

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

Construir infraestruturas resilientes e reduzir a vulnerabilidade face às alterações climáticas



LABORATÓRIO
DE ENGENHARIA
DE MOÇAMBIQUE



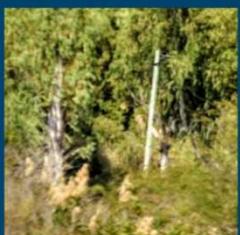
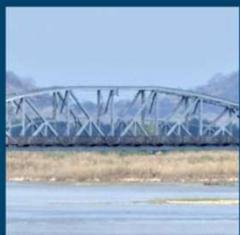
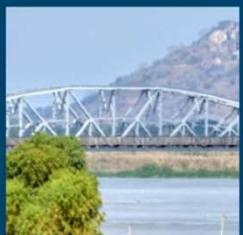
LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

TEMA 1- GESTÃO DE RISCO

Avaliação do risco. Estratégia de renovação da rede de abastecimento de água

António Bento Franco

Vogal do Conselho Diretivo do LNEC



17 e 18 de Junho de 2019
MOÇAMBIQUE • MAPUTO

Apoio



CPLP
Comunidade dos Países
de Língua Portuguesa

AGENDA

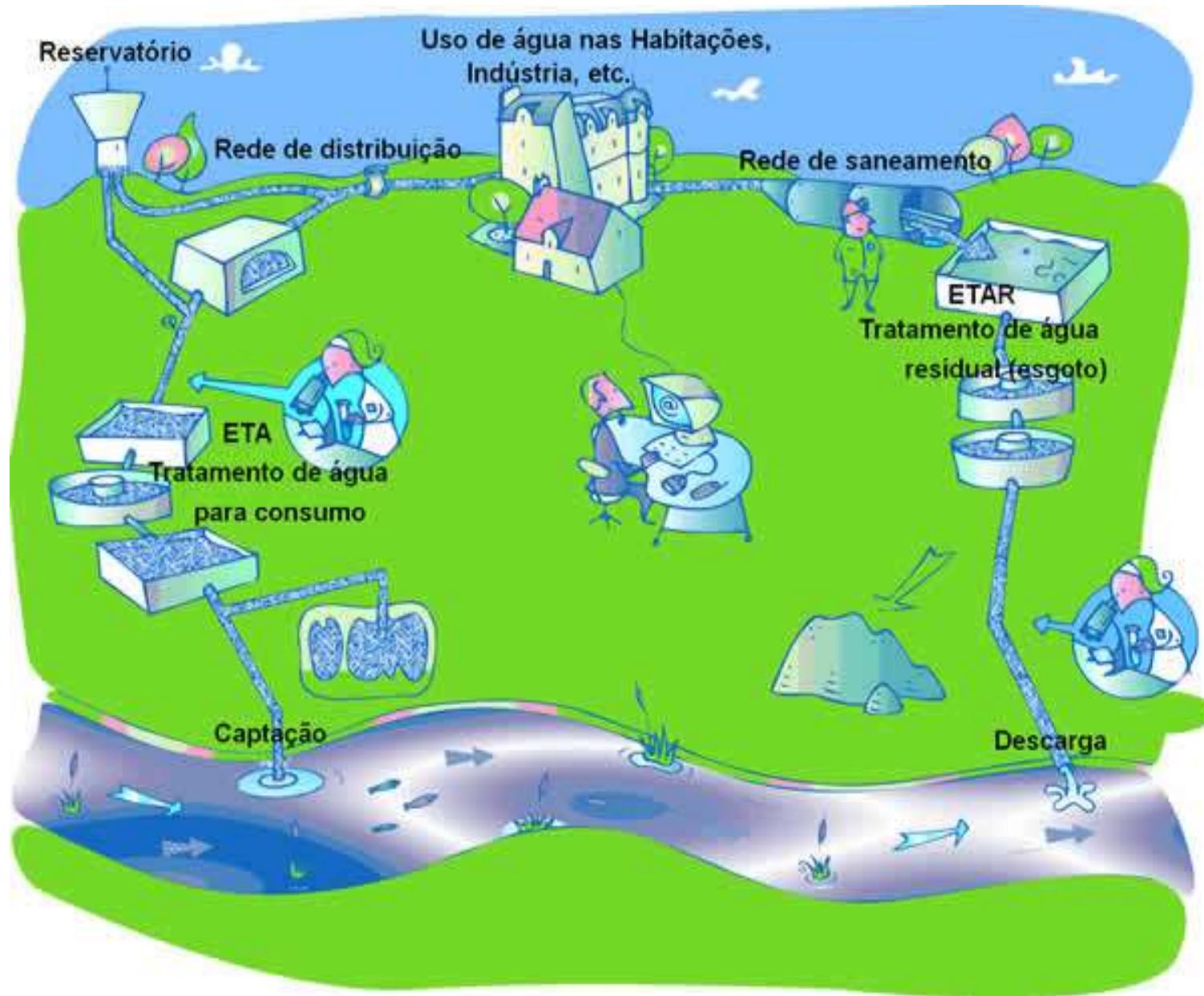
1 - CICLO DE VIDA DOS ACTIVOS / VIDA ÚTIL

2 - NECESSIDADE E RELEVÂNCIA DA REABILITAÇÃO

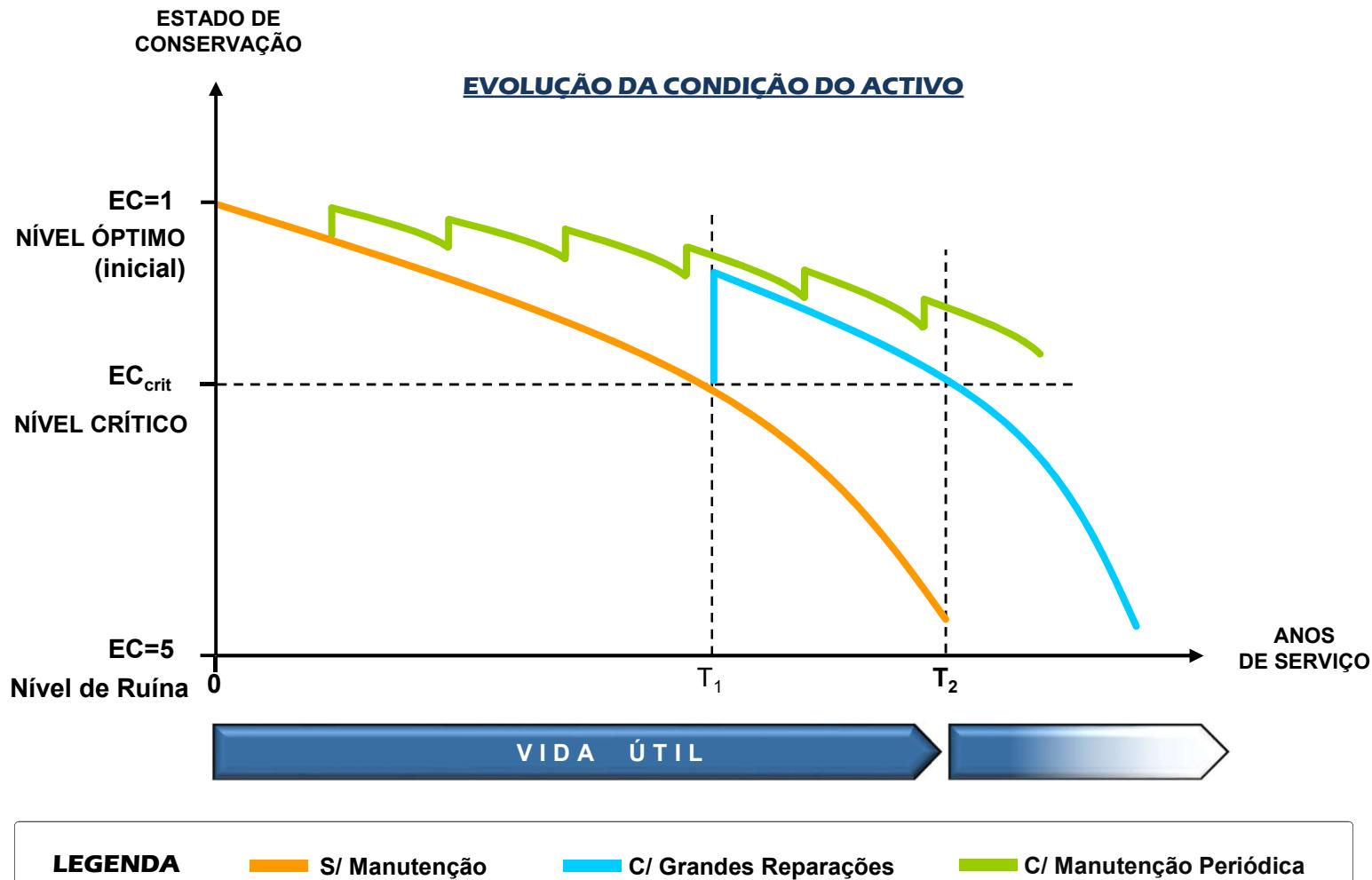
3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

4 - PLANOS DE INVESTIMENTO E DE MANUTENÇÃO

Ciclo Urbano da água



1 - CICLO DE VIDA DOS ACTIVOS – VIDA ÚTIL



1 - CICLO DE VIDA DOS ACTIVOS – VIDA ÚTIL

GESTÃO DE ACTIVOS é a arte de gerir de forma equilibrada o Custo, o Risco e o Desempenho dos Activos ao longo do seu Ciclo de Vida



2 - NECESSIDADE E RELEVÂNCIA DA REABILITAÇÃO

CONCEITOS:

REABILITAÇÃO

- Qualquer intervenção física que prolongue a vida de um sistema existente ou melhore o seu desempenho estrutural, hidráulico ou de qualidade da água.

○ RENOVAÇÃO

Intervenção de reabilitação sobre um componente do sistema existente, com o seu aproveitamento funcional e sem aumento da capacidade de utilização original.

○ REPARAÇÃO

Intervenção pontual rectificativa de uma anomalia localizada, podendo inserir-se ou não em acções de reabilitação.

○ SUBSTITUIÇÃO

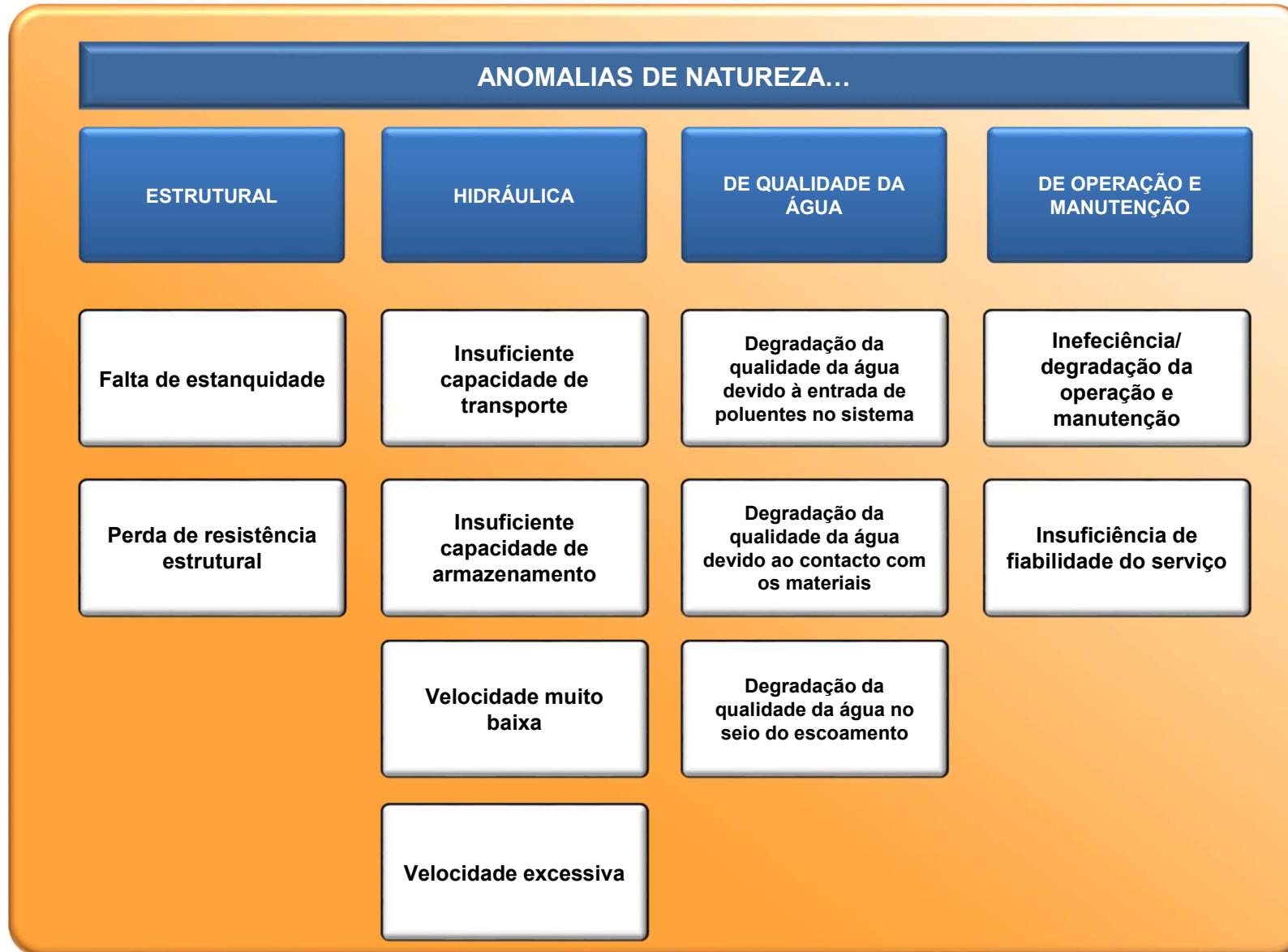
Intervenção de reabilitação - estrutural, hidráulica ou de qualidade da água - sobre um componente do sistema existente, com a sua desactivação funcional e construção ou instalação de um novo componente, tendo este último funções e capacidade semelhantes ou distintas às do existente.

○ REFORÇO

Intervenção de reabilitação hidráulica sobre um componente do sistema existente, com a construção de um componente adicional, que complementa a capacidade do componente existente ou constitui uma alternativa a ele.

2 - NECESSIDADE E RELEVÂNCIA DA REABILITAÇÃO

ANOMALIAS MAIS COMUNS:



2 - NECESSIDADE E RELEVÂNCIA DA REABILITAÇÃO

FACTORES QUE MOTIVAM A REABILITAÇÃO:

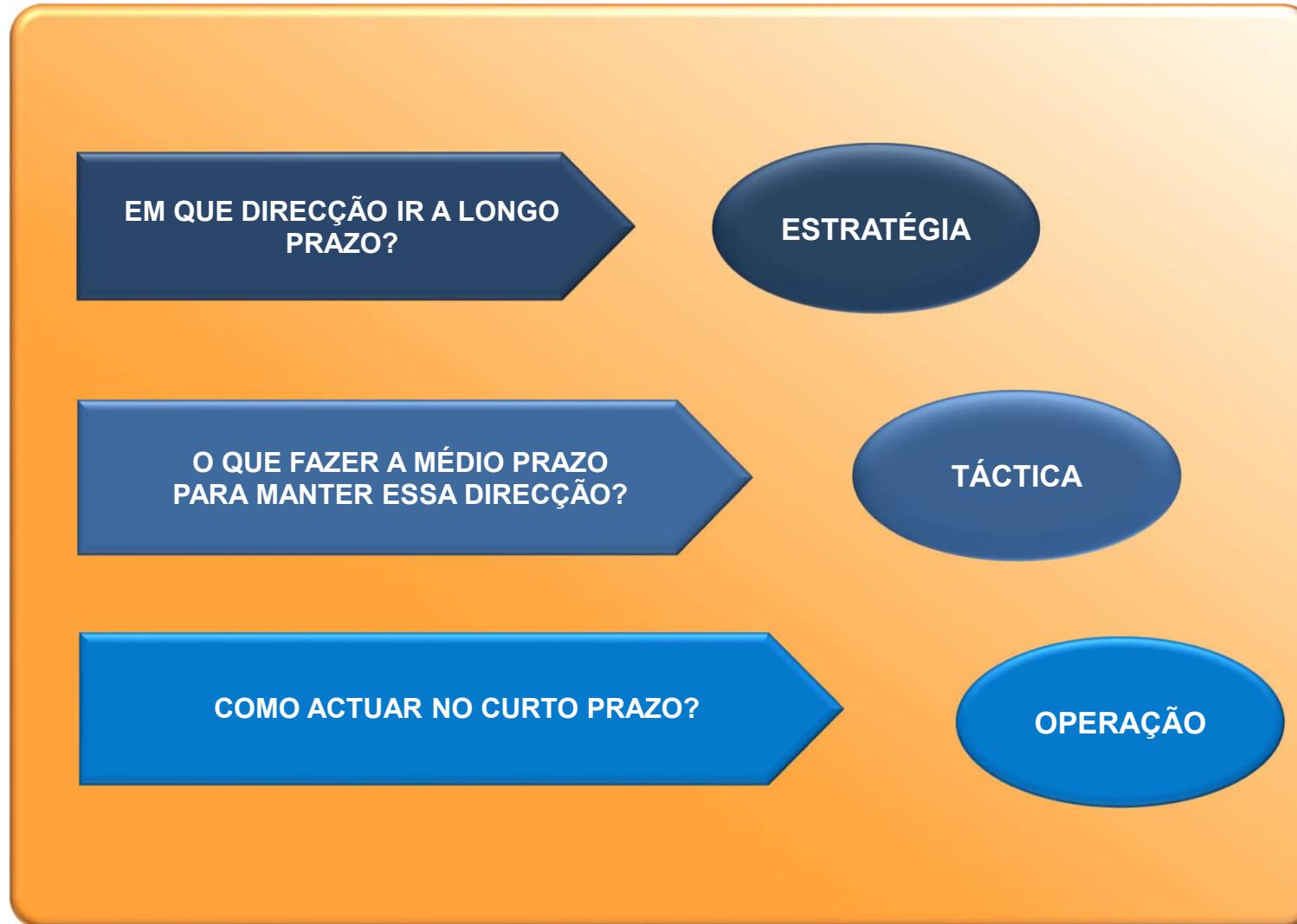
○ PRINCIPAIS MOTIVAÇÕES DA NECESSIDADE DE REABILITAÇÃO SÃO AS SEGUINTEs:

- ENVELHECIMENTO NATURAL DOS COMPONENTES;
- ALTERAÇÃO DOS OBJECTIVOS DE SERVIÇO;
- DEFICIÊNCIAS DE CONCEPÇÃO E PROJECTO;
- DEFICIÊNCIAS DE CONSTRUÇÃO;
- DEFICIÊNCIAS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS;
- DEFICIÊNCIAS DE OPERAÇÃO;
- DEFICIÊNCIAS DE MANUTENÇÃO;
- CAUSAS EXTERNAS.



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

PLANEAMENTO



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

RECOLHA E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

INFORMAÇÃO

- A informação deve ser a necessária e suficiente para suportar a avaliação da condição e do desempenho do sistema no horizonte de análise e fundamentar as tácticas e acções a implementar.
- A identificação, recolha, análise e tratamento da informação constituem a primeira fase do diagnóstico, visando a selecção e prioritzação dos activos a reabilitar.

○ Devem ser criados procedimentos internos visando:

- a identificação, recolha, análise e tratamento dos dados e informação relevante;
- a identificação de lacunas na informação;
- a disponibilização da informação em plataformas/ferramentas trabalháveis e acessíveis
- a uniformidade e coerência dos dados (especificações e exigências para fornecedores e empreiteiros, ...)

○ Os principais tipos de informação envolvidos são:

- características físicas dos activos e seus componentes (CADASTRO);
- informação operacional sobre falhas e reparações;
- informação operacional relativa a inspecções e a intervenções de manutenção preventiva;
- informação operacional sobre o modo de funcionamento do sistema (MODELO MATEMÁTICO);
- informação sobre necessidades de consumo de água;
- dados contabilísticos.

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

RECOLHA E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Caracterização de Reservatórios

The screenshot shows the EPAL software interface for reservoir characterization. It includes sections for Designation (Vila Fria), Geographical and Financial Information, Characterization (Construction date, Type, Structure, Coverage, Dimensions, Storage capacity, Accessibility, and Internal Coating), and Hydrological Circuits. A map shows the location of the reservoirs. To the right is a detailed site plan of a reservoir system with pipes, valves, and tanks.

Cobertura	Paredes	Pilares	Características
ALN	ALN	ALN	ALN [20]
Laje vigotas - BA	Betão simples	Betão armado	
Laje Painéis - BA	Betão armado	Alvenaria	
Laje maciça - BA	Alvenaria		
Abóbada de Aresta - AL			
Abóbada de Aresta - BA			
Laje fungiforme - BA			
Pré-Laje - BA			

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

RECOLHA E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

INFORMAÇÃO OPERACIONAL RELEVANTE PARA A REABILITAÇÃO	
COMPONENTE	INFORMAÇÃO MÍNIMA NECESSÁRIA
CONDUTAS	<ul style="list-style-type: none">• Localização, data e tipo de falhas;• Intervenções de reparação e de reabilitação pontual;• Estado de conservação/condição;• Reclamações de serviço (localização, data e tipo).
RAMAIS	<ul style="list-style-type: none">• Data e tipo de falhas;• Estado de conservação/condição.
RESERVATÓRIOS	<ul style="list-style-type: none">• Volume de perdas;• Data e tipo de falhas (órgãos de manobra e controlo);• Intervenções de manutenção;• Estado de conservação/condição;
ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS	<ul style="list-style-type: none">• Data e tipo de falhas;• Intervenções de manutenção;• Estado de conservação/condição;
ÓRGÃOS DE MANOBRA E CONTROLO (ÓRGÃOS PRINCIPAIS)	<ul style="list-style-type: none">• Data e tipo de falhas;• Intervenções de manutenção;• Estado de conservação/condição;
EQUIPAMENTO DE MONITORIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none">• Data e tipo de falhas;• Intervenções de manutenção;• Estado de conservação/condição;

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

RECOLHA E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Exemplo:

Registo de Avarias

BOLETIM SEMANAL DE INFORMAÇÃO OPERACIONAL

Principais Ocorrências no Sistema de Abastecimento

Da da Semana	Cep	Com	EE	EAC	ETA	PC	RIO	Rua
seguinte	-	-	-	-	-	-	-	-
anterior	-	-	-	-	-	-	-	-

SEMANA 36

GRANDE NATUREZA DO ACTIVO

Comunicações	Respostas de comunicações com a Clientela de Consumo + At.	Tipo de Verba
0	0	0

Obras

Obras: 40 avarias foi pedido de seguimento entre elas 30 que foram sujeitas a reabertura e 10.

Mudar Centro de Saneamento

Pedir de comunicação entre o centro de saneamento e o estudo J.A. 2010. No informe a manutenção (Belo Horizonte).

Mudar Centro de Saneamento

Brinquedo é feito de comunicação com o estudo no Sistemas. Requerem de 1000 por dia.

Demanda

A execução do desenho estrutural que chegou no dia de inicio de todo projeto e foi em encontro no edifício. O projeto envolve horas de trabalho e avarias em horas.

Carreiras

Arranca ao qual 3 em desenho estrutural não tem calculado os valores mostrados na tebra. O qual entra em horas. A parte de arranca é R\$ 1000.

Pedir de comunicação com o P.T. J.A. 1000 contactando o Projeto que informa que era de que estava no local.

La Tenebre

Habitação: Requerimento de alteração das grades para A. Comunicações P.T. Valores, Requerem os valores dos R\$ 1000.

Grades de arranque e calculadas no projeto em horas.

Conselho 01000 Z.A. Tenebre: A. Comunicações: Supõe-se o tipo entre a ruas Salão e R.S. para substituição de arranque de ressurgimento de novas ruas no Bairro Pedro Chacante no Centro de Belo Horizonte.

La Tenebre

Requerimento de alteração das grades para A. Comunicações P.T. Valores, Requerem os valores dos R\$ 1000.

Grades de arranque e calculadas no projeto em horas.

La Ribeira - BCB

La Ribeira - BCB: Requerimento de alteração das grades para A. Comunicações P.T. Valores, Requerem os valores dos R\$ 1000.

Conselho 01000 Z.A. Tenebre: A. Comunicações: Supõe-se o tipo entre a ruas Salão e R.S. para substituição de arranque de ressurgimento de novas ruas no Bairro Pedro Chacante no Centro de Belo Horizonte.

La Ribeira - BCB

La Ribeira - BCB: Requerimento de alteração das grades para A. Comunicações P.T. Valores, Requerem os valores dos R\$ 1000.

Conselho 01000 Z.A. VILA VELHA - CANTAGAL: Consulta sobre a instalação de grades para a Rua das Laranjeiras, bairro São João, entre a Rua das Laranjeiras e a Rua das Laranjeiras.

Conselho 01000 Z.A. VILA VELHA - CANTAGAL: Consulta sobre a instalação de grades para a Rua das Laranjeiras, bairro São João, entre a Rua das Laranjeiras e a Rua das Laranjeiras.

SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS GESTÃO DE ACTIVOS

OPERAÇÕES DE REGISTRO

AJUDA E ENTRADA DE DADOS

NAVEGAÇÃO

OCORRÊNCIAS DESPACHO SUSPENSOS INSPEÇÕES OCORRÊNCIAS DGA

GERAL

- Relatório Global
- Relatório por Semana
- Relatório por Mês

OPERAÇÕES DE REPORTING

CRITÉRIOS DE REPORT

- Grande Nat. Activo
- Local
- Tipo de Ocorrência
- Incidência
- Critérios múltiplos

Semana Mês Entre Data

Manutenção da aplicação

Actualizações massivas Ocorr Despacho Actualizações massivas Suspensões Actualizações massivas Inspecções Actualizações massivas Ocorr DGA

Concepto de Basilio Almeida

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DAS INFRA-ESTRUTURAS / INSPECÇÕES

● OBJECTIVOS E IMPORTÂNCIA DAS INSPECÇÕES

- Desenvolvimento de um sistema de suporte à Avaliação e Monitorização do estado de conservação dos activos;
- O grau de fiabilidade de um activo depende da sua condição e das acções de manutenção a que tenha sido sujeito;
- As inspecções permitem a obtenção de informação sobre a condição e disponibilidade do activo p/ a sua função.

● O QUE SÃO AS INSPECÇÕES ?



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

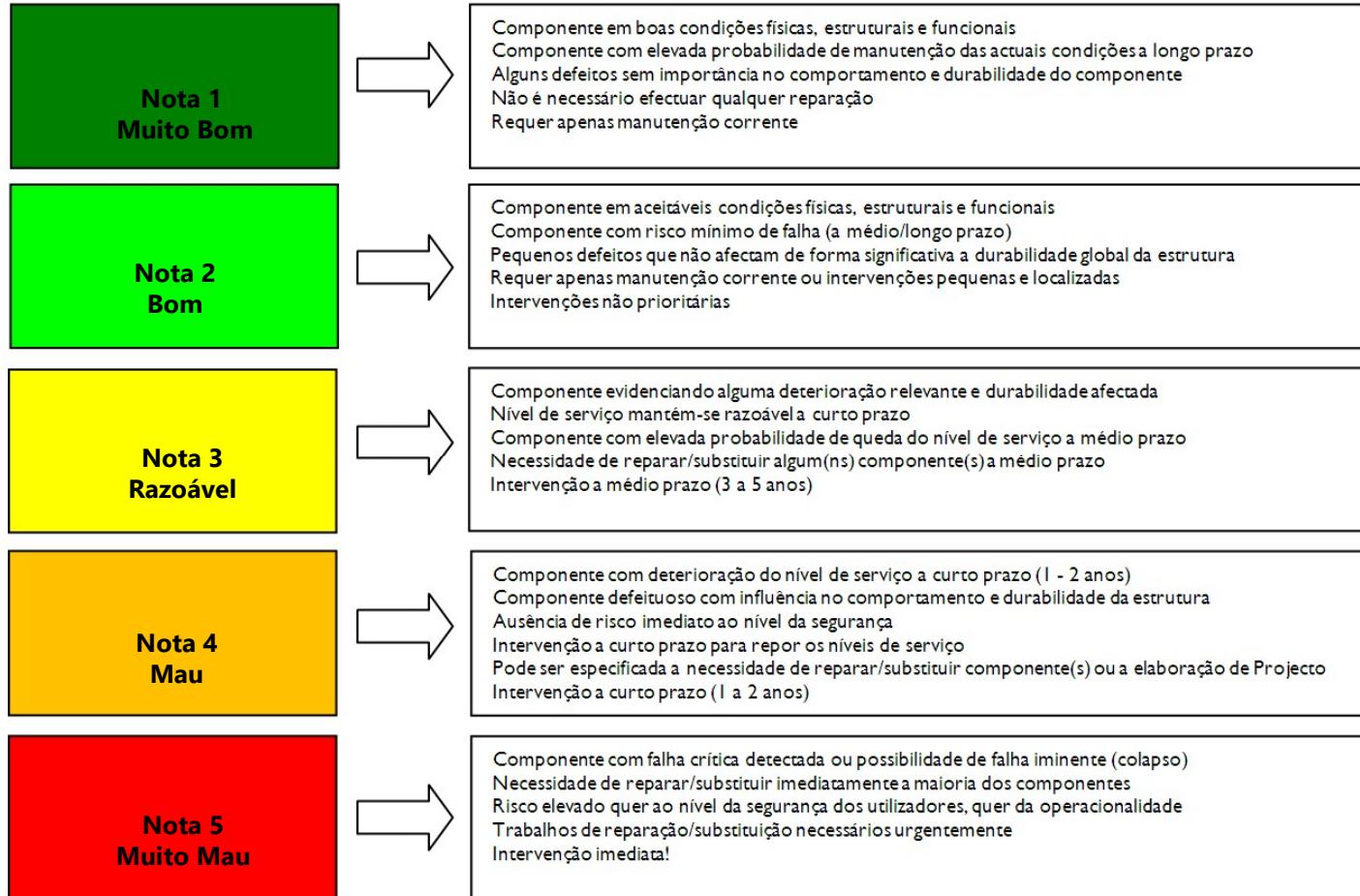
RELATÓRIO FINAL DE INSPEÇÃO

FICHA TÉCNICA DE INSPECÇÃO (RESERVATÓRIOS)



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

INSPECÇÕES AO ESTADO E CONDIÇÃO DOS ACTIVOS (1/2)



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

CRITICIDADE DOS ACTIVOS

A análise da CRITICIDADE DOS ACTIVOS depende, entre outros, dos seguintes factores:

○ RELEVÂNCIA (IMPORTÂNCIA RELATIVA) DO ACTIVO NO ÂMBITO DO SISTEMA

A relevância ou “peso relativo” de um determinado activo no contexto global do sistema é um aspecto fundamental para avaliar a criticidade desse activo, e consequentemente, o impacto que a sua eventual falha poderá implicar em termos da performance do sistema.

○ EXISTÊNCIA DE REDUNDÂNCIA RELATIVAMENTE AO ACTIVO

A existência de redundância, total ou parcial, é determinante em termos do impacte que uma eventual falha de um determinado activo poderá ter ao nível do desempenho global do sistema.

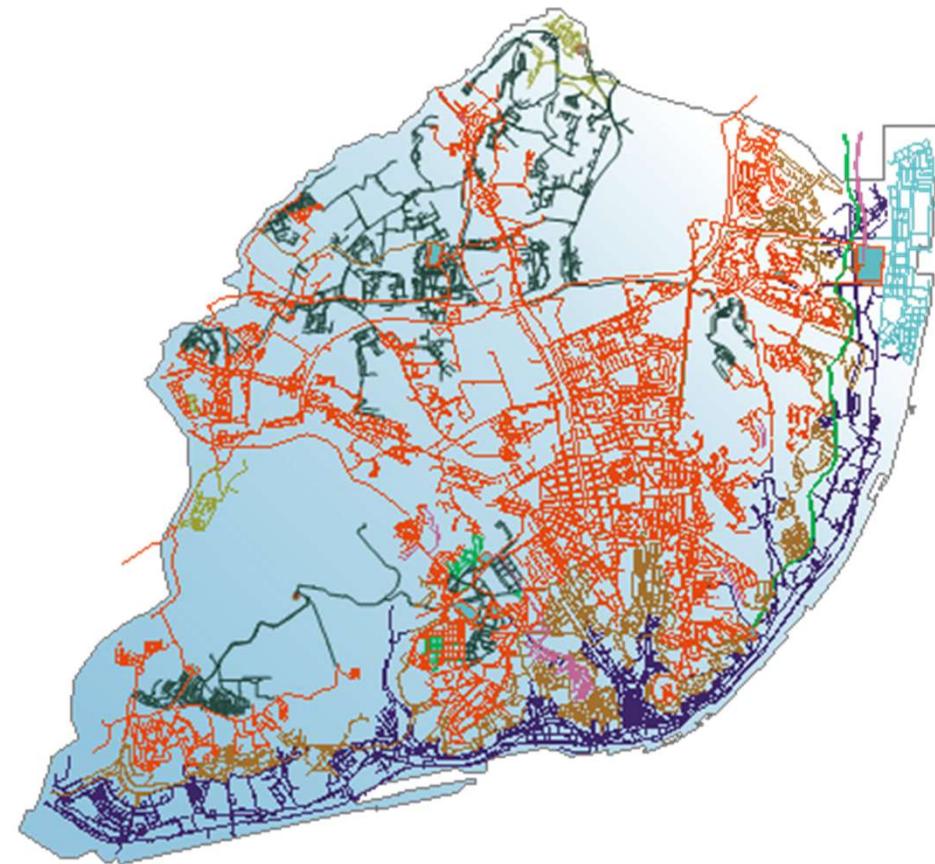
○ CONSEQUÊNCIAS (ECONÓMICAS, AMBIENTAIS E SOCIAIS) ASSOCIADAS À FALHA DO ACTIVO

Um activo cuja eventual falha, independentemente da sua relevância em termos do sistema e do facto de possuir ou não redundância, origine graves consequências para terceiros é naturalmente um activo com elevado grau de criticidade.

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

REDE DE DISTRIBUIÇÃO



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

MATRIZ MULTI CRITÉRIO: Definição de Critérios Relevantes

FACTORES	PONTO DE VISTA	PESO	INDICADOR	CRITÉRIO	PONTUAÇÃO	FONTE DOS DADOS
				PEA, PEB, EUR, FD	1	
FACTORES FÍSICOS	Desempenho Esperado	15%	Idade/Material	AC, CH, PRV, PL	3	Ginteraqua
				BA > 1965	3	
				FF <= 1955	4	
				BA <= 1965	4	
				FC > 1965	5	
				FF > 1955	5	
				BAR	5	
				NC, FG, PVC, AL	5	
				FC <= 1965	5	
				[0-30]	0	
				]30-50]	1	
				]50-100]	3	
				]100-150]	4	
				>150	5	
				Outros	3	
				FC	5	
				Outros	3	
				FF DN [400 - 600[	4	
				FF DN >= 600	5	
				Outros	3	
				>=10% ou <1% e DN >= 400	5	
				Nulos	1	
				>20	1	
				]10-20]	2	
				]5-10]	3	
				]1-5]	4	
				[0-1]	5	
FACTORES MONETÁRIOS	CUSTOS RENOVAÇÃO VS CUSTO REPARAÇÃO	40%	R = Crn/(Ir.L.Cu)	Crn - DGO/URB/OBR Cu - DIR/MIL/UML Ir - Ginteraqua L - Ginteraqua		

3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

○ MATRIZ MULTI CRITÉRIO APLICADA À CIDADE DE LISBOA

Ex: IDADE

Classificação
de cada um
dos cerca de
35.000 troços
da rede de
Lisboa
segundo a
respectiva
idade.



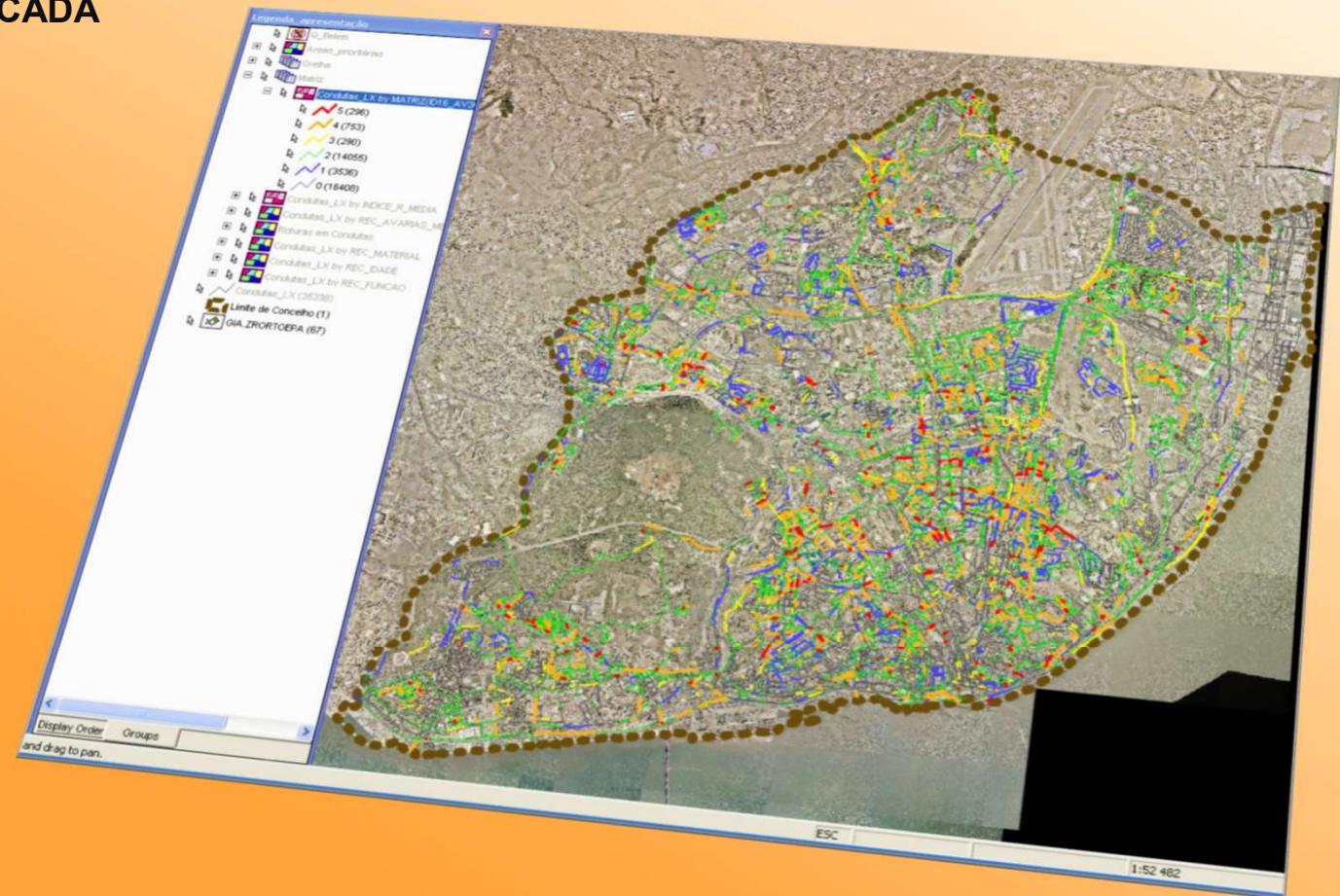
3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

○ MATRIZ MULTI CRITÉRIO APLICADA À CIDADE DE LISBOA

RESULTADO FINAL DA MATRIZ MULTI-CRITÉRIO

Classificação final de cada um dos cerca de 35000 troços da rede de Lisboa resultante da conjugação dos diversos critérios. Os troços mais prioritários estão identificados com cores vermelho e laranja.



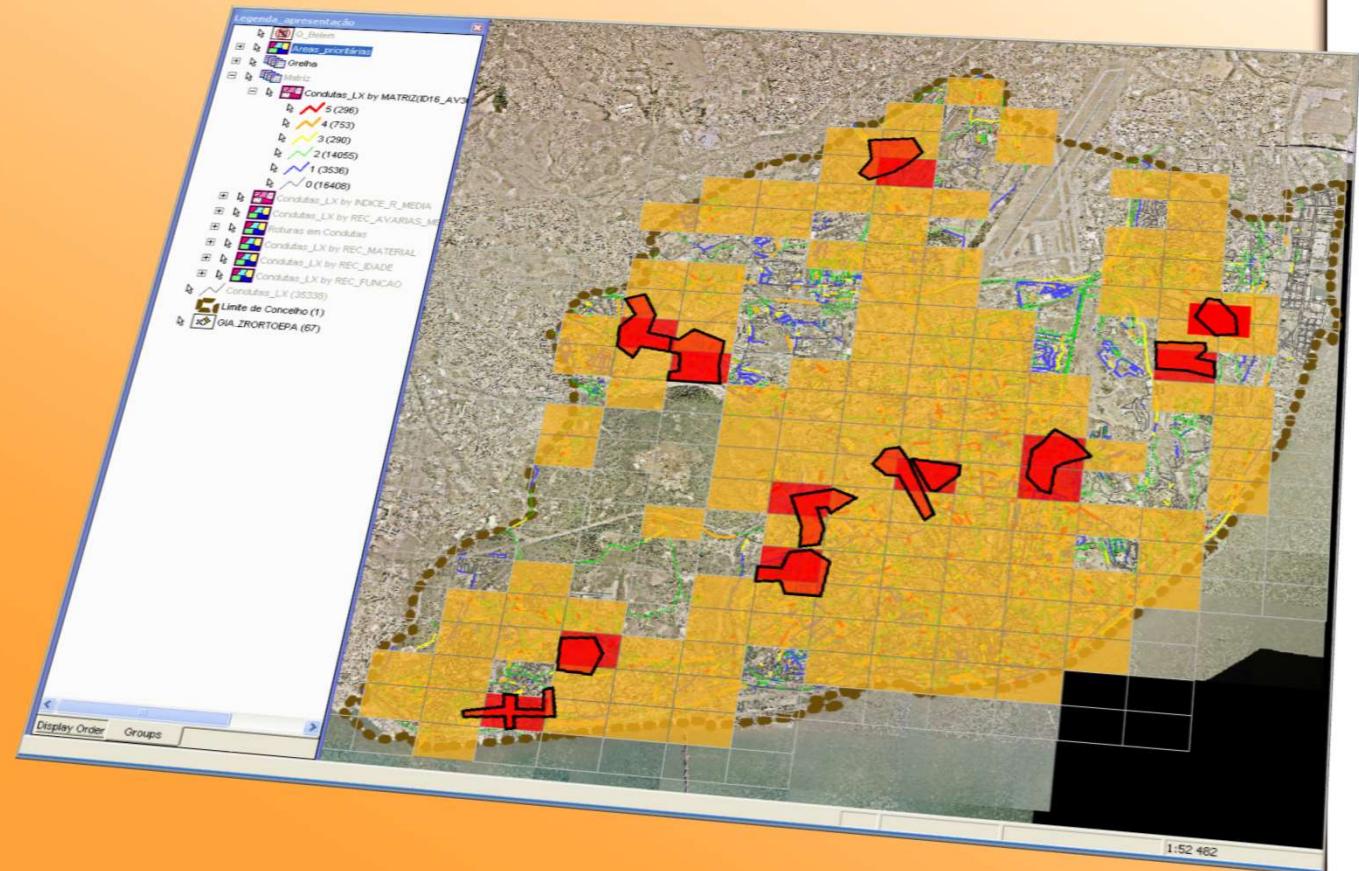
3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

○ MATRIZ MULTI CRITÉRIO APLICADA À CIDADE DE LISBOA

SELECCÃO DA ÁREAS MAIS PRIORITÁRIAS:

Sobreposição de uma grelha permitindo identificar as quadrículas com maior concentração de troços prioritários.
Delimitação das áreas a reabilitar na zona das quadrículas previamente identificadas



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

MATRIZES MULTI-CRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO

○ MATRIZ MULTI CRITÉRIO APLICADA À CIDADE DE LISBOA

ESTIMATIVA DE CUSTOS

- Estimativa preliminar dos custos associados à reabilitação de cada área identificada.
 - Ex.: Área de Belém \cong 1,5 M EUR

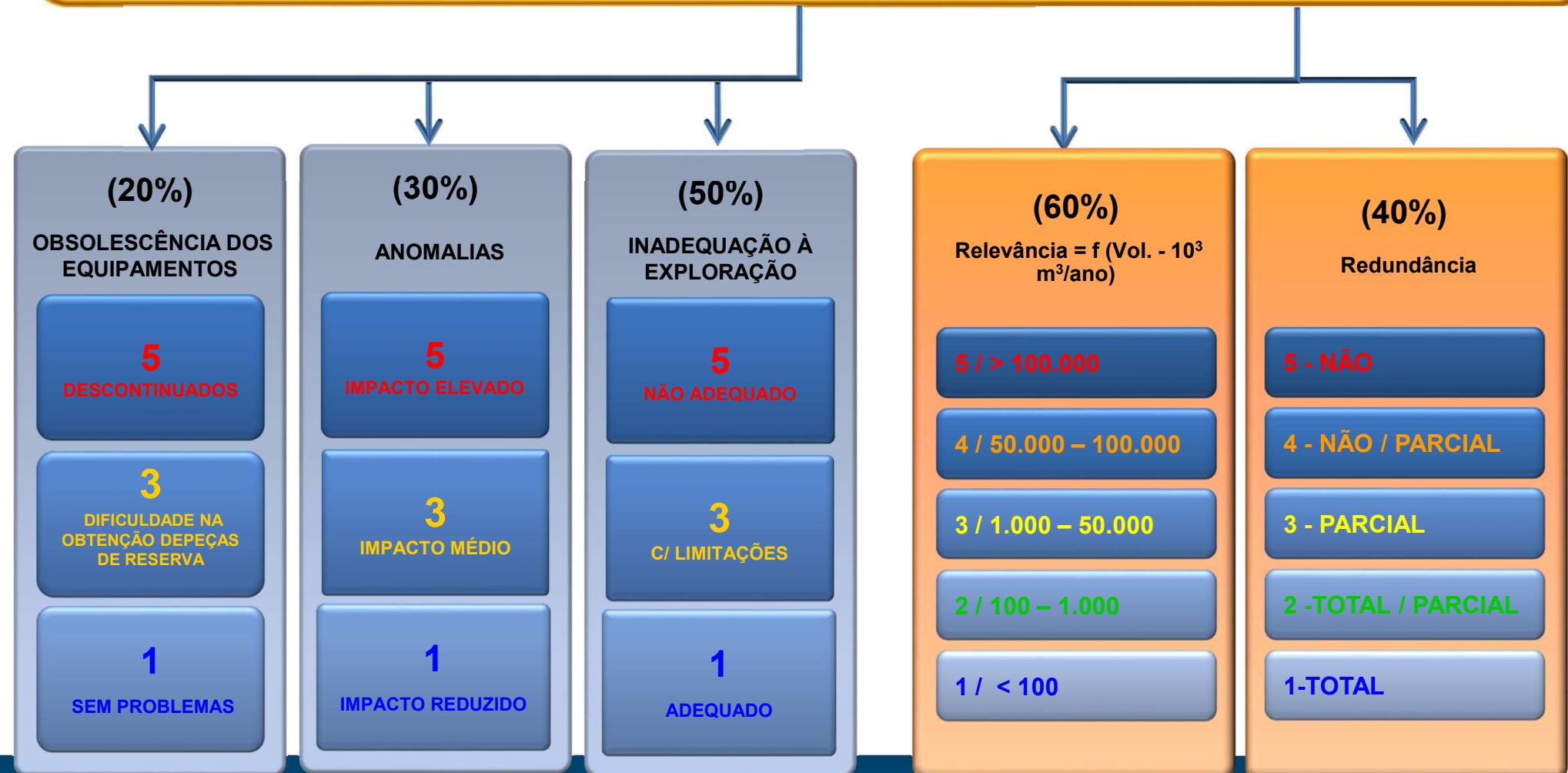


3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

ANÁLISE DE RISCO

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

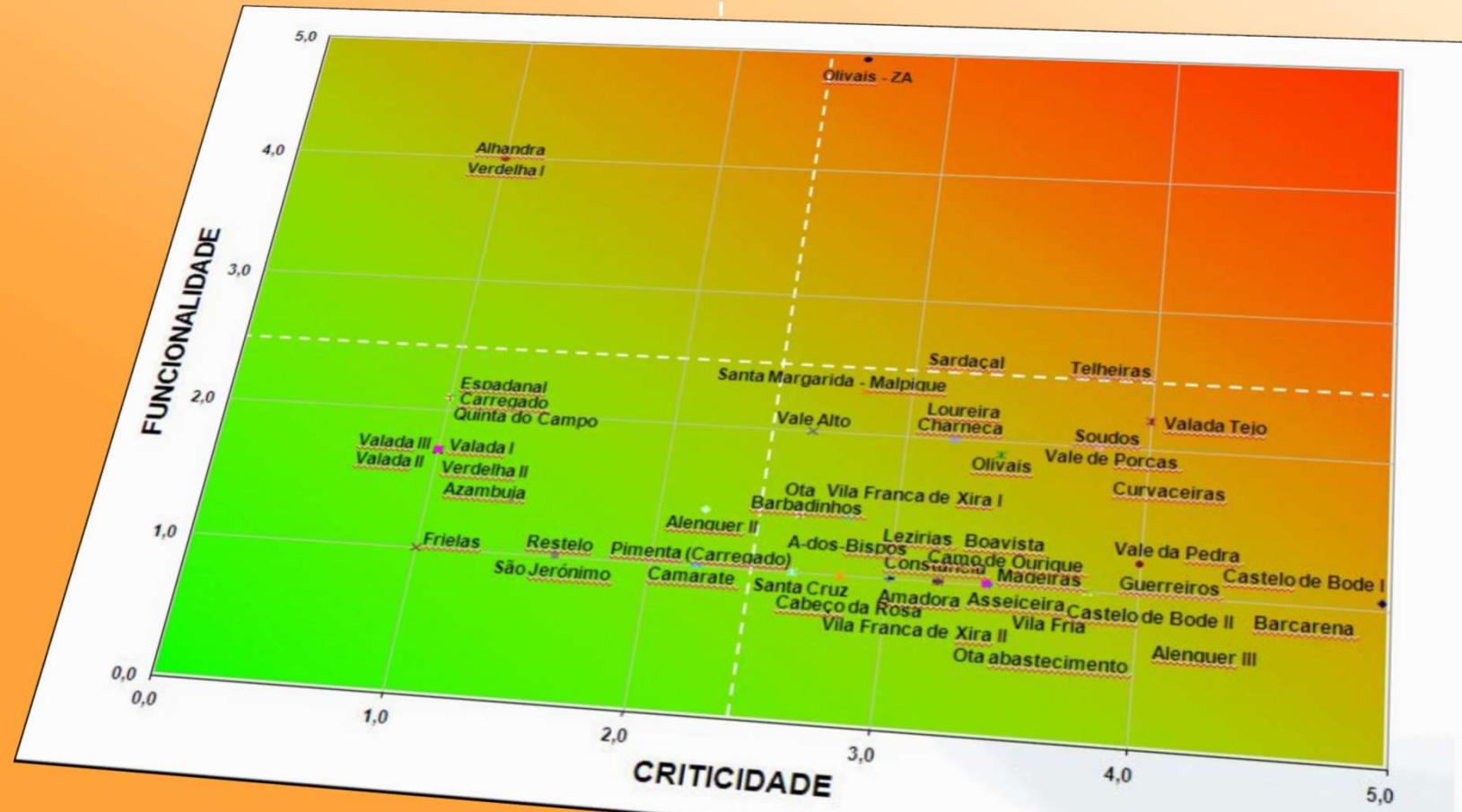
Risco **FALTA ÁGUA NO SISTEMA** = Falha Desempenho (Funcionalidade) x Criticidade



3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

ANÁLISE DE RISCO

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

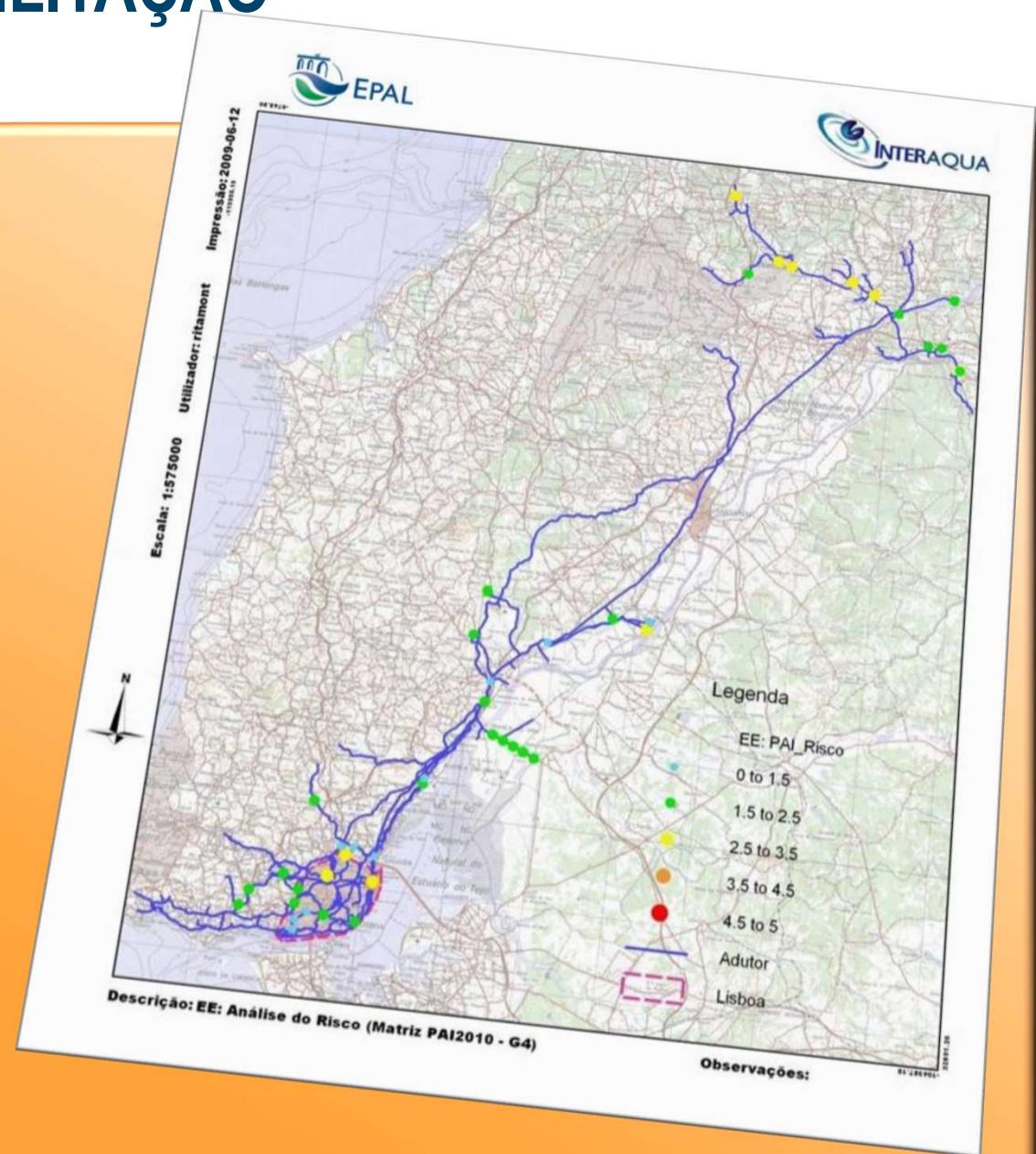


3 - ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

ANÁLISE DE RISCO

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Identificação da estação elevatória (*)	Criticidade	Funcionalidade	Risco
Castelo de Bode I	5,00	1,00	2,24
Castelo de Bode II	3,40	1,00	1,84
Vila Franca de Xira II	2,80	1,00	1,67
Vila Franca de Xira I	2,80	1,40	1,98
Valada Tejo	4,00	2,20	2,97
Vale da Pedra	4,00	1,20	2,19
Armadora	3,00	1,00	1,73
Lezírias	3,00	1,00	1,73
Pimenta (Carregado)	2,20	1,00	1,48
Alenquer II	2,20	1,40	1,75
Ota	2,60	1,40	1,91
Guerreiros	3,80	1,00	1,95
Camarares	2,20	1,00	1,48
Curvaceiras	3,80	2,00	2,76
Soudos	3,80	2,00	2,76
Vale de Porcas	3,80	2,00	2,76
Vila Fria	3,40	1,00	1,84
Barcarena	3,80	1,00	1,95
Alenquer III	3,80	1,00	1,95
Sardaçal	3,20	2,50	2,83
Cabeço da Rosa	2,80	1,00	1,67
Santa Margarida	2,80	1,30	1,91
Santa Margarida - Malpique	2,80	2,30	2,54
Loureira	3,20	2,00	2,53
Asseiceira	3,20	1,00	1,79
Madeiras	3,20	1,00	1,79
Constância	3,20	1,30	2,04
Ota abastecimento	3,20	1,00	1,79
Alhandra	1,00	4,00	2,00
Verdeleira I	1,00	4,00	2,00
Valada I	1,00	1,70	1,30
Vale Alto	2,60	2,00	2,28
Azambuja	1,00	1,70	1,30
Carregado	1,00	2,10	1,45
Espadanal	1,00	2,10	1,45
Quinta do Campo	1,00	2,10	1,45
Valada II	1,00	1,70	1,30
Valada III	1,00	1,70	1,30
Verdeleira II	1,00	1,70	1,30
A dos Bispos	2,60	1,00	1,61
Frielas	1,00	1,00	1,00
Olivais	3,40	1,90	2,34
Olivais - ZA	2,60	5,00	3,61
Berbadimhos	2,00	1,40	1,92
Carmo de Ourique	3,20	1,00	1,79
Telheiras	3,80	2,50	3,08
São Jerónimo	1,60	1,00	1,26
Restelo	1,60	1,00	1,26
Charneca	3,20	2,00	2,53
Bovavista	3,20	1,00	1,79
Santa Cruz	2,60	1,00	1,61



4 - PLANOS DE INVESTIMENTO E DE MANUTENÇÃO

- Os Planos de Investimento e os Planos de Manutenção no curto-médio prazo são a consequência directa e imediata de todo o processo anterior

SILUSBA 25 anos



14.º SILUSBA

Praia 2019 16 a 20 de setembro



ASSOCIAÇÃO
PORTUGUESA DOS
RECURSOS HÍDRICOS
APRH

ABRHidro

Associação Brasileira de Recursos Hídricos

acrh

Associação Caboverdeana
de Recursos Hídricos



AQUASHARE



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

FIM.
Muito Obrigado pela vossa atenção