



Sistemas inteligentes para a gestão energética de ETAR

Pedro Póvoa
24/5/2016

Consórcio:



Projeto cofinanciado por:





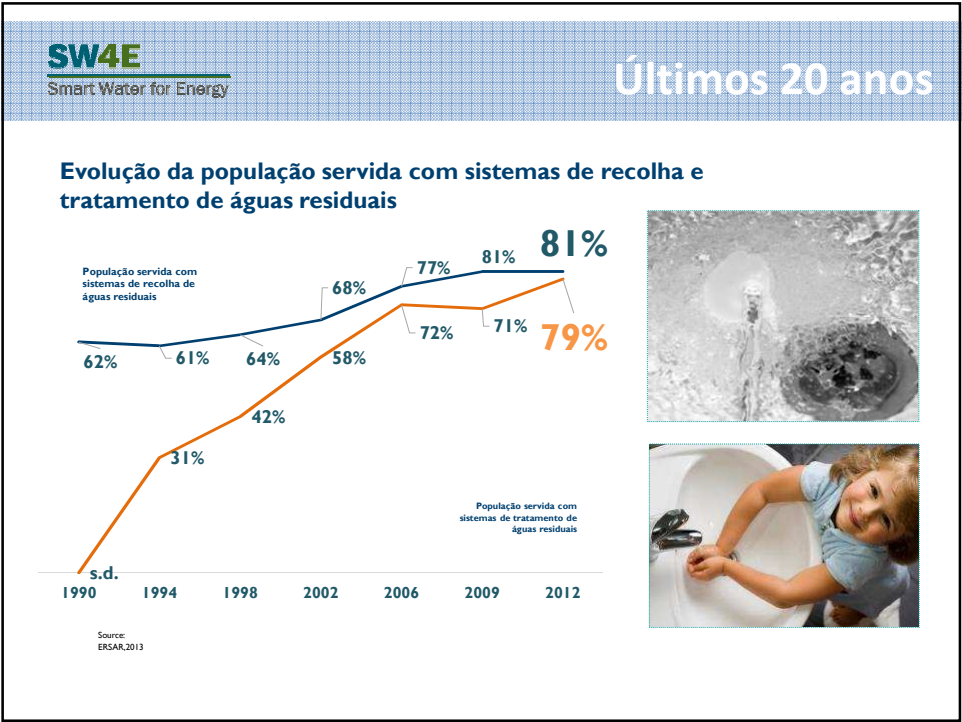
- Enquadramento
- Desafio
- Impacto
- O que precisamos?
- Solução
- As lições do SW4E
- O futuro: FAE as novas fábricas de água/energia?

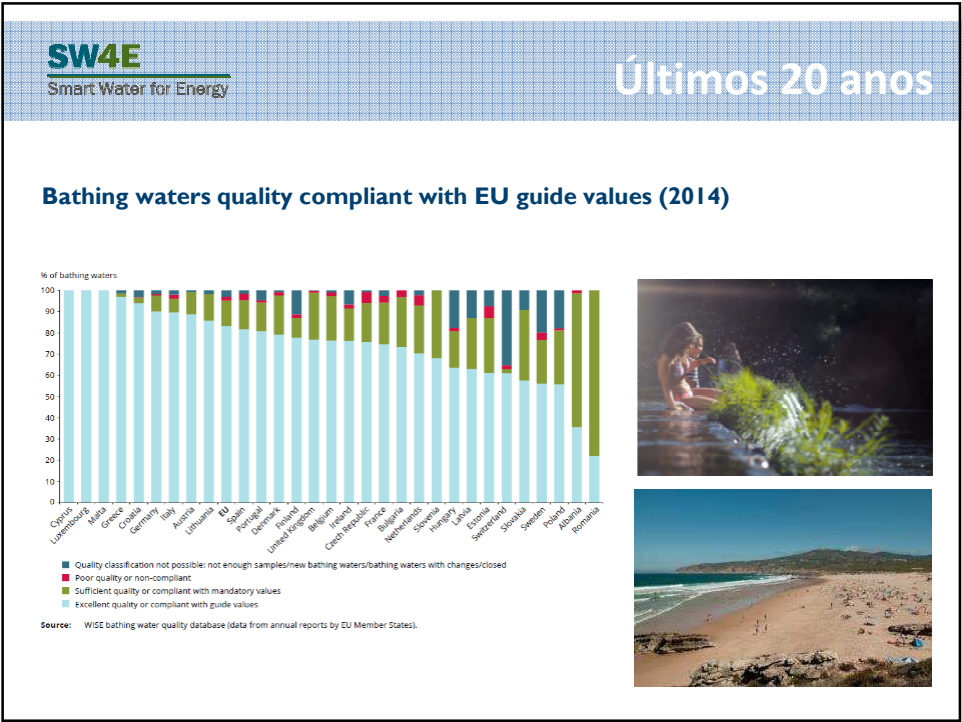
SW4E

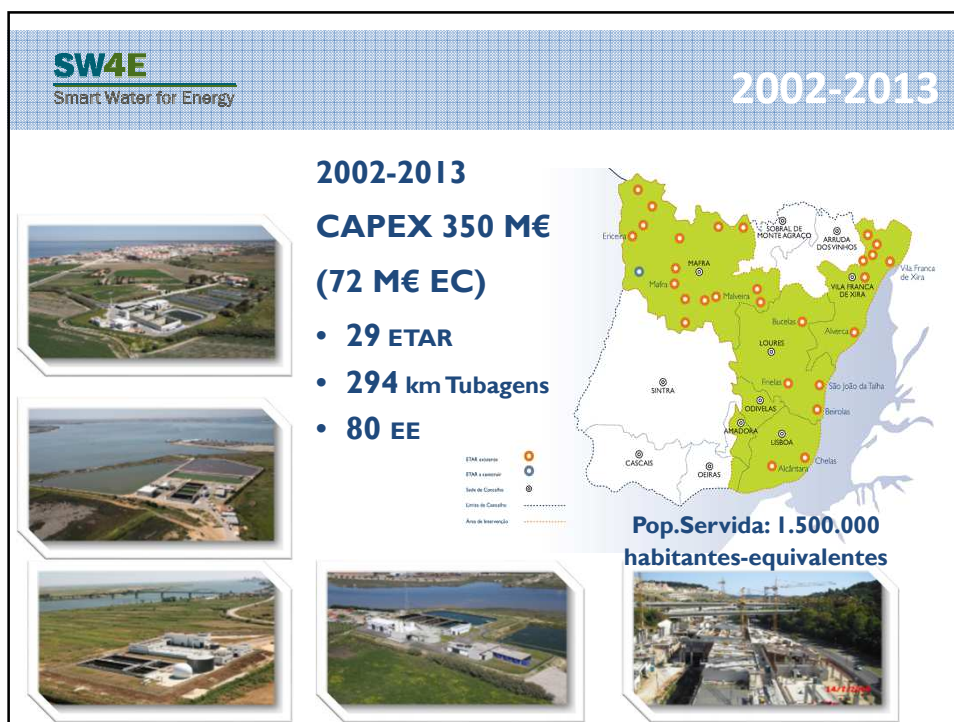
Smart Water for Energy



Enquadramento







SW4E

Smart Water for Energy

2016...

Tecnologia

MAI 5

28°C

TODAYMAX

6:34

20:32

LISBOA PORTUGAL

Tiara Park Atlantic Lisboa

17h

Welcome to Lisboa in May. Perfect location for your holidays.

Hudson Rodrigo, Mic Ying, Isabel Planche e 36 outras pessoas gostam disto.

177 partilhas

Zita Gavazdeia minuat...o eaza de nisp in centrul orasului

2h

SW4E

Smart Water for Energy

2016

DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA NACIONAL

Ano	Dependência (%)
2000	85,7%
2001	85,6%
2002	84,6%
2003	85,9%
2004	84,1%
2005	88,8%
2006	83,9%
2007	82,5%
2008	83,3%
2009	81,2%
2010	76,1%
2011	79,4%
2012	79,4%
2013	73,9%

http://www.apren.pt/fotos/newsletter/conteudos/energiapt_2013_dgeg_1433429705.pdf

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (TEP)

Ano	Consumo (TWh)
2001	3.5
2002	2.5
2003	5.0
2004	5.0
2005	4.5
2006	3.5
2007	3.0
2008	2.5
2009	1.5
2010	4.5
2011	1.5
2012	1.5
2013	2.5
2014	2.5

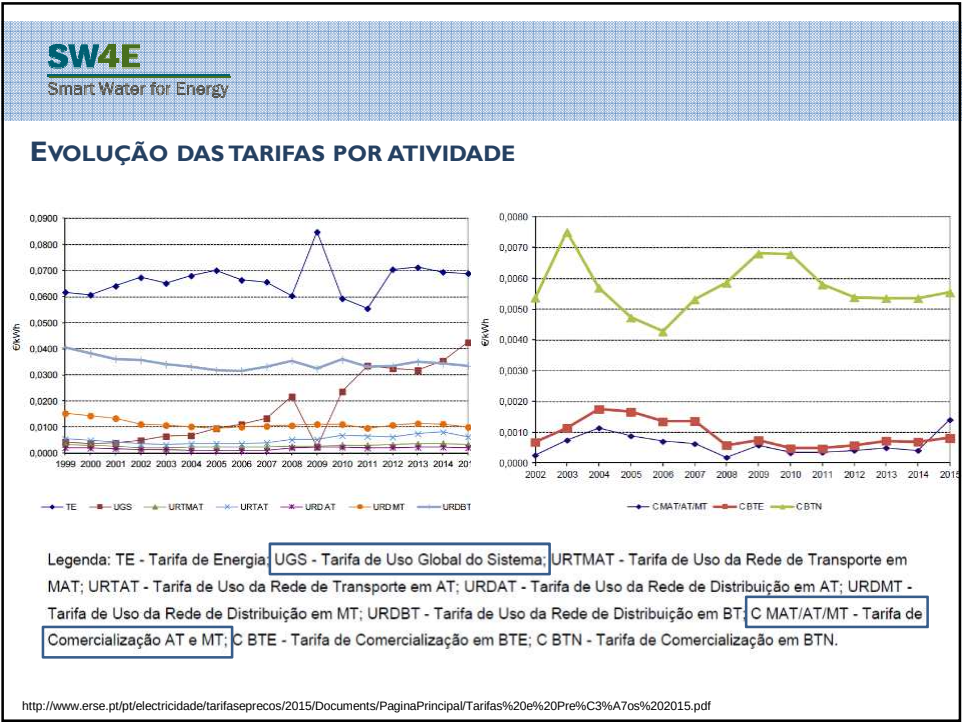
Fonte: ERSE, INE, REN, Banco de Portugal

INTENSIDADE ENERGÉTICA

Ano	Intensidade (kg/€1000)
2000	100
2001	102
2002	105
2003	110
2004	115
2005	118
2006	120
2007	120
2008	122
2009	125
2010	125
2011	125
2012	125
2013	125
2014	125
2015	125

Fonte: ERSE, INE, REN, Banco de Portugal

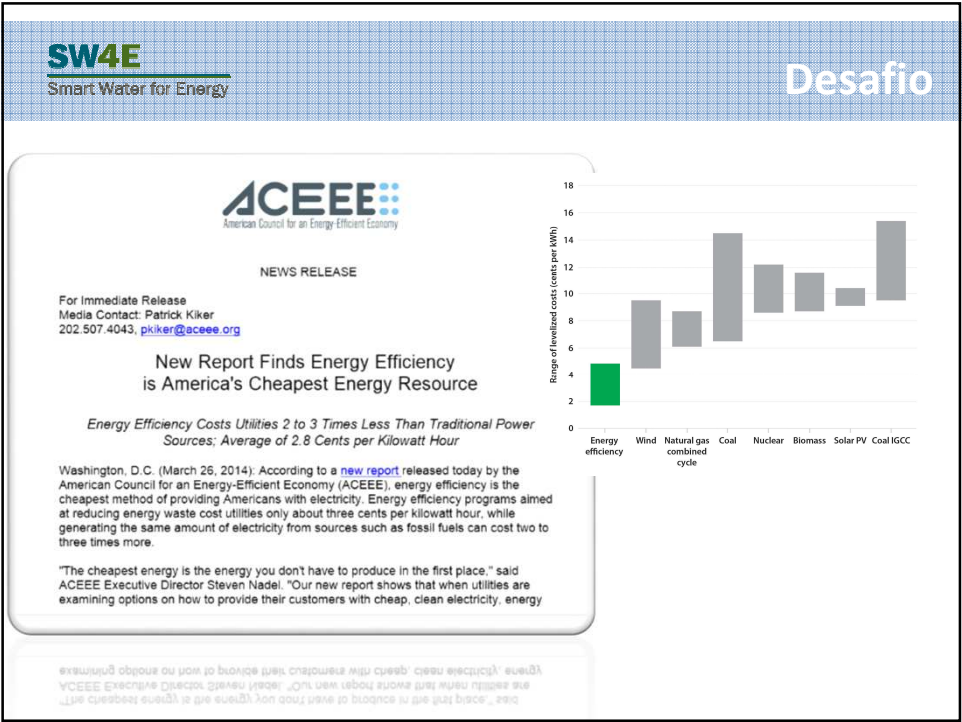
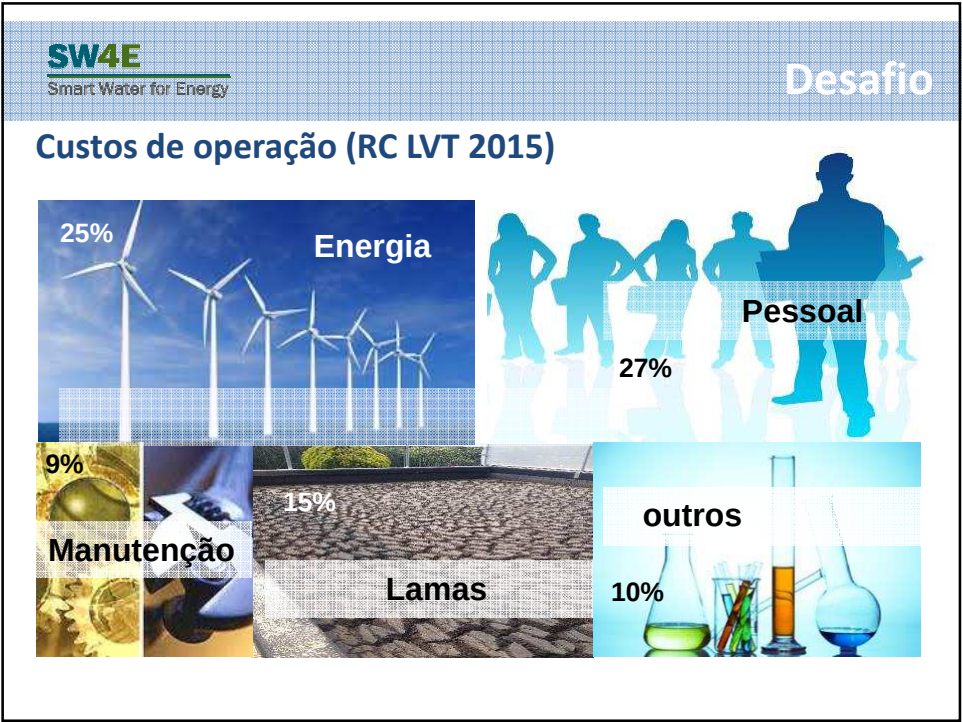
5



Legenda: TE - Tarifa de Energia; UGS - Tarifa de Uso Global do Sistema; URTMAT - Tarifa de Uso da Rede de Transporte em MAT; URTAT - Tarifa de Uso da Rede de Transporte em AT; URDAT - Tarifa de Uso da Rede de Distribuição em AT; URDMT - Tarifa de Uso da Rede de Distribuição em MT; URDBT - Tarifa de Uso da Rede de Distribuição em BT; C MAT/AT/MT - Tarifa de Comercialização AT e MT; C BTE - Tarifa de Comercialização em BTE; C BTN - Tarifa de Comercialização em BTN.

http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2015/Documents/PaginaPrincipal/Tarifas%20e%20Pre%C3%A7os%202015.pdf





SW4E
Smart Water for Energy

Desafio

Distribuição dos consumos de energia

- **Tratamento biológico** 20 – 60 %
- **Bombagem** 5 - 30 %
- **Edifícios (iluminação)** 1 – 6 %
- **Esp./Desidratação** 1 - 3%



SW4E
Smart Water for Energy

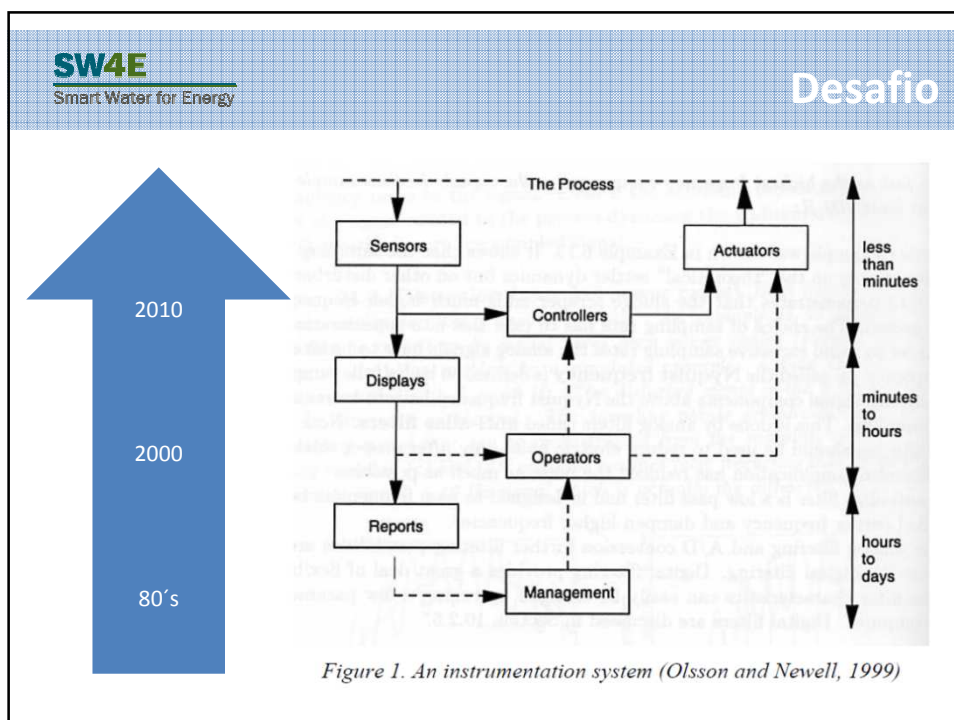
Desafio

- Ausência de sistemas de apoio à decisão de gestão de energia desenhados para ETAR
- Numa ETAR não há controlo sobre a matéria prima (afluente)
- ETAR é um sistema complexo, controlado por processos físicos e biológicos não lineares
- Dados operacionais disponíveis dispersos
- Sistemas de informação/supervisão fechados
- Avaliação expedita do processo de tratamento e implementação de medidas de eficiência energética

SW4E
Smart Water for Energy

Desafio

- Os processos de recolha e tratamento de dados de consumos de energia de auditorias energéticas constituem uma significativa parcela do tempo de trabalho neste tipo de serviço.
- Necessidade de soluções de monitorização portátil low-cost



SW4E

Smart Water for Energy

Desafio

Table 3-1. Pump System Efficiency

Pump System Component	Efficiency			
	Range	Low	Avg	High
Pump	30 – 85 %	30 %	60 %	75 % ¹
Flow Control ²	20 – 98 %	20 %	60 %	98 %
Motor ³	85 – 95 %	85 %	90 %	95 %
Efficiency of System		5 %	32 %	80 %

1.

For pumping wastewater. Pump system efficiencies for clean water can be higher.

2.

Represents throttling, pump control valves, recirculation and VFDs.

3.

Represents nameplate efficiency and varies by horsepower. See Section 3.4 for more information

SW4E

Smart Water for Energy



Impacto

SW4E

Smart Water for Energy

Impacto

- Pouco conhecimento dos efeitos da gestão da operação/manutenção na factura energética
- Tempo necessário para análise de dados é insuficiente
- Acesso a dados operacionais é restrito
- Não há abordagem multidisciplinar na optimização da gestão dos sistemas
- Gestão corrente é reactiva e não proactiva
- Gestão operacional pouco flexível (em geral), com base na experiência e com pouco risco

SW4E

Smart Water for Energy



O que precisamos?

- Solução flexível e multidisciplinar
- Integradora de variadas fontes de dados e modelos
- Tratamento de dados automatizado
- Tornar a consulta de dados inteligente: personalizável e relatórios automáticos
- Apoio expedito à tomada de decisão multidisciplinar nos aspectos chave da gestão de ETAR: processo de tratamento vs energia vs custo energético
- Utilização de modelos matemáticos complexos por utilizadores não experientes

- Como aumentar o rendimento das etapa de decantação?
- O set point de OD tem folga de optimização?
- Quanto custa reduzir 0,1 mg/L de OD no set point do tanque de arejamento?
- O caudal de recirculação está adequado?
- Qual a melhor medida para reduzir a factura energética?
- As bombas estão todas com o mesmo rendimento?



Solução

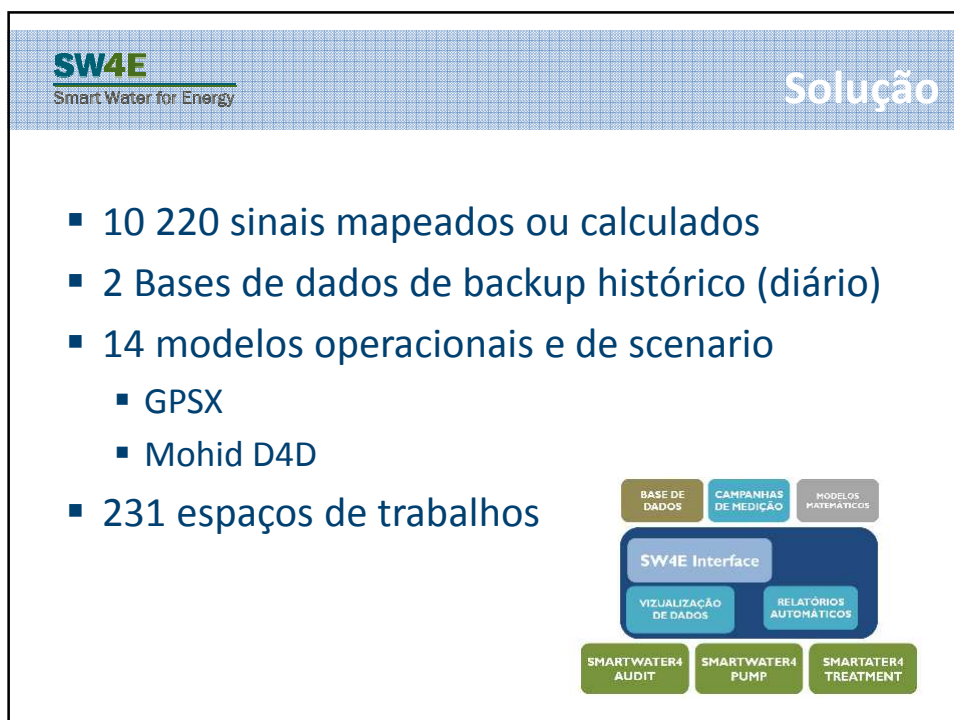
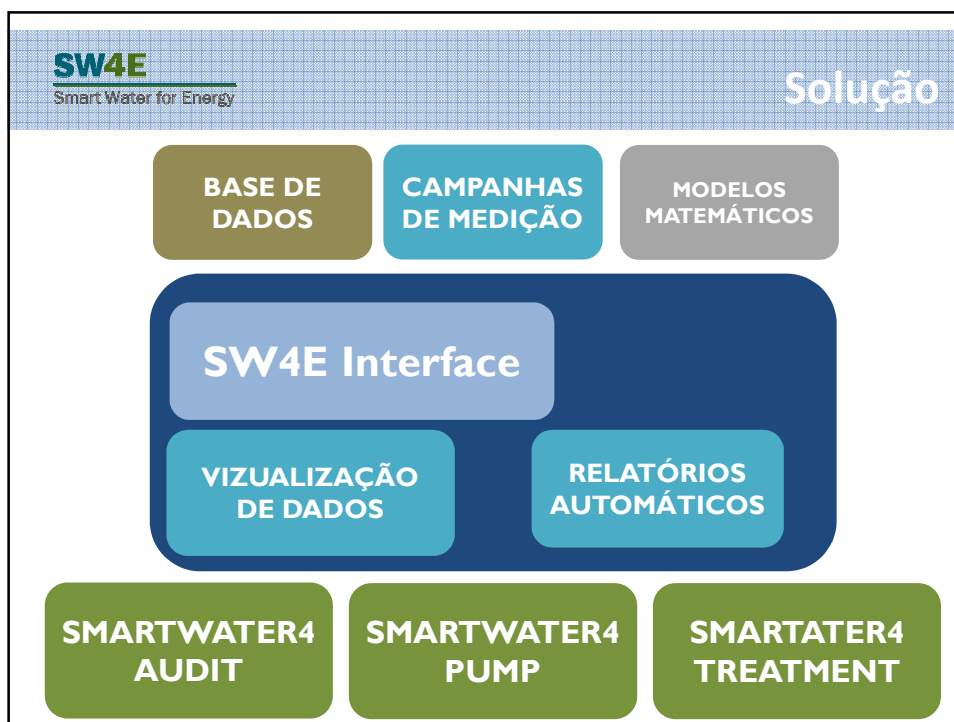


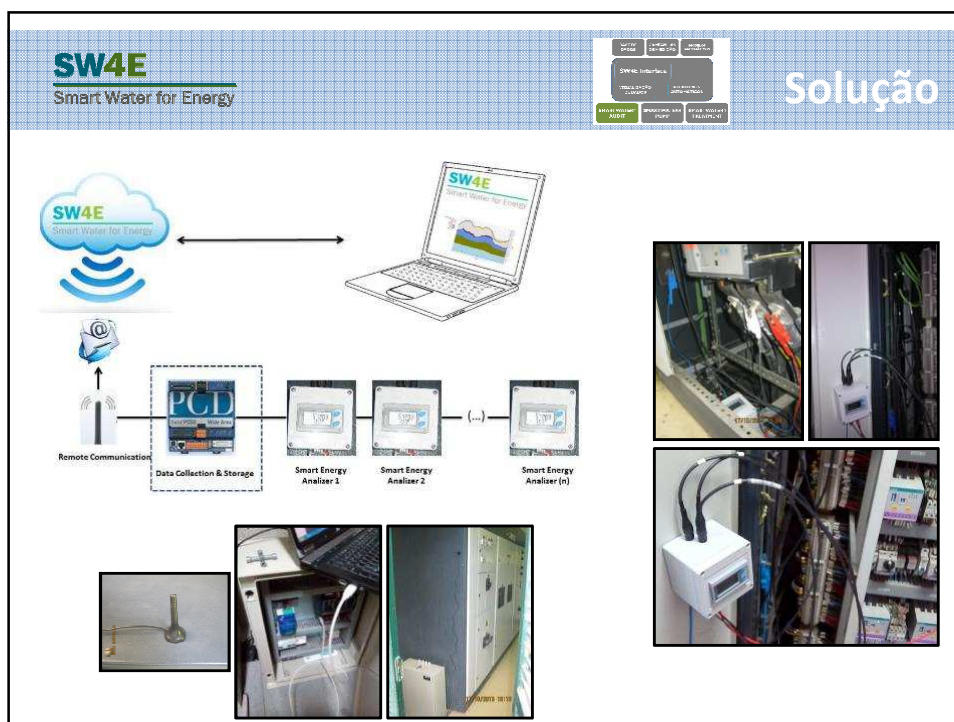
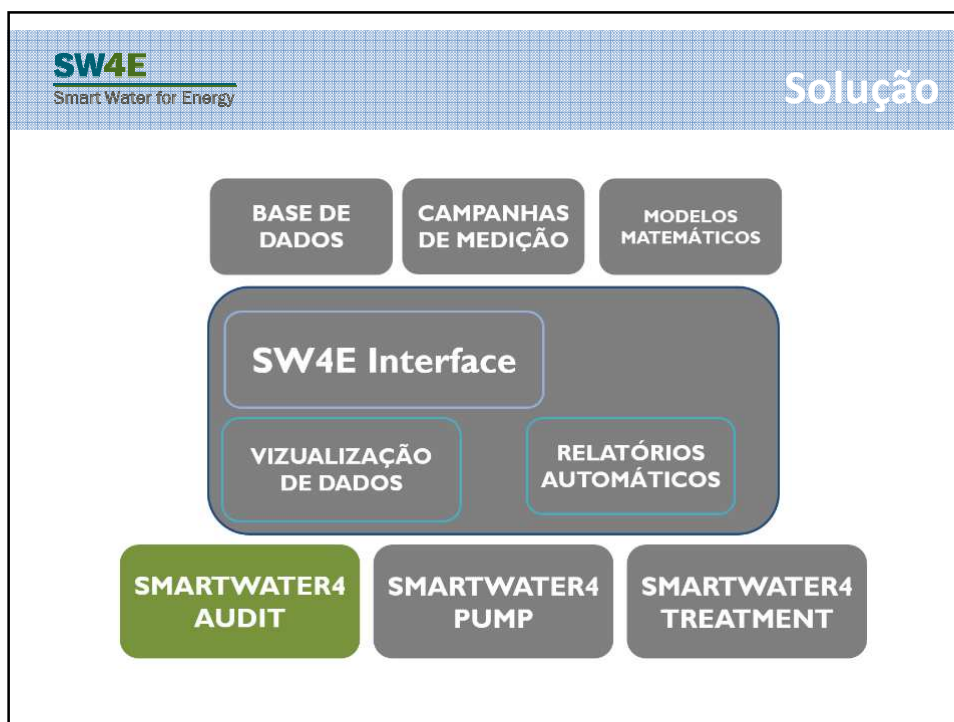
Solução

Casos de estudo

- **ETAR de Alcântara:** metodologia conceptual e aplicação das medidas de gestão operacional
- **ETAR de Frielas:** aplicação e validação das medidas de gestão operacional







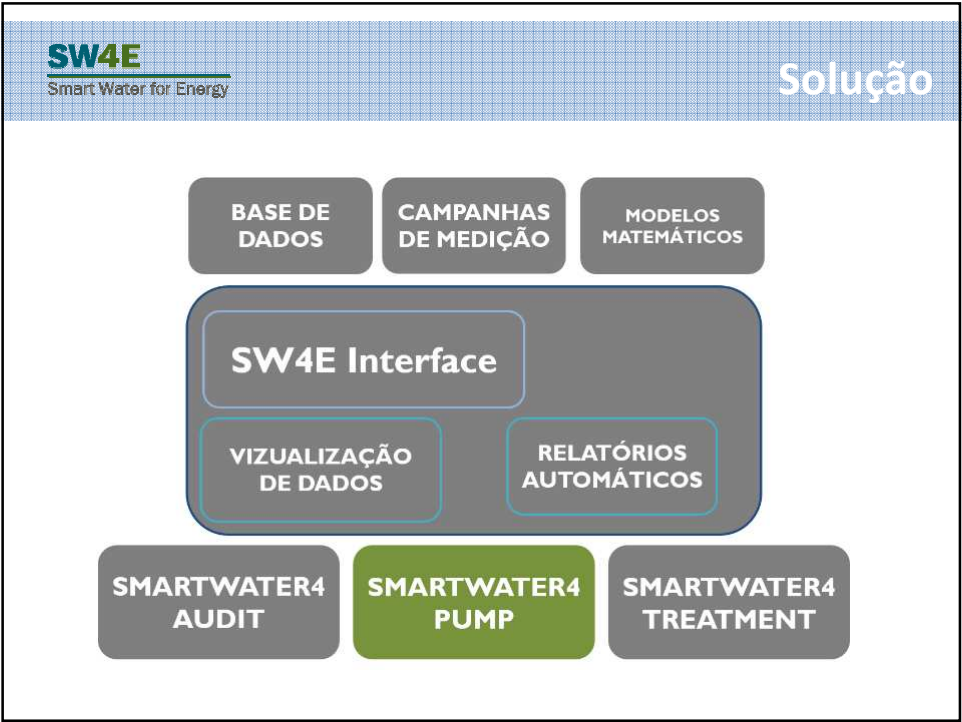
SW4E
Smart Water for Energy



Solução

- 9 campanhas de medição
- Melhoria da eficiência dos processo de auditoria

Fase do processo	Análise comparativa entre o novo sistema e o sistema convencional
Montagem e desmontagem do sistema	Semelhante
Extração dos dados medidos	Melhor
Tratamento dos dados medidos	Melhor





SW4E
 Smart Water for Energy



Solução

- Os grupos de bombagem assumem uma elevada importância em ETARs, nos vetores:
 - Energético - de forma eficiente?
 - Operacional – de forma fiável?
- Logo, o desafio foi criar uma metodologia de avaliação destes grupos.

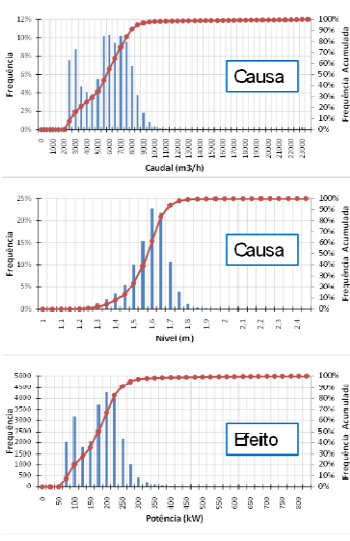


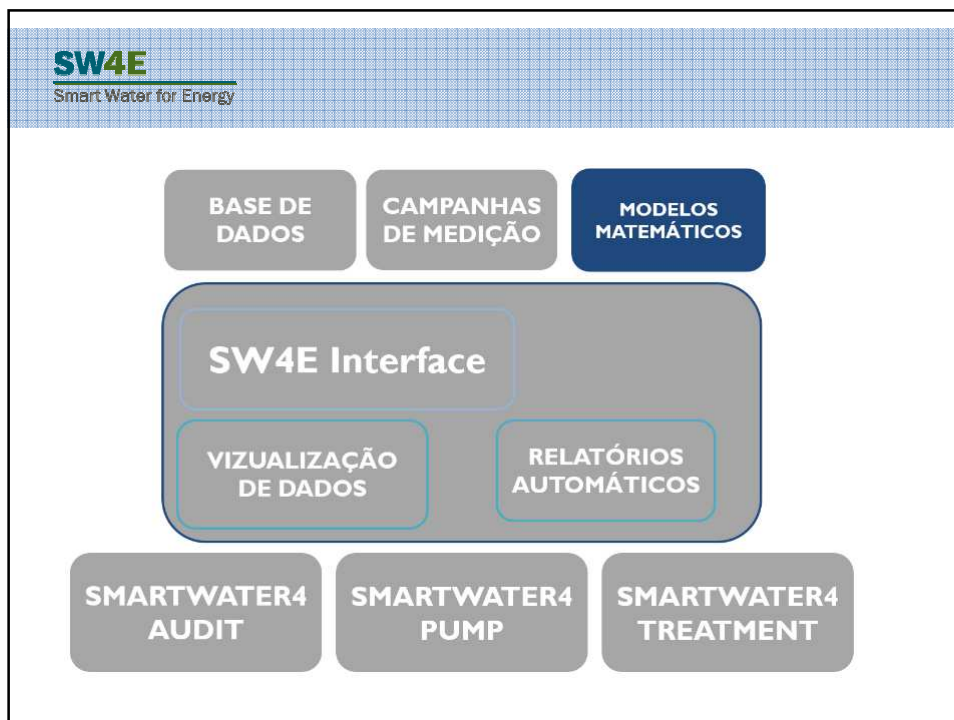
SW4E
 Smart Water for Energy



Solução

- Comparar o desempenho energético dos grupos eletrobomba
- Determinar baselines de consumo dos grupos
- Avaliar a influência do nível dos reservatórios a montante no consumo de energia dos grupos
- Gerar informação sobre a condição do equipamento





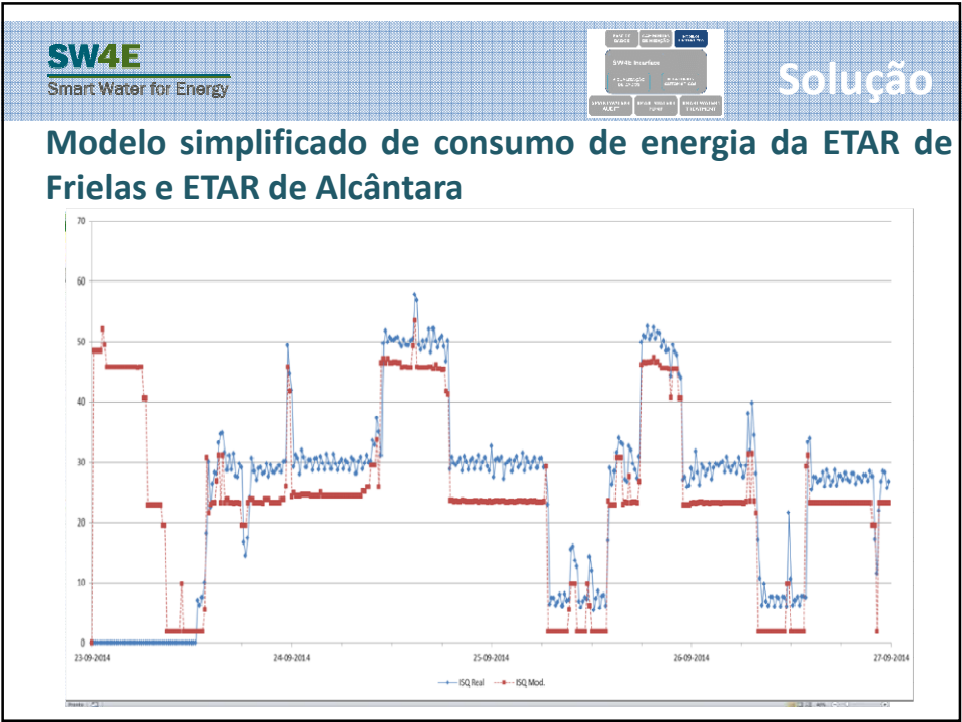
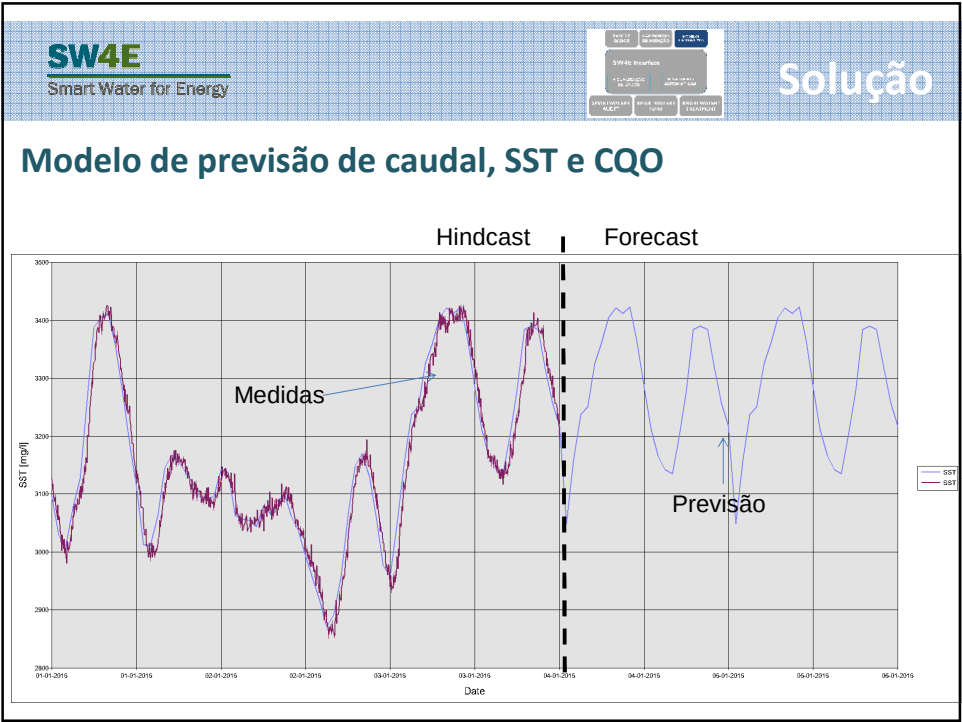
SW4E

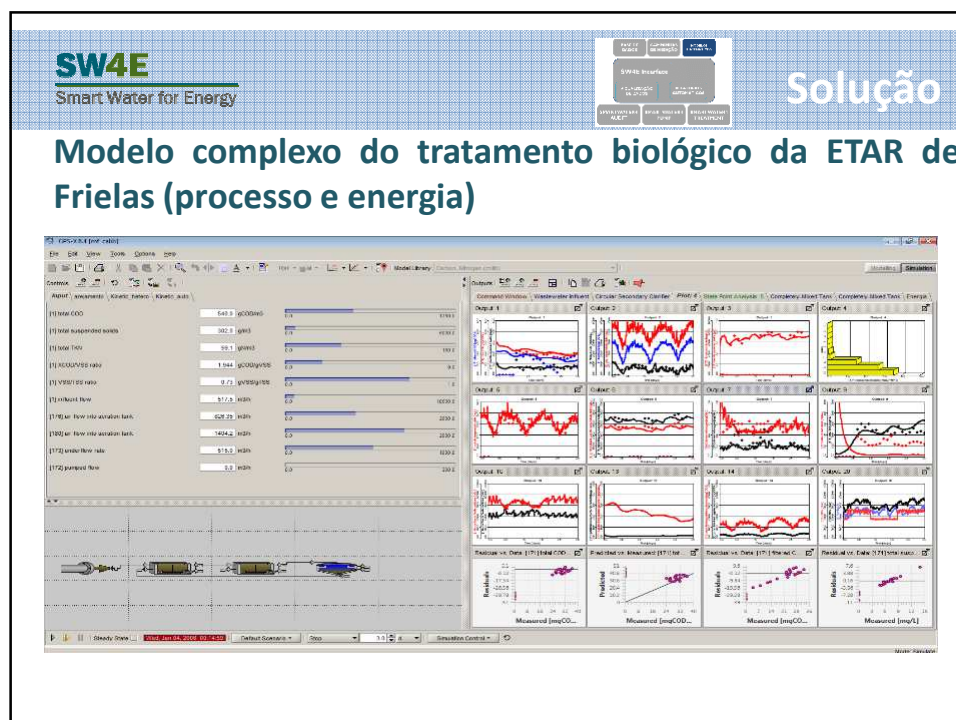
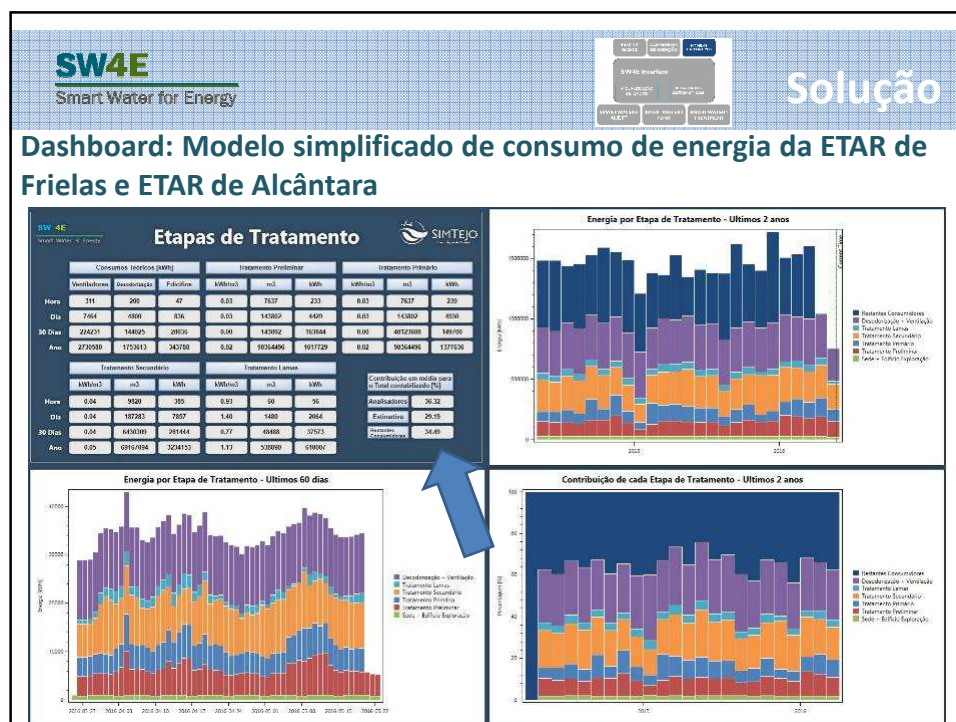
Smart Water for Energy

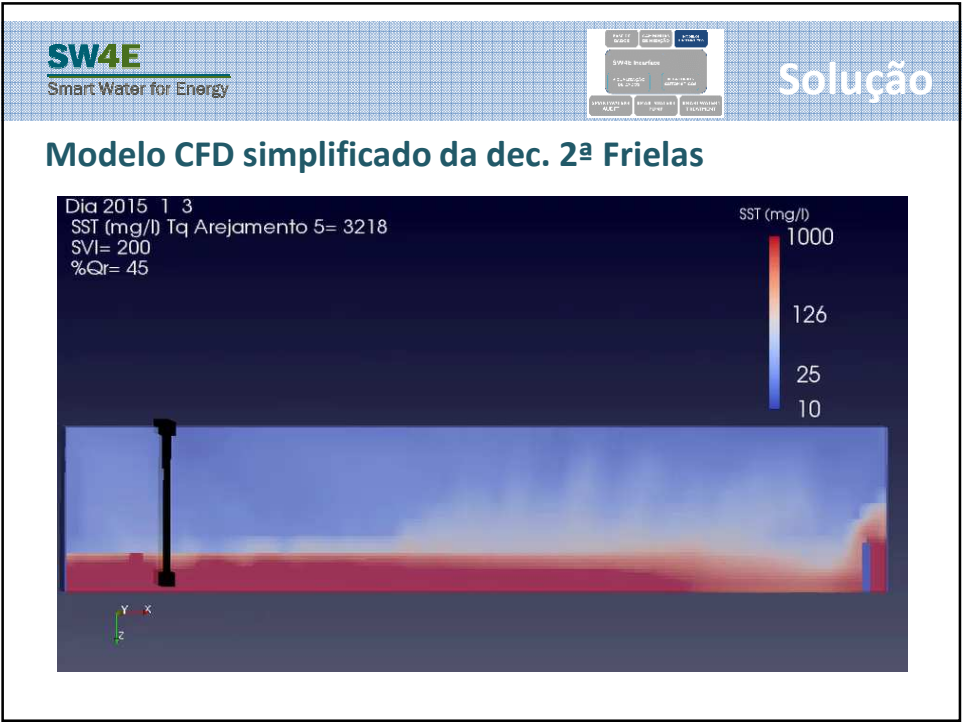
Solução

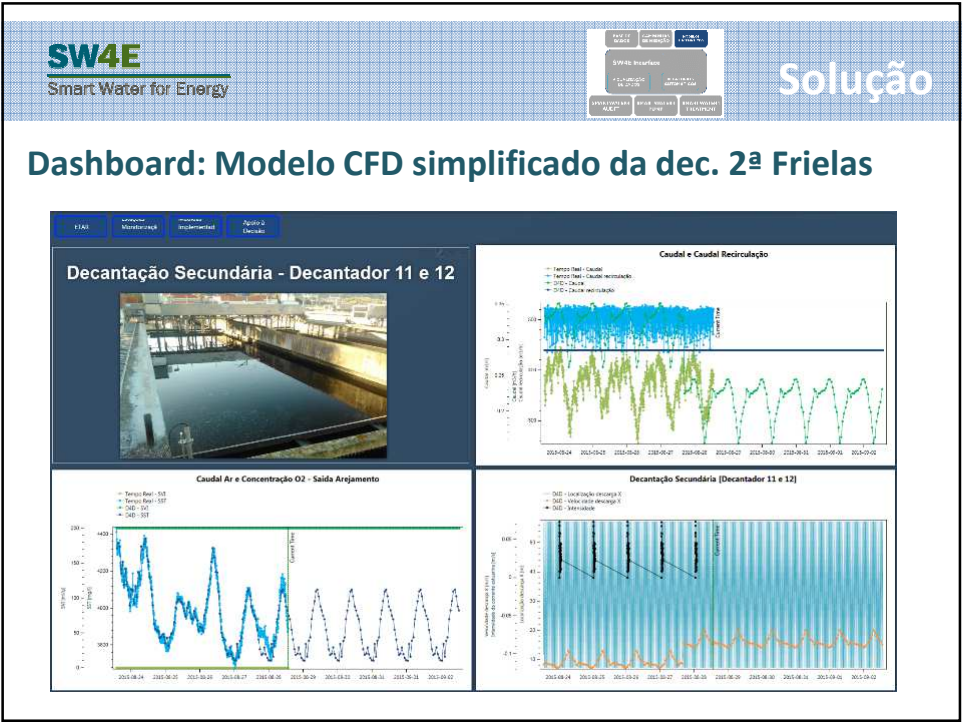
Modelos matemáticos desenvolvido:

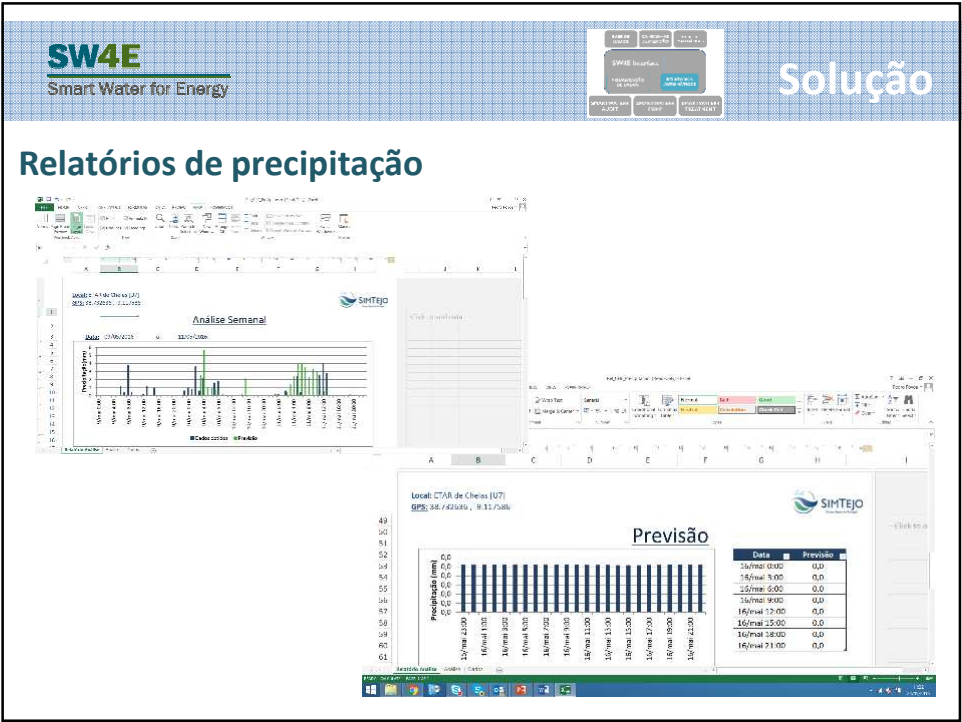
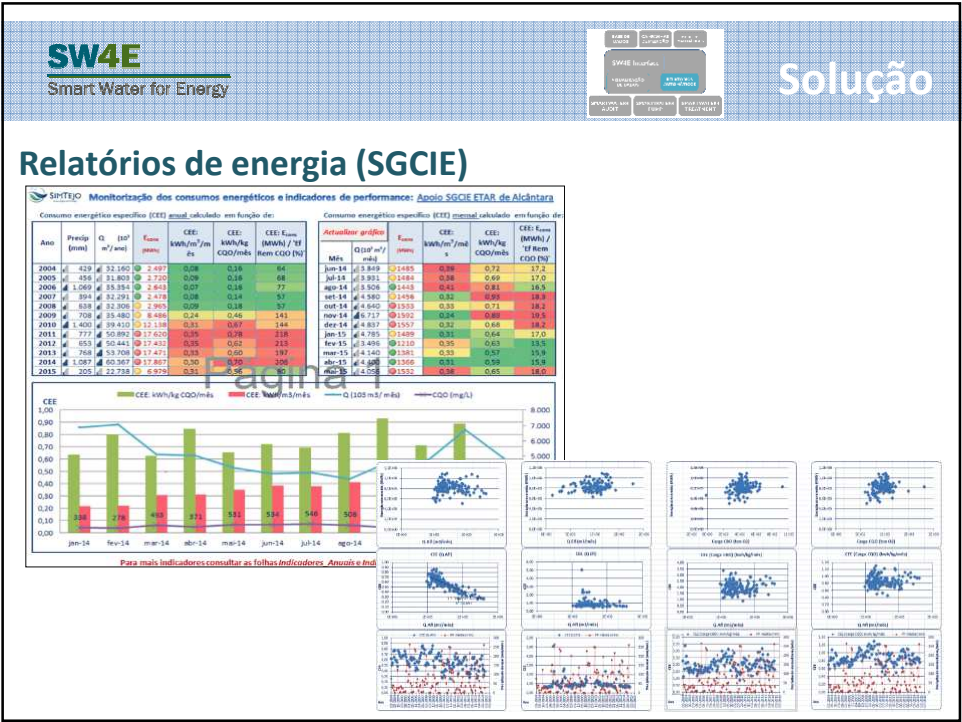
- Modelo de previsão de caudal, SST e CQO
- Modelo simplificado de consumo de energia da ETAR de Frielas e ETAR de Alcântara
- Modelo complexo do tratamento biológico da ETAR de Frielas
- Modelo CFD simplificado da dec. 2ª Frielas
- Modelo complexo do tratamento primário e secundário da ETAR de Alcântara











Relatórios de precipitação

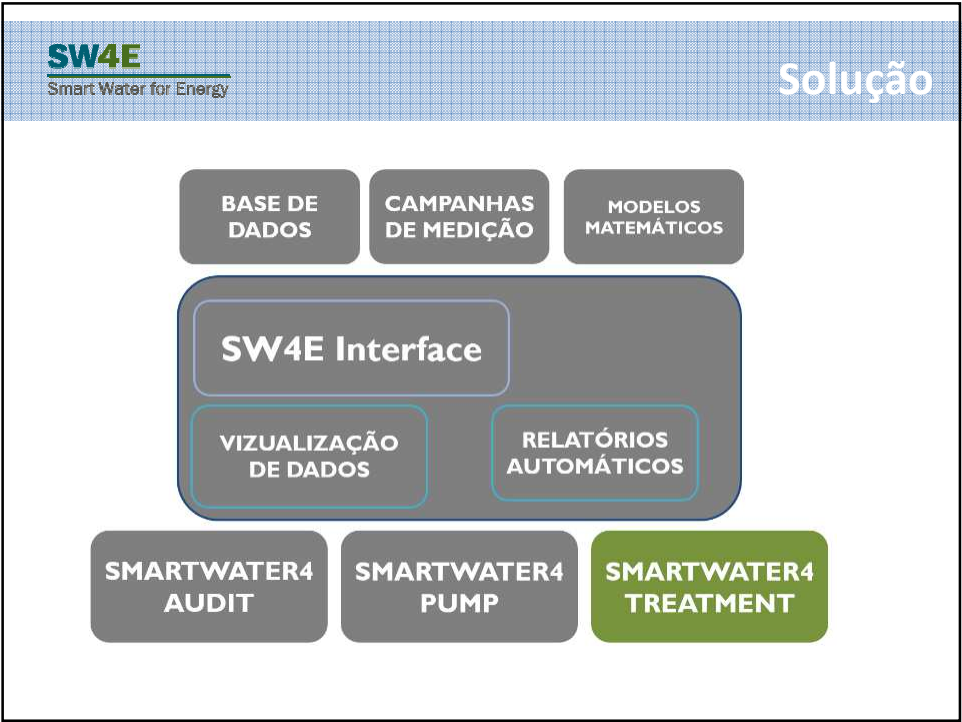
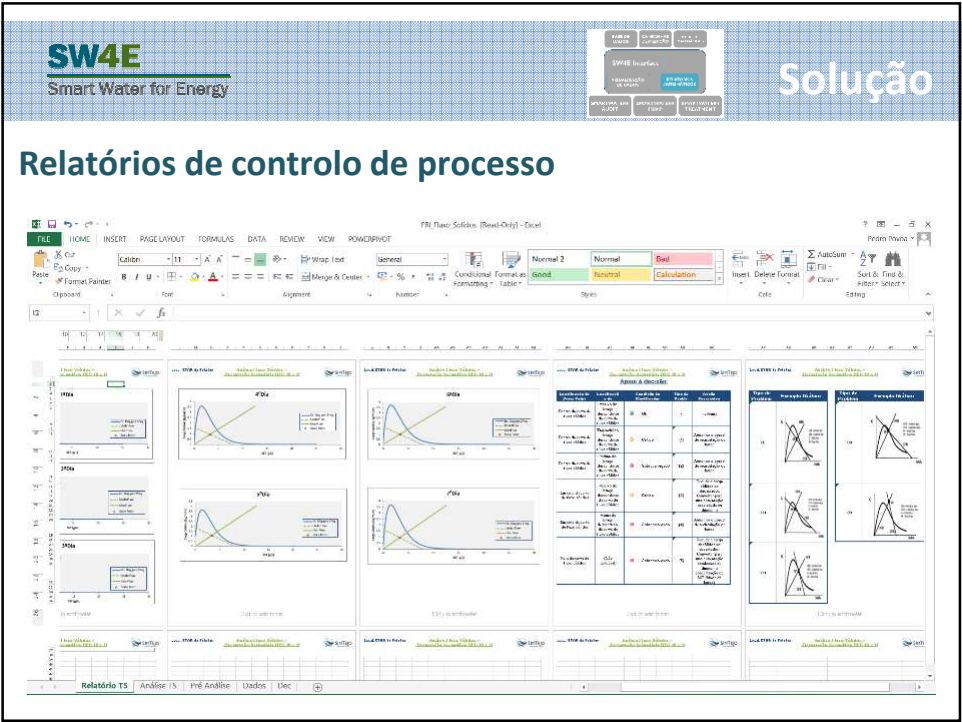
Análise Semanal

Local: CTAR de Chelas (U7)

GPS: 48.442000, 9.317000

Previsão

Data	Previsão
15/mar/2016	0,0
16/mar/2016	0,0
17/mar/2016	0,0
18/mar/2016	0,0
19/mar/2016	0,0
20/mar/2016	0,0
21/mar/2016	0,0
22/mar/2016	0,0
23/mar/2016	0,0
24/mar/2016	0,0
25/mar/2016	0,0
26/mar/2016	0,0
27/mar/2016	0,0
28/mar/2016	0,0
29/mar/2016	0,0
30/mar/2016	0,0
31/mar/2016	0,0



SW4E

Smart Water for Energy

SW4E Interface

SW4E Data

SW4E Control

Solução

SMARTWATER4
TREATMENT

Instrumentação

Desenvolvimento de controlador

Análise de medidas de eficiência energética

SW4E

Smart Water for Energy

Instrumentação

Solução

Sonda espectrofotometria af. Biológico ETAR Frielas

Sonda ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

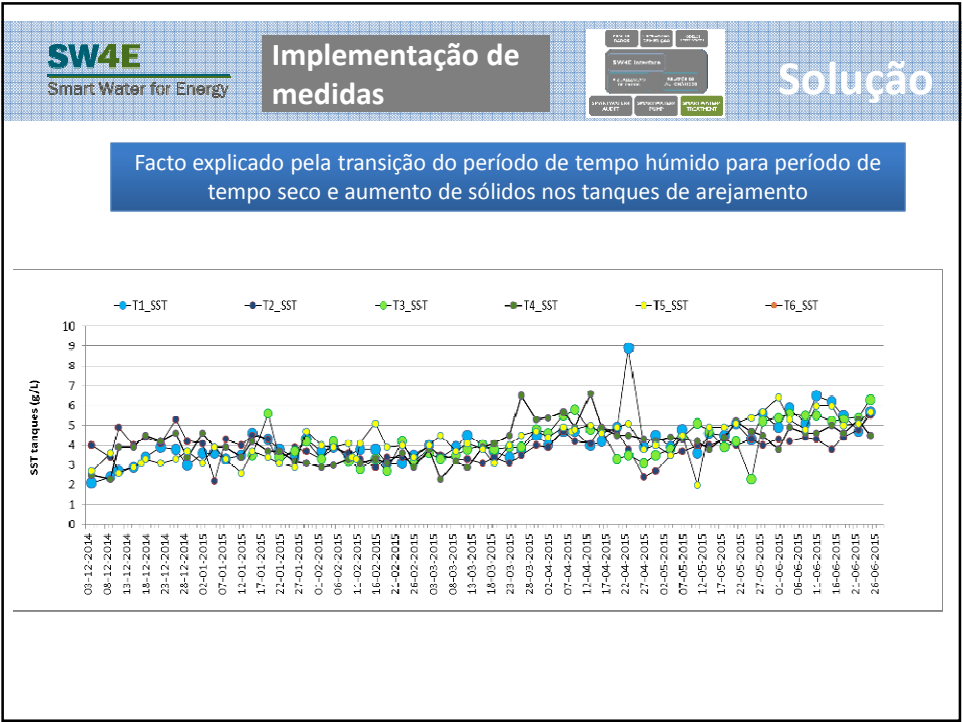
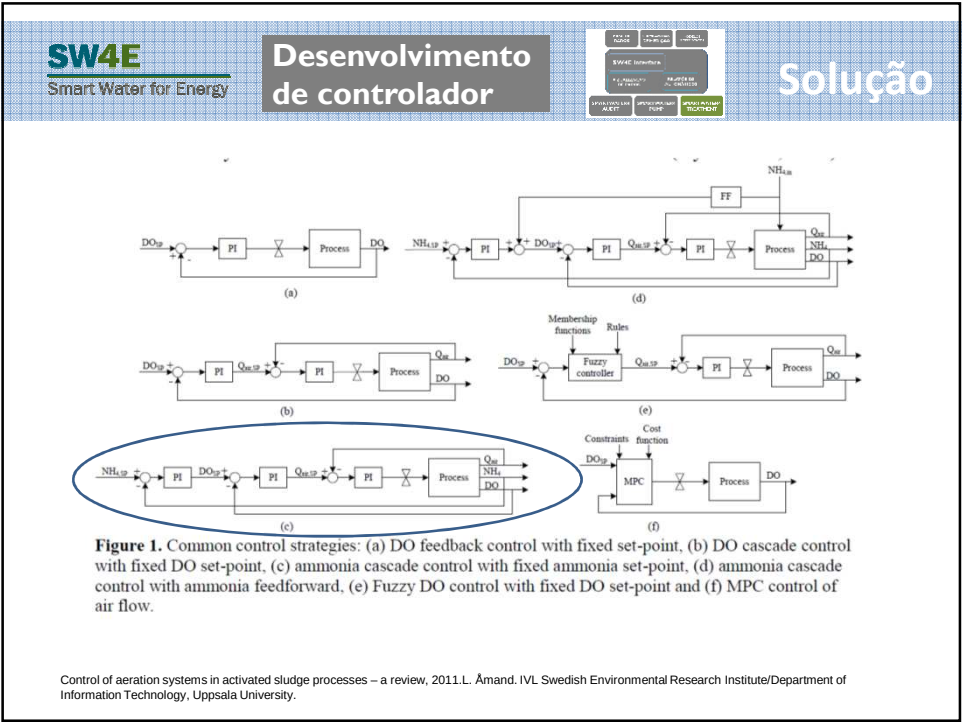
ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

ASP-CON

25





Smart Water for Energy

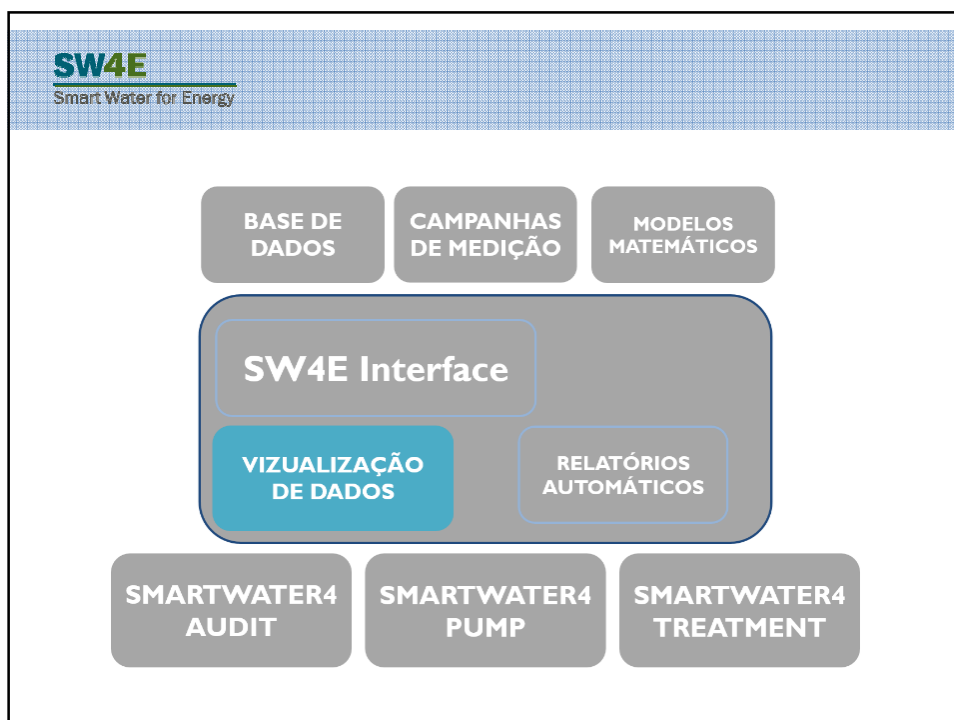
Implementação de medidas

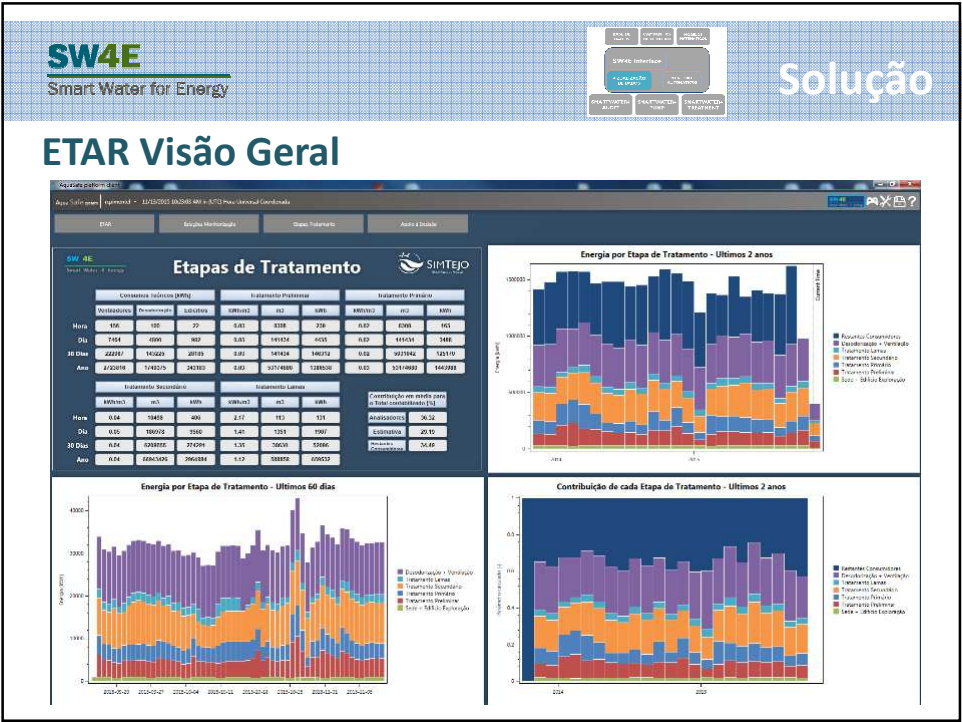
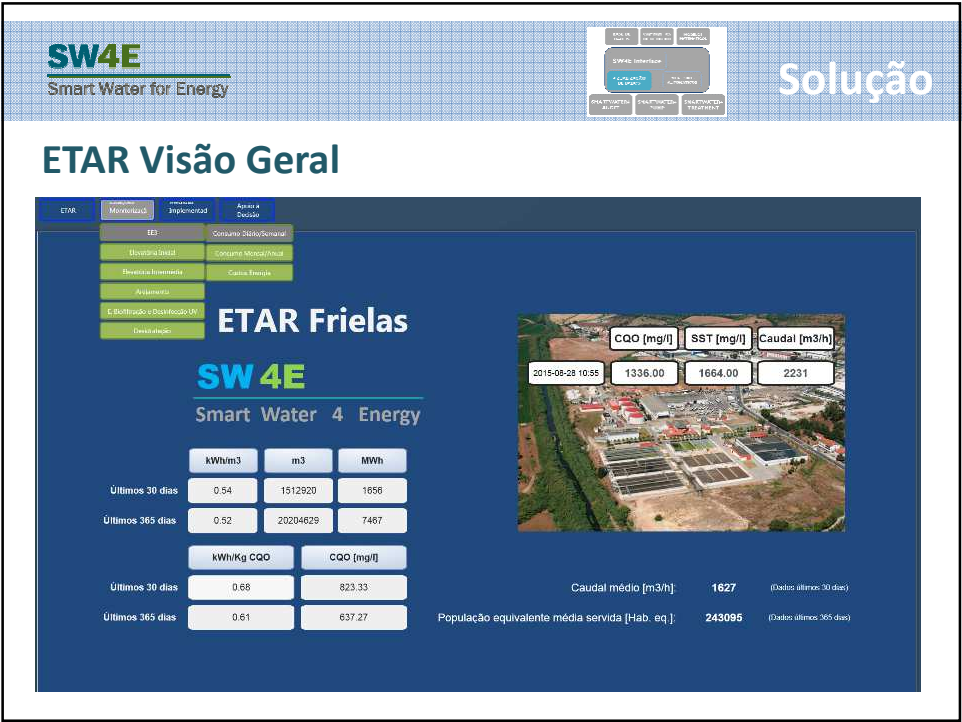


Solução

Face à impossibilidade de se fazer uma análise conclusiva *ex-ante* Vs *ex-post* das medidas implementadas, com base nos dados optou-se por:

- Efectuar uma **análise comparativa** entre tanques de arejamento de forma a identificar padrões.
- Quantificar o impacto das medidas através da **modelação matemática**





ETAR Visão Geral

ETAR

Monitorizad

Operação

Implementad

Área de Decisão

IES

Consumo Global/Consumo

Eletridade Global

Consumo Medio/Consumo

Fluxo de Energia

Consumo Medio/Consumo

Aviamento

Consumo Medio/Consumo

5. Bateria e Distribuição de

Consumo Medio/Consumo

ETAR Frielas

SW 4E

Smart Water 4 Energy

kWh/m3

m3

MWh

Últimos 30 dias

0.54

1512920

1656

Últimos 365 dias

0.52

20204629

7487

kWh/Kg CQO

CQO [mg/l]

Últimos 30 dias

0.68

823.33

Últimos 365 dias

0.61

637.27

CQO [mg/l]

SST [mg/l]

Caudal [m3/h]

2015-08-28 10:55

1336.00

1664.00

2231

Caudal médio [m3/h]

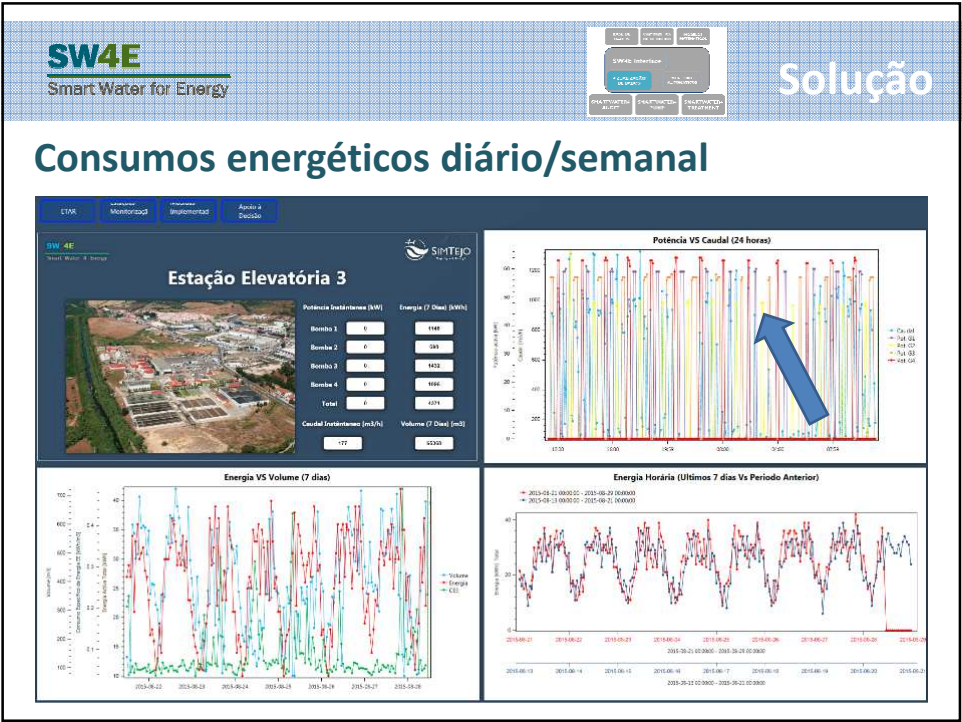
1627

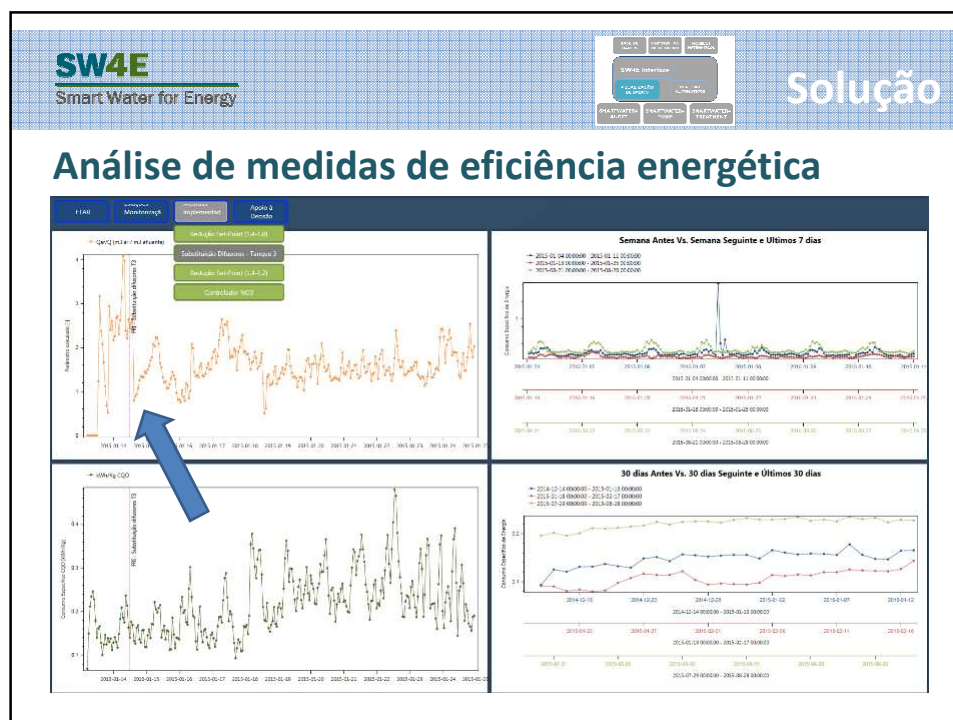
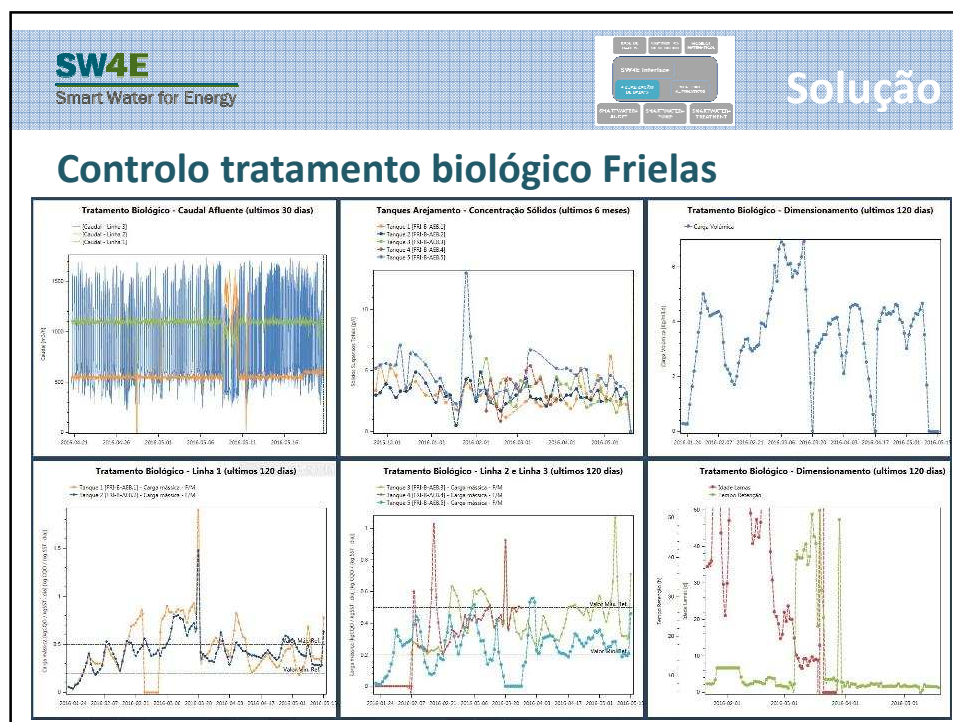
(Dados últimos 30 dias)

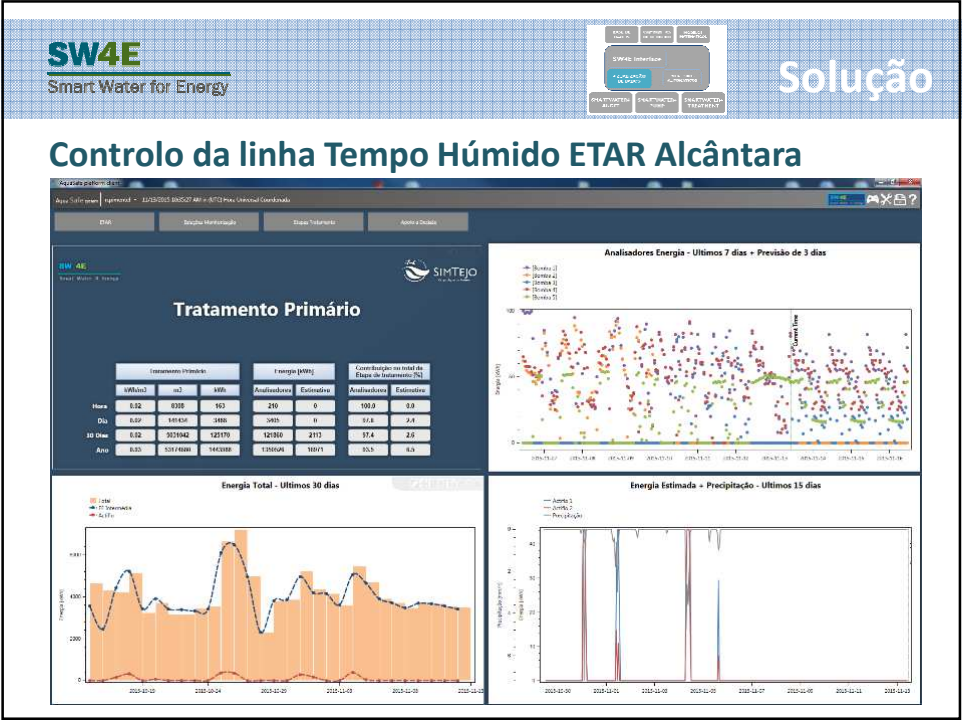
População equivalente média servida [Hab. eq.]

243095

(Dados últimos 365 dias)

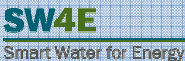








As lições do SW4E



As lições do SW4E

- Existe um significativo potencial de melhoria nos grupos de bombagem e sistemas de arejamento, mas não só....
- A avaliação dos grupos de bombagem deve ser realizada de forma contínua
- A metodologia de sensores virtuais para controlo da energia nas várias etapas de tratamento é fiável tendo um potencial de aplicação muito interessante (ex: ISO 50001)

- Os próximos passos passam pela aposta na formação dos RH
- Integração de sistemas de apoio à decisão dos processos da empresa
- Incentivar a uma cultura de melhoria contínua e de inovação
- Massificar a aplicação deste tipo de sistemas de apoio à decisão no grupo AdP
- Exportar o conhecimento nacional como *software as a service (SaaS)*



**O futuro: FAE as novas fábricas
de água/energia?**

Micro-turbinas em sistemas de abastecimento Côte d'Azur

- Sistema da ETA de SUPER RIMIEZ com excedente de pressão de > 17 bar
- 4 micro-turbinas no sistema de distribuição : 4.5 milhões kWh/ano produzidos
- Investimento 1,3 M€, 4,5 milhões kWh/ano
- Payback time 6 anos



Microturbina de Cap de Croix

Reutilização de fósforo na ETAR de Tigard, Oregon

- Recurso finito
- 1ª ETAR com sistema de recuperação de fósforo e amónia (2009)
- \$2,5 M investimento
- Produção de 500 ton de fertilizante por ano



Ostara's Pearl 500 Reactor



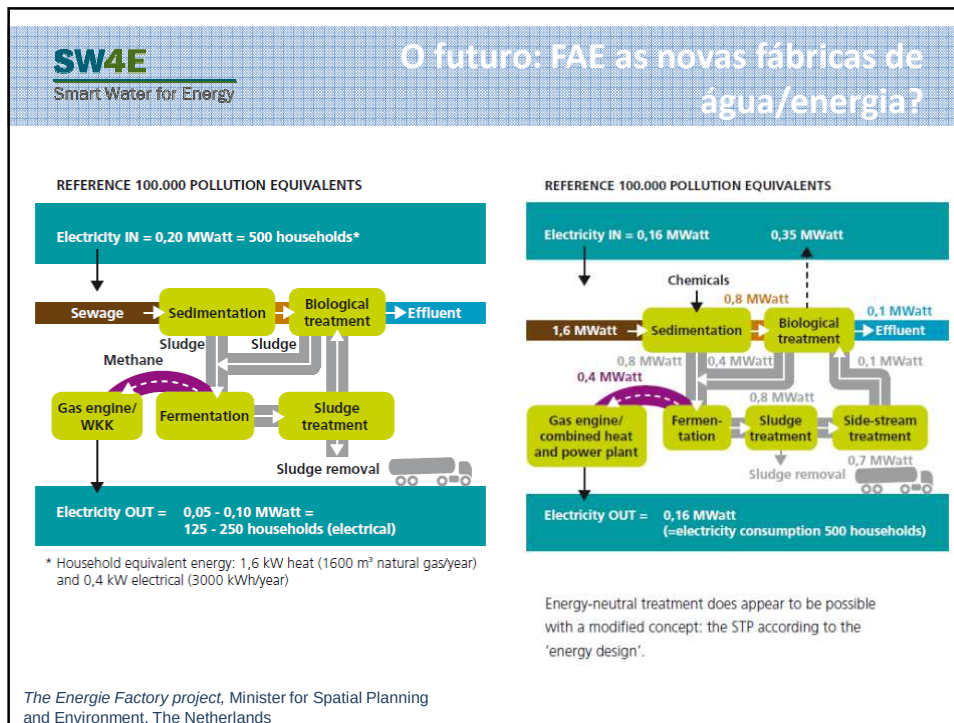
Ostara's Crystal Green® Fertilizer



Clean Water Services' Nutrient Recovery Facility at the Tigard Advanced Wastewater Treatment Plant in Tigard, Oregon



Different size fertilizer pills manufactured using Ostara's Nutrient Recovery Technologies



SW4E
Smart Water for Energy

O futuro: FAE as novas fábricas de água/energia?

ETAR de Strass, Innsbruck, Austria

- ETAR auto-suficiente em energia
- Filosofia na gestão de energia:
 - ✓ Visão de sustentabilidade partilhada pela organização
 - ✓ RH de excelência bem remunerados
 - ✓ Parcerias locais de I&D
 - ✓ Tolerância à gestão do risco
 - ✓ Melhoria contínua
 - ✓ Benchmarking contínuo
 - ✓ Escolha criteriosa de equipamentos
 - ✓ Gerir a instalação como um todo

SW4E
Smart Water for Energy

O futuro: FAE as novas fábricas de
água/energia?

Construction of an Energy Positive WWTP for Aarhus Water in Denmark



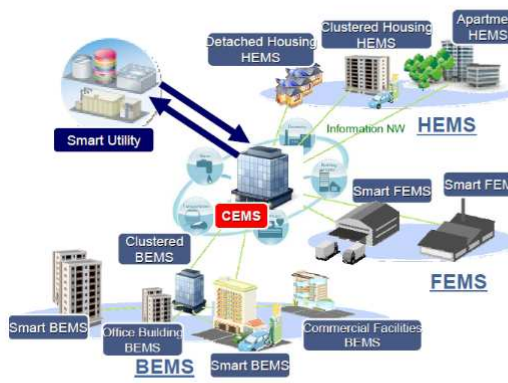
<http://www.salsnes-filter.com/2015/10/22/construction-of-an-energy-positive-wwtp-for-aarhus-water-in-denmark/>

SW4E
Smart Water for Energy

O futuro: FAE as novas fábricas de
água/energia?

SmartWater Japão; Integração Água e Energia na gestão da cidade

CEMS (Community Energy Management System) provides service to optimize energy consumption related to water usage in the community by controlling BEMS/HEMS/FEMS.



- 1. Balancing Water Usage**
Managing demand of water in each facility for peak-shift or peak-cut of water demand.
- 2. Saving Heat Source**
Minimizing heat source for heating/cooling of water by applying central heat supply plant.
- 3. Reducing Water Usage**
Implementing water-saving equipment and control to optimize water consumption in real time.

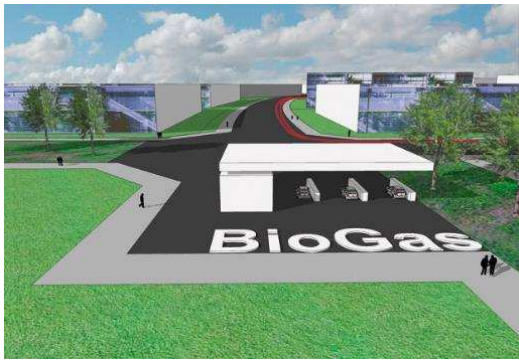
TOSHIBA
Leading Innovation >>>

The 4th IWA-ASPIRE
Smart Water Workshop © 2011 Toshiba Corporation

SW4E
Smart Water for Energy

O futuro: FAE as novas fábricas de
água/energia?

FAE: As novas bombas de gasolina?



<http://www.royalhaskoningdhv.com/en-gb/innovation/world-water-day/exercising-power-over-waste-water>


 Grupo Águas de Portugal


 Grupo Águas de Portugal


 LISBOA
CÂMARA MUNICIPAL


 LISBOA
e-nova
AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA E AMBIENTE


 Ponto
encontro





Sistemas inteligentes para a gestão energética de ETAR

Consórcio:





Projeto cofinanciado por:





Pedro Póvoa
24/5/2016