



Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas

Jorge Cardoso Gonçalves

Co-Fundador e Partner da WSCM – Water Services Consulting and Management, Lda

Presidente da Comissão Diretiva da APRH

Presidente da Comissão Organizadora Internacional do 16º SILUSBA



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



NOTA INTRODUTÓRIA

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

Gestão Eficaz e Eficiente das Infraestruturas Hidráulicas

- É crucial para corresponder às necessidades da sociedade e assegurar a proteção dos recursos hídricos
- O envolvimento transversal da estrutura e o compromisso dos colaboradores são elementos essenciais

Metodologia de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas

- Uma metodologia que assenta na introdução de uma filosofia de organização
 - que mobiliza os meios existentes
 - que envolve os recursos disponíveis
 - que faculta as ferramentas simples

Sistema Paiva-Douro

- Constituído pelos concelhos de Arouca e de Cinfães – *tese aplicada ao caso de estudo do SAA-Arouca*
- Apresenta-se uma síntese de informações e análise de evolução com a aplicação da metodologia

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



ENQUADRAMENTO

Infraestruturas e Sociedade

- O património das infraestruturas representa um importante indicador do desenvolvimento socioeconómico de um país ou região
- As infraestruturas hidráulicas urbanas possibilitam o aproveitamento do recurso água, preservando as origens e salvaguardando os meios recetores
- O acesso a água segura e a adequada recolha e tratamento de águas residuais constituem um contributo e um avanço fundamental no âmbito da medicina preventiva, de acordo com um nexus água e saúde pública

Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas

- Apresentação da metodologia desenvolvida no âmbito da tese de doutoramento intitulada “Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas”
- Aplicada ao Sistema de Abastecimento de Água de Arouca (SAA-Arouca) e propulsora de um conjunto de medidas entretanto implementadas no Sistema Paiva-Douro, pertencente ao Sistemas de Águas da Região do Noroeste (SARN)

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Metodologia de GOIH

Estrutura Geral

Contexto

- Desafios
- Organização

Áreas Operacionais

- Avaliação
- Exploração
- Intervenção

Infraestruturas Hidráulicas

- Abastecimento de Água
- Drenagens Residuais
- Drenagens Pluviais

- Monitorização / Revisão / Melhoria Contínua

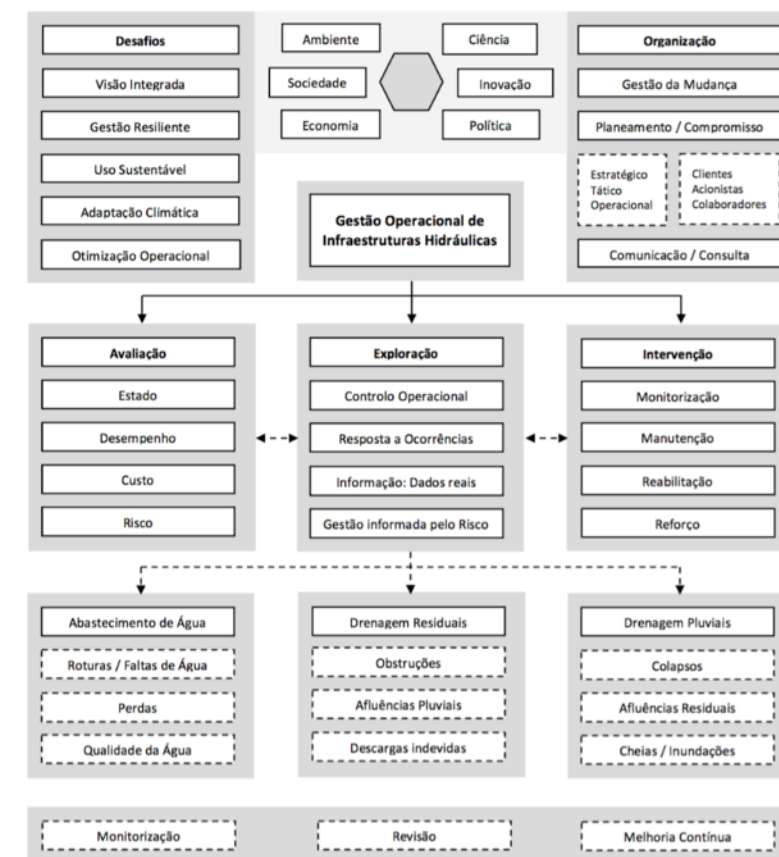
Estado
Desempenho
Custo
Risco

Controlo Operacional
Resposta a Ocorrências
Informação: Dados reais
Gestão Informada: Risco

Monitorização
Manutenção
Reabilitação
Reforço

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25



- GOIH como **elemento agregador de conceitos de gestão** patrimonial, gestão do risco e gestão técnica
- **Modelo de gestão comum**, adaptável a diferentes cenários
- Metodologia que atenda aos desafios do setor, às dinâmicas organizacionais e às questões operacionais

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



WSCM

GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Metodologia de GOIH (cont.)

Apoio à Decisão

- **Visão integrada** do investimento – retorno estratégico e operacional
- Podem colocar-se algumas **questões**:
 - Onde investir?
 - Quanto investir?
 - Quando investir?
 - Como investir?

• Estratégia de Investimento

- Orientações globais de investimento
- Baseada na avaliação proposta
- Índices de Tomada de Decisão

• Estratégia Operacional

- Síntese de ocorrências e desempenho
- Estimativa de investimentos, ganhos e retornos

• Estratégia de Decisão Específica

- Semelhante à Estratégia Operacional
- Por intervenção, com maior especificidade

- Flexível e aplicável a diferentes estados contextos

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

Índice de Avaliação de Estado – IAE

Índice de Avaliação de Desempenho – IAD

Índice de Avaliação de Risco – IAR

Índice de Relevância Operacional – IRO

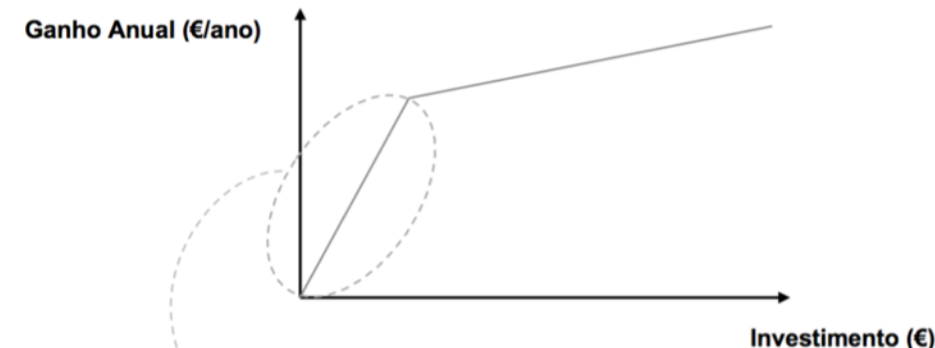
Índice de Fatores de Contexto – IFC

Índice de Investimento Infraestrutural – III

Índice de Investimento Operacional – IIO

Investimento – I
Ganho Anual – GA
Retorno – R

$$R = \frac{I}{GA}$$



Seleção de investimentos com um período de retorno mais reduzido

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



WSCM

SISTEMA PAIVA-DOURO

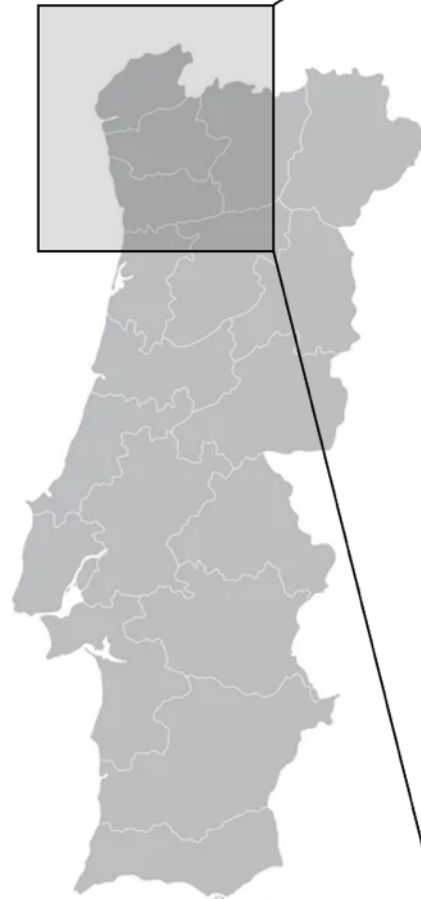
Grandes Números

Abastecimento de Água

- 620 km de redes municipais
- 72 zonas de medição de controlo
- 49 reservatórios
- 11 pontos de entrega “em alta”
- 26 de captações de água
- 21 sistemas de tratamento
- 5 estações elevatórias
- 386 válvulas redutoras de pressão

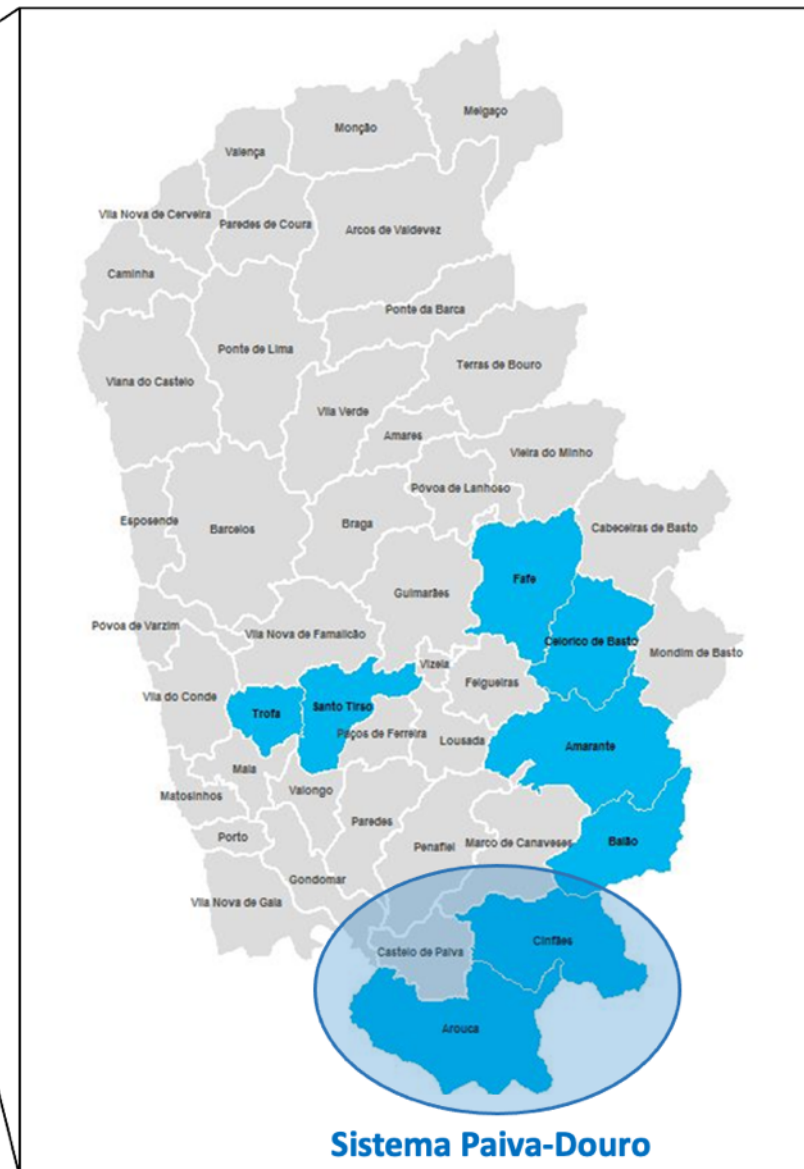
Águas Residuais

- 260 km de redes municipais
- 12 ETAR
- 30 pontos de entrega “em alta”
- 6 fossas sépticas coletivas
- 30 estações elevatórias
- 28 zonas de drenagem



JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?

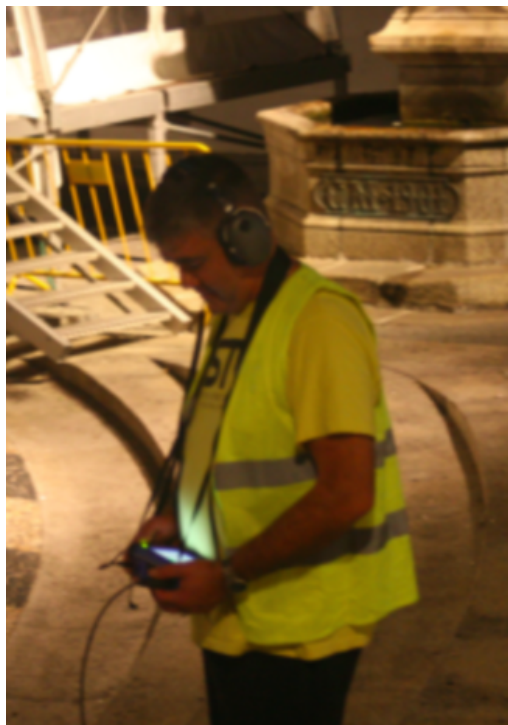


EFICIÊNCIA HÍDRICA – aplicação

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – intervenções

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

Intervenções efetuadas

- Unidades operacionais
 - Monitorização
 - Manutenção
 - Reabilitação
 - Reforço
- No decorrer da tese foram propostas um conjunto de intervenções, tendo sido parte delas já executadas
- Monitorização – diversas rotinas em curso
- Manutenção – reservatórios e importantes ações de manutenção ao parque de VRP



VRP do SAA-Arouca – apresentam particular relevância, pelo efeito que a gestão de pressões poderá ter na otimização dos sistemas de abastecimento de água, particularmente nos sistemas que se encontram instalados em locais com a orografia do concelho de Arouca

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – intervenções

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

Intervenções efetuadas

- No que se refere à gestão de pressões no SAA-Arouca, desde o arranque da Parceria do Noroeste, salientam-se os seguintes números:
 - Instalação de cerca de 150 VRP
 - Substituição de mais de 80 VRP
 - Manutenção de mais de 250 VRP
 - Monitorização de mais de 100 VRP
 - Instalação de 5 duplos patamares de pressão em VRP



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – intervenções

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

Reabilitação e Reforço de Conduitas e Coletores

- Efetuou-se um levantamento de intervenções de reabilitação e reforço efetuadas e a efetuar
- Foram priorizadas as intervenções – de acordo com o risco, a relevância e a disponibilidade de recursos

Pavimentações

- Efetuou-se um levantamento de pavimentações efetuadas e a efetuar



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



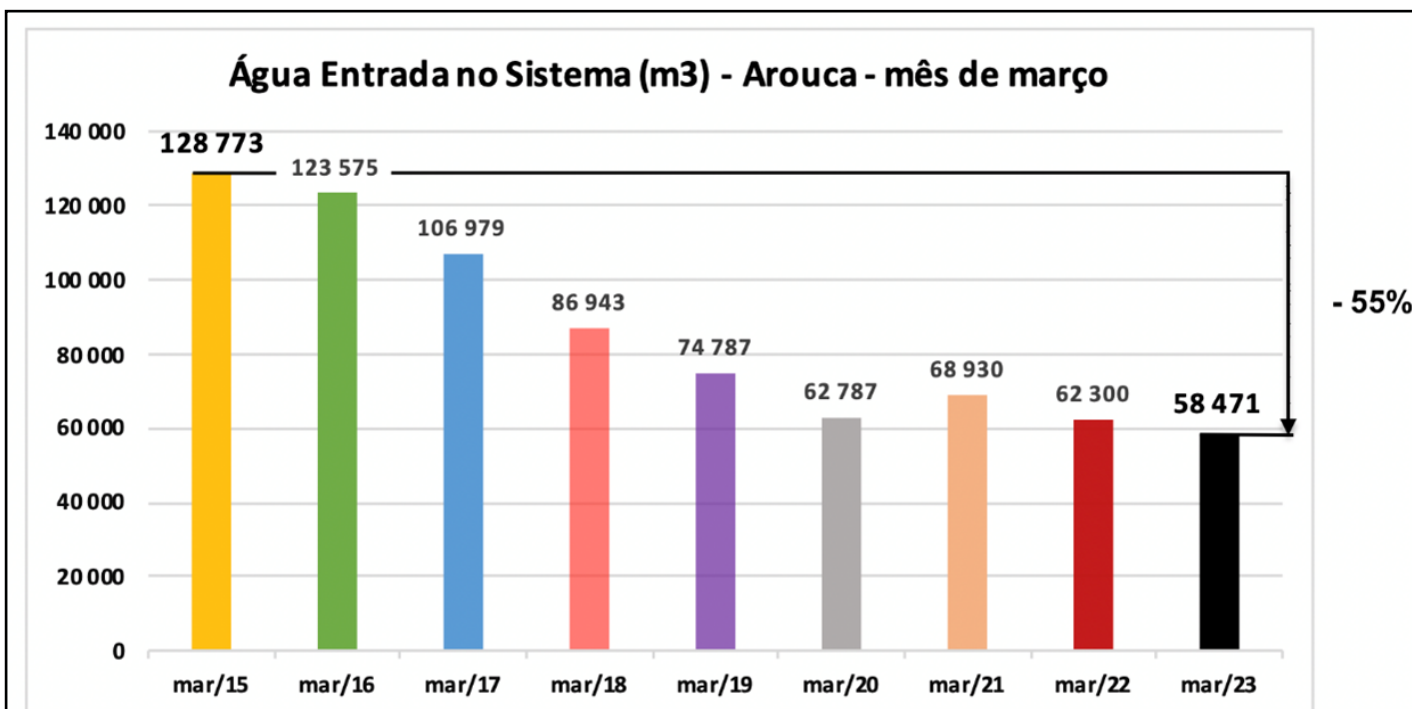
EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

- O combate às perdas de água no concelho de Arouca foi uma aposta clara da equipa de exploração
- As ações propostas e implementadas com recurso a ferramentas de apoio à decisão, traduziram-se numa substancial redução das perdas de água



Março/2015 vs Março/2023 - Combate às Perdas de Água

Redução de 55% da Água Entrada no Sistema, adquirida “em alta” à AdDP, com:

- Aumento de 14% do número de clientes
- Diversos sistemas autónomos desativados e ligados ao sistema abastecido “em alta”

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

Visão da Gestão Operacional

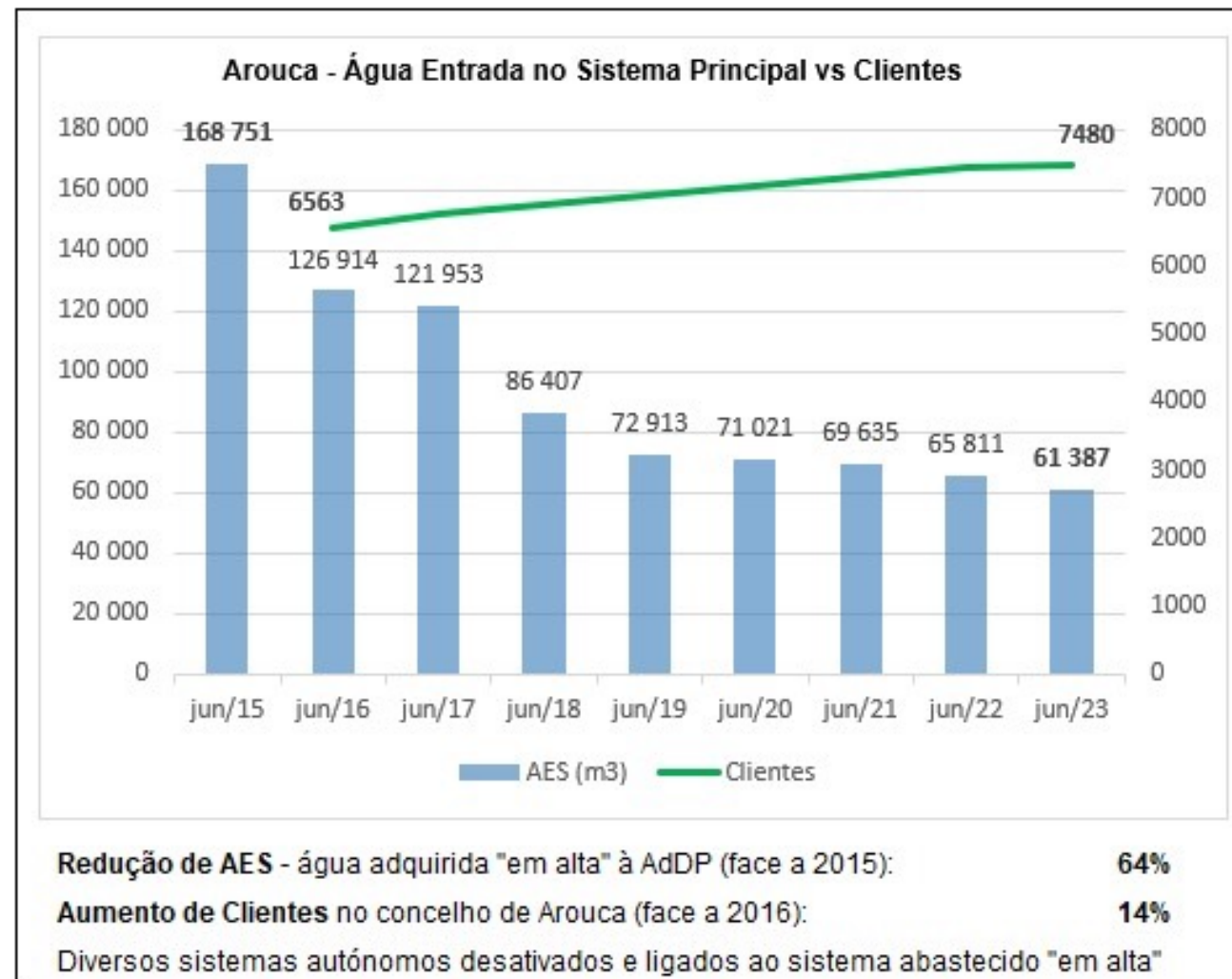
Mas mais do que uma estratégia de combate às perdas de água, incorpora uma visão da Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas defendendo que

- i) a **otimização dos procedimentos operacionais**,
- ii) a **organização das equipas e dos meios**,
- iii) uma **boa gestão das infraestruturas hidráulicas**

constitui um caminho global que possibilita que se incremente a eficiência hídrica, energética, económica e operacional tornando os sistemas mais robustos e mais resilientes

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

SAA-Arouca – aplicação da metodologia num "laboratório vivo"

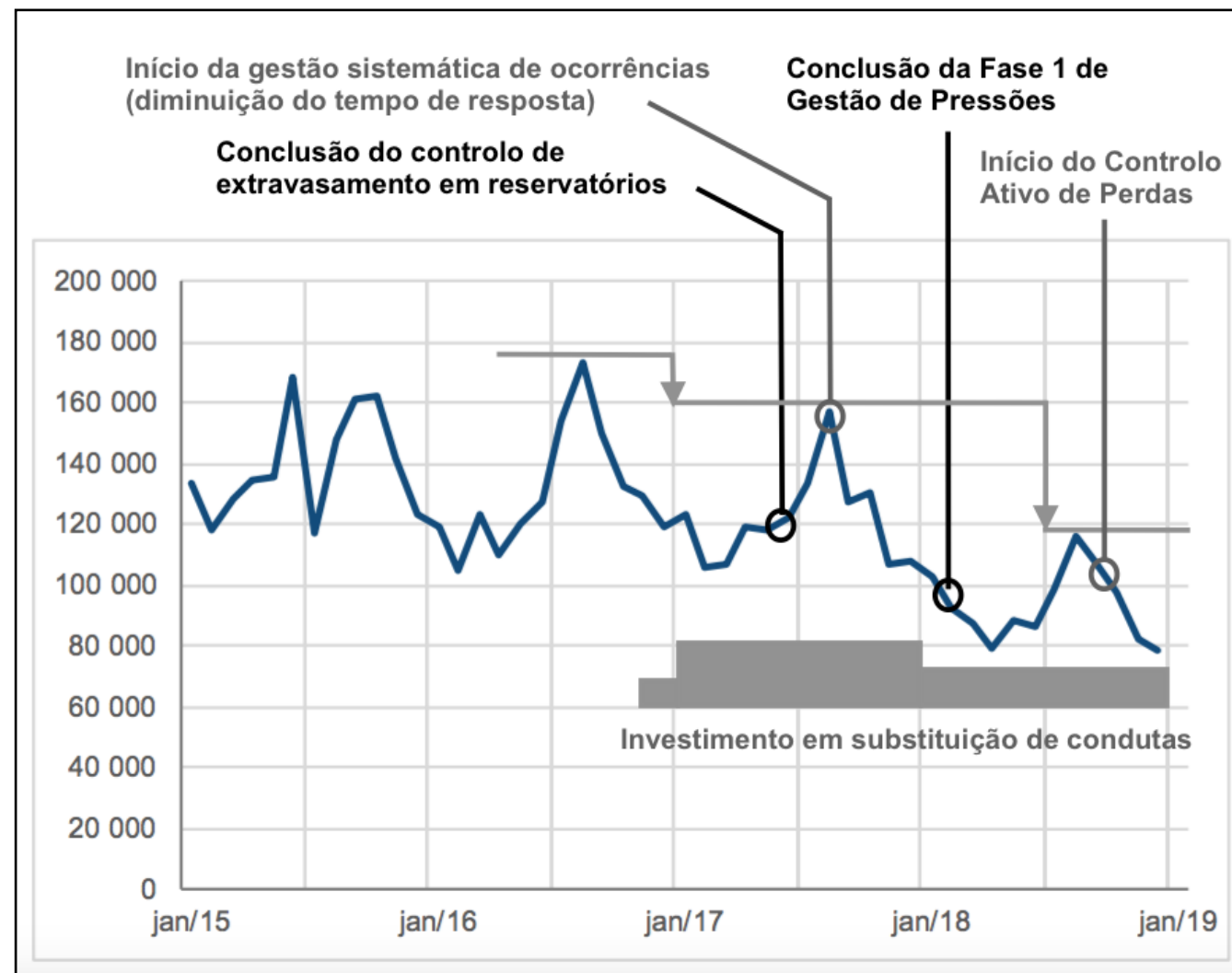
Redução de Perdas Reais

Operacionalização

- Eliminação do extravasamento em reservatórios
- Gestão de pressões
- Diminuição do tempo de resposta na reparação de roturas
- Controlo ativo de perdas (constituição de equipa funcional de perdas)
- Substituição de condutas

JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

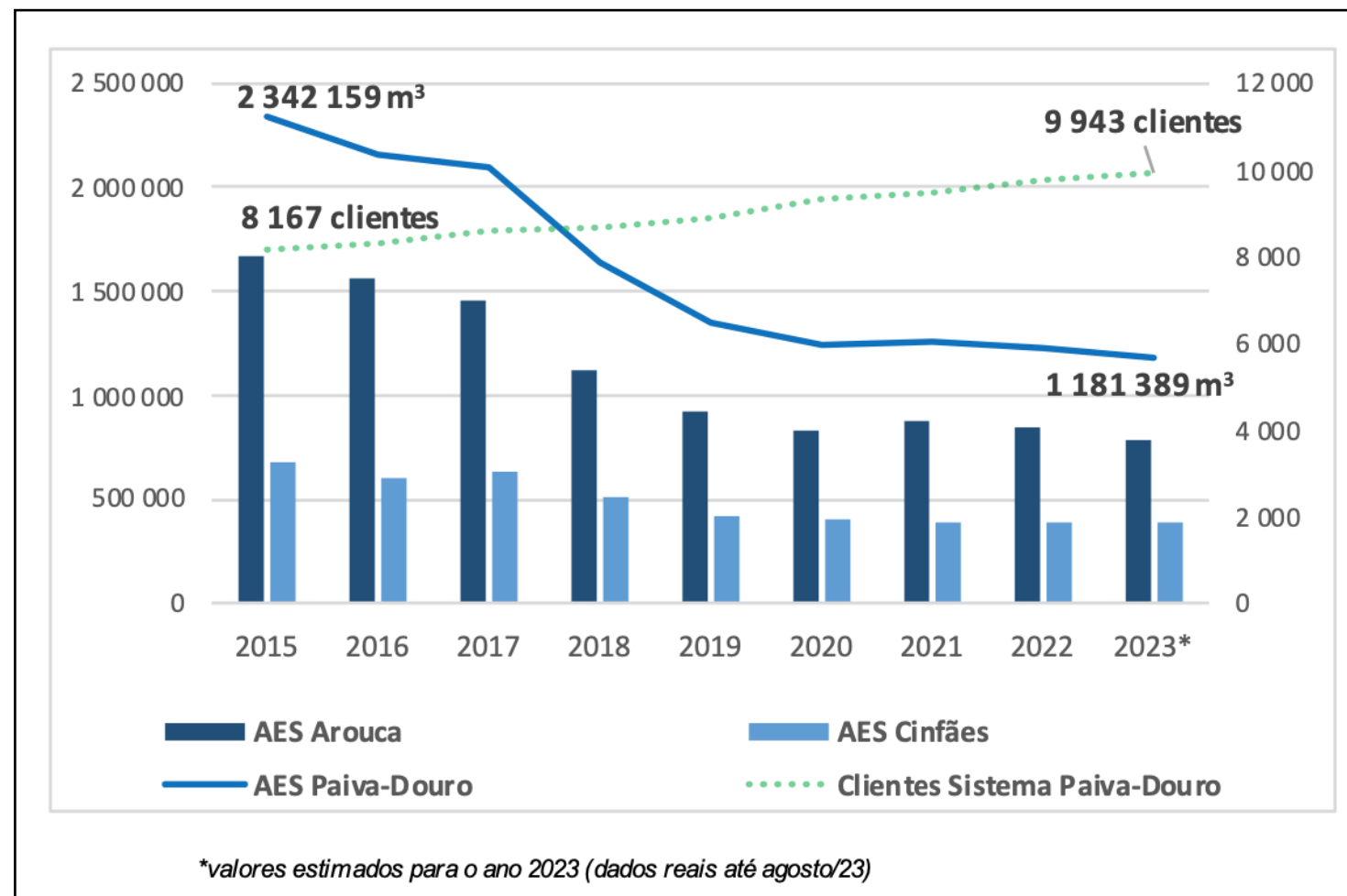
JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

Sistema Paiva-Douro – os “grandes números”

Síntese de Ganhos Operacionais – Redes “em baixa” do Sistema Principal

- Metade da água comprada • Aumento de número de clientes • Desativação de diversas origens autónomas



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?

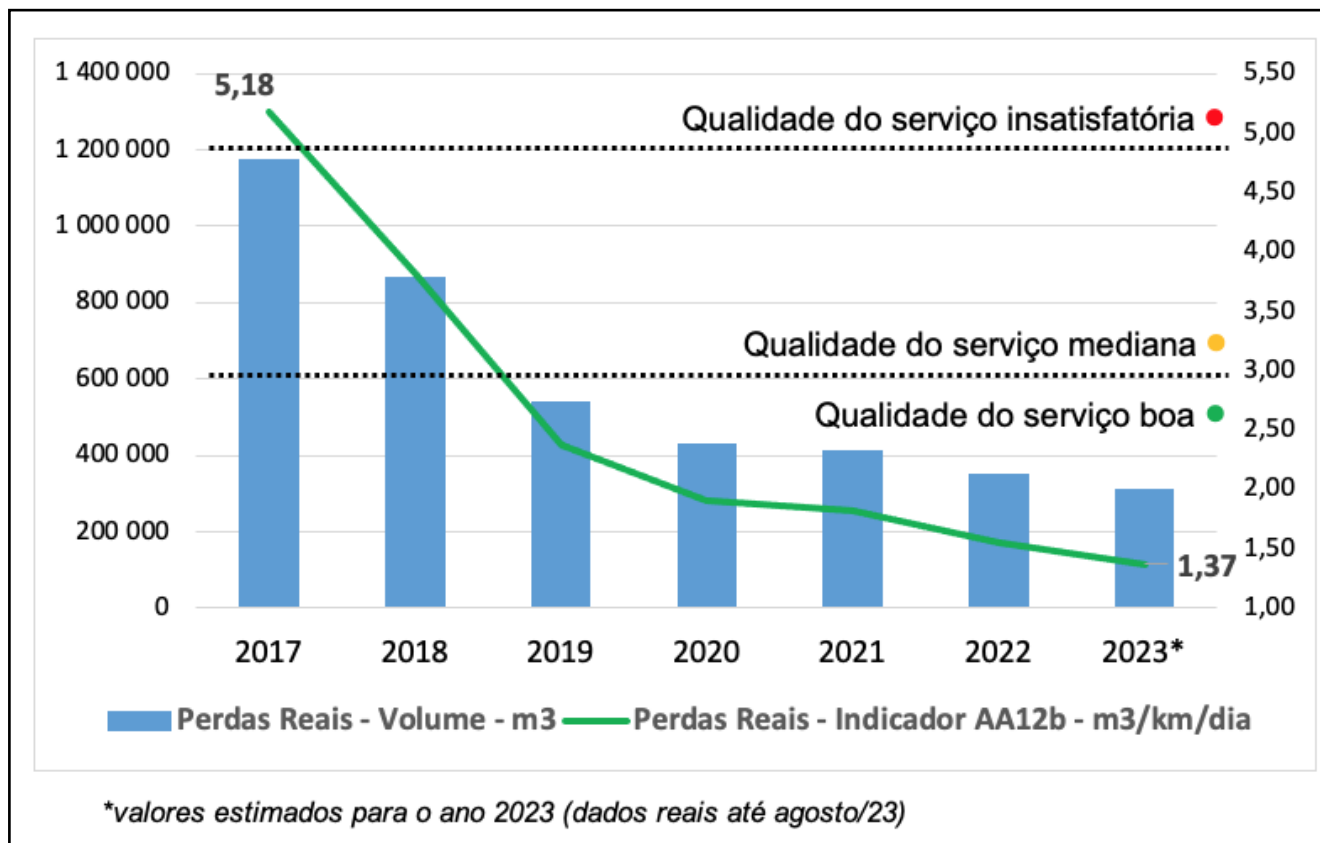


EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

Sistema Paiva-Douro – os “grandes números”

Perdas Reais – evolução desde o arranque da Parceria do Noroeste

- De acordo com os indicadores da ERSAR, pode aplicar-se o Indicador de Perdas Reais AA12b (sistemas em baixa) a sistemas com uma densidade de ramais inferior a 20/km.
- O Sistema Paiva-Douro apresenta uma extensão total de 880 km de rede de abastecimento de água e abastece cerca de 11 000 ramais, o que resulta numa densidade de 12,5 ramais por km de rede.



De acordo com o RASARP (2022), a **média nacional** do indicador de perdas reais de água A12b, no ano de 2021, foi de **2,3 m3/km/dia**

O Sistema Paiva-Douro apresenta do indicador de A12b de **1,37 m3/km/dia**, que corresponde a uma qualidade de serviço boa e é mais baixo do que a média nacional

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



EFICIÊNCIA HÍDRICA – resultados

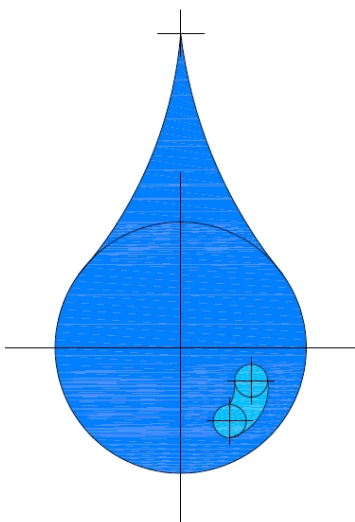
JORGE CARDOSO GONÇALVES

Moçambique – Maputo, 28.05.25

Sistema Paiva-Douro – os “grandes números”

Síntese de Ganhos Operacionais – Perspetiva Global – Redes “em baixa” e “em alta”

Numa perspetiva de eficiência (hídrica, energética e ambiental) global (“em baixa” pela Águas do Norte, S.A. e “em alta” pela Águas do Douro e Paiva, S.A.)



Redução de Perdas de Água (0,5207 €/m ³)	6 578 953 m ³ (3 425 661€)
Redução de Consumo de Energia Elétrica (0,44€/m ³)	26 315 812 kWh (2 894 739 €)
Redução de Roturas (400 €/rotura)	8 037 un (3 214 800 €)
Redução de Emissões de CO₂ (188 gCO ₂ /m ³)	1 237 ton de CO ₂

Globalmente, estima-se que o incremento de **Eficiência Hídrica (e energética)** no Sistema Paiva-Douro se traduza, de 2015 a 2023, numa **redução de custos operacionais de cerca de 9,53 M€**.

0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

5. NOTAS FINAIS

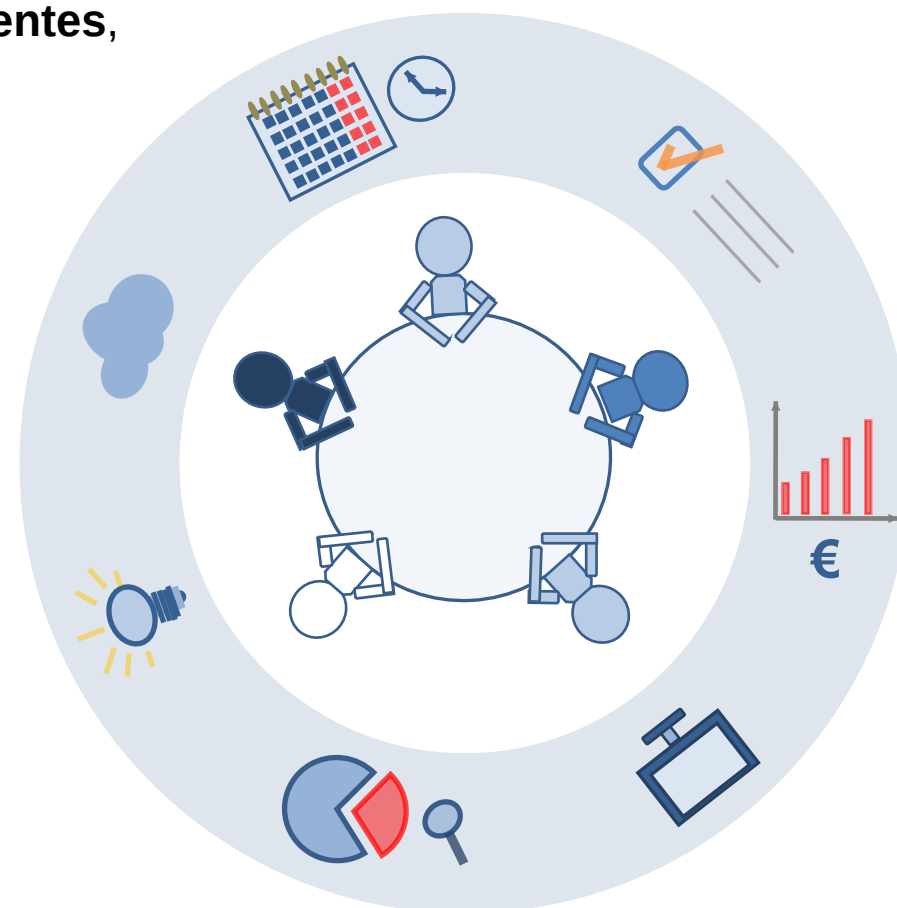
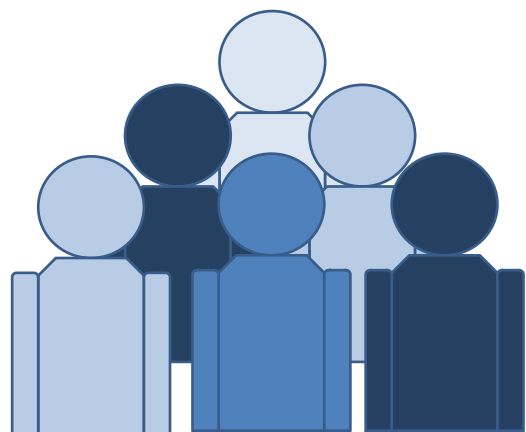
6. QUE FUTURO?



NOTAS FINAIS

Conclusão

Propõe-se um **modelo de gestão operacional** de infraestruturas que assenta, sobretudo, na introdução de uma filosofia de **ORGANIZAÇÃO**, que **mobiliza os meios existentes**, que **envolve os recursos disponíveis** e que **faculta as ferramentas simples**, com vista à **otimização operacional** e ao **apoio à decisão**.



0. NOTA INTRODUTÓRIA

1. ENQUADRAMENTO

2. GESTÃO DE
INFRAESTRUTURAS
HIDRÁULICAS

3. SISTEMA PAIVA DOURO

4. EFICIÊNCIA HÍDRICA

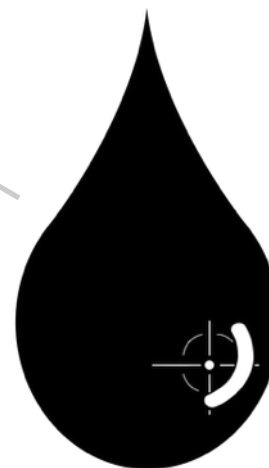
5. NOTAS FINAIS

6. QUE FUTURO?



QUE FUTURO?

Serviços especializados
de consultoria e capacitação



WSCM



município
Vila Nova
de Paiva

16° SILUSBA XI CPGZC

Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas

28 de maio de 2025

Muito obrigado!



Jorge Cardoso Gonçalves

APRH | WSCM

Engenheiro Civil – MSc, PhD

jjtc.goncalves@gmail.com

+351 918425218

