competência técnica para apreciação dos projectos mais relevantes
- Estabelecer a obrigatoriedade de submissão de projectos para consulta e apreciação em matéria da sua vulnerabilidade a desastres naturais

- Emissão de alertas para situações de má execução e/ou ausência de manutenção que impliquem perdas de vidas humanas ou materiais ou económicas
- Formação de Quadros



## 4. Solução



Secção de vazão  
insuficiente para o  
período de retorno.



Alterações climáticas  
originam cheias com  
maiores níveis.



Reconstrução recorrente  
com avultados custos  
económicos da nova  
execução e pela duração  
do corte da travessia.

Dramas humanitários.





## 4. Solução



Secção de vazão  
insuficiente para o  
período de retorno.



Alterações climáticas  
originam cheias com  
maiores níveis.



Reconstrução recorrente  
com avultados custos  
económicos da nova  
execução e pela duração  
do corte da travessia.

Dramas humanitários.

**MUDAR DE  
PARADIGMA !!!**



Projecto hidráulico e hidrológico.

Projecto viário com adequação da via ao  
tirante de ar necessário.

Projecto de estruturas resistente.





## 4. Solução



Acumulação de Detritos que  
reduzem a secção de vazão.



Existência de Danos Estruturais  
Graves.



Ravinamentos e outros danos  
decorrentes de Falta de  
Manutenção.



## 4. Solução



Acumulação de Detritos que  
reduzem a secção de vazão.

Existência de Danos Estruturais  
Graves.

Ravinamentos e outros danos  
decorrentes de Falta de  
Manutenção.



**MUDAR DE  
PARADIGMA !!!**



Inspeção e Acompanhamento das  
Infra-estruturas.

Identificação prévia de anomalias e  
minimização do risco de colapso.

Intervenção de reparação de forma  
planeada.







## 4. Solução



Projecto de drenagem  
inexistente ou insuficiente,  
falta de manutenção.

Entupimento, inundação.





## 4. Solução



Projecto de drenagem  
inexistente ou insuficiente,  
falta de manutenção.

Entupimento, inundações.

**MUDAR DE  
PARADIGMA !!!**



Projecto e execução cuidadosos e fiscalizados.

Valas com secção de vazão adequada ao período  
de retorno.

Terraplanagem e pavimentação com solos  
adequados.







**POR MOÇAMBIQUE MAIS RESILIENTE,  
MAIS FORTE E MAIS PRÓSPERO**

**FIM**