



Interreg

España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA

AQUALITRANS

PROGRAMA DE COOPERACIÓN

INTERREG V-A ESPAÑA-PORTUGAL (POCTEP) 2014-2020 · PROGRAMA DE
COOPERAÇÃO INTERREG V-A ESPANHA-PORTUGAL (POCTEP) 2014-2020

PLANOS DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DE ETAR | ETAR DO FREIXO E SOBREIRAS (PORTO)

Elza Ferraz (Águas do Porto)

Ricardo Barbosa (INEGI)



INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL



AGENDA

01. ENQUADRAMENTO

02. PERFIL ENERGÉTICO DA ÁGUAS DO PORTO

03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR

04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

06. CONCLUSÕES

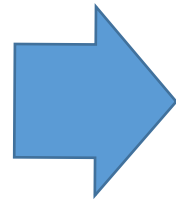


01. ENQUADRAMENTO

Águas do Porto - Missão

Garantir a gestão completa e eficaz do ciclo urbano da água, criando valor económico e social, focada no cliente, desenvolvendo boas práticas ambientais, de gestão e de motivação interna.

3-8% das emissões globais de gases de efeito estufa resultam dos consumos energéticos associados ao ciclo urbano da água, nomeadamente aos sistemas de abastecimento e tratamento



urge promover a eficiência energética de todas as etapas do ciclo urbano da água e incrementar a produção de energia



01. ENQUADRAMENTO

Combinando:

- medidas de eficiência energética
- potencial de produção de energia a partir de fontes de energias renováveis (solar fotovoltaico) e fontes endógenas (conversão da energia cinética e potencial da rede de distribuição de água e da valorização do biogás produzido nas ETAR).

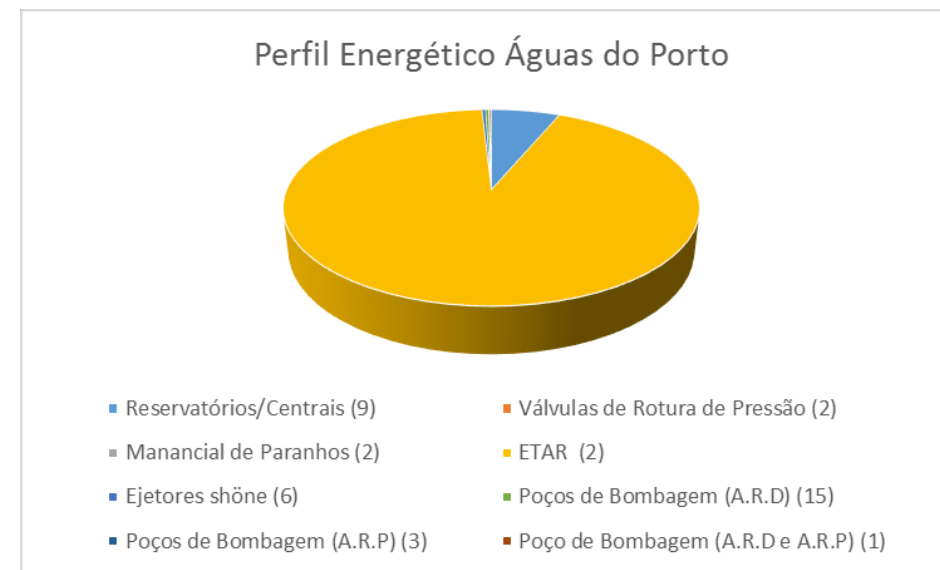
Benefícios ambientais

Redução dos custos operacionais



02. PERFIL ENERGÉTICO DA ÁGUAS DO PORTO

- Consumos de Energia
 - consumo **elétrico** de ~ 17 000 MWh
 - consumo **gás natural** de ~157 MWh.
- **93%** dos consumos provêm da operação das ETAR



02. PERFIL ENERGÉTICO DA ÁGUAS DO PORTO

- O Projeto Porto Gravítico começou a ser implementado em 2007 pela Águas do Porto. Consiste no abastecimento gravítico de água a toda a Cidade, sem recurso a sistemas de circulação forçada, ou seja, sem utilização de energia elétrica para bombear a água dos eixos principais para os reservatórios existentes. O abastecimento de água à Cidade do Porto realiza-se através de 2 eixos adutores principais: um a Norte, através da Circunvalação, e outro a Sul que abastece o reservatório de Nova Sintra.
- O projeto permite uma redução estimada no consumo elétrico de 8 000 MWh o que equivale a 3 900 t de CO2 evitadas.



03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR | MUNICÍPIO DO PORTO



ETAR DO FREIXO

170.000 hab equiv



200.000 hab equiv

ETAR DE SOBREIRAS



03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR | MUNICÍPIO DO PORTO

ETAR DO FREIXO (capacidade 170 000 hab. eq)

Linhas de tratamento:

- linha líquida: tratamento terciário (UV);
- linha de lamas: digestão anaeróbia com co-geração de energia;
- linha de desodorização: lavagem química.

AFLUENTE BRUTO

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| • CBO ₅ | 11 100 Kg/dia |
| • CQO | 24 470 Kg/dia |
| • SST | 14 460 Kg/dia |
| • Azoto Kjeldahl | 2 550 Kg/dia |
| • Fósforo total | 500 Kg/dia |
| • Coliformes fecais | 2x10 ⁷ UFC/100 mL |
| • Caudal médio diário | 35 900 m ³ /dia |
| • Caudal de ponta máximo | 840 L/s |



EFLUENTE TRATADO

- | | |
|---------------------------|----------------|
| • CBO ₅ | 25 mg/L |
| • CQO | 125 mg/L |
| • SST | 25 mg/L |
| • Azoto total | 10 mg/L |
| • Fósforo total | 10 mg/L |
| • <i>Escherichia coli</i> | 800 UFC/100 mL |



03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR | MUNICÍPIO DO PORTO

ETAR DE SOBREIRAS (capacidade 200 000 hab. eq.)

Linhas de tratamento:

- linha de líquidos: tratamento terciário (UV)
- linha de lamas: espessamento, desidratação e estabilização química
- linha de desodorização: lavagem química

AFLUENTE BRUTO

• CBO ₅	16 700 Kg/dia
• CQO	33 800 Kg/dia
• SST	21 600 Kg/dia
• Azoto Kjeldahl	3 800 Kg/dia
• Fósforo total	750 Kg/dia
• Coliformes fecais	2x10 ⁷ UFC/100 mL
• Caudal médio diário	54 000 m ³ /dia
• Caudal de ponta máximo	1 206 L/s

EFLUENTE TRATADO

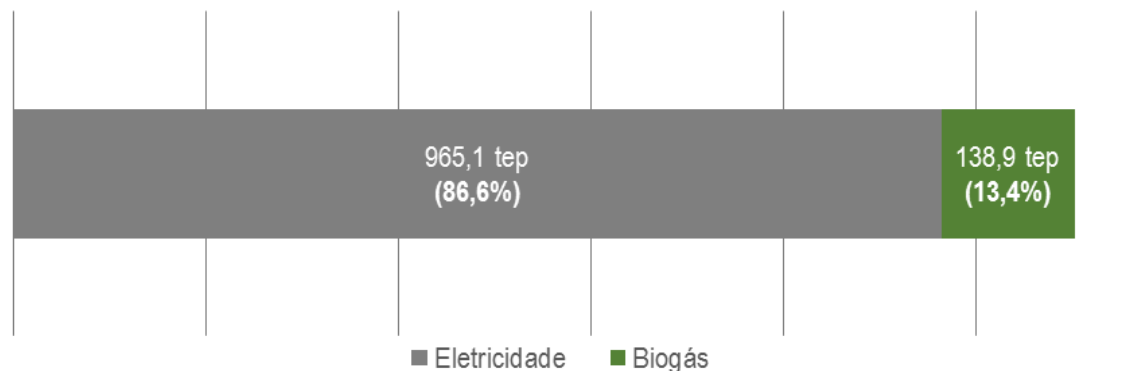
• CBO ₅	25 mg/L
• CQO	125 mg/L
• SST	25 mg/L
• Azoto total	10 mg/L
• Fósforo total	10 mg/L
• <i>Escherichia coli</i>	800 UFC/100 mL



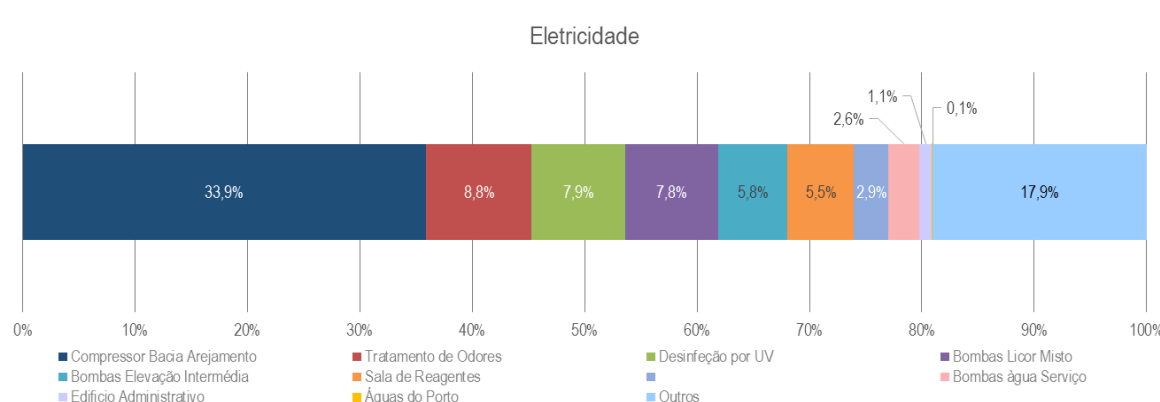
03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR | CARATERIZAÇÃO ENERGÉTICA

ETAR do Freixo

Distribuição dos consumos energéticos na ETAR do Freixo por vetor energético



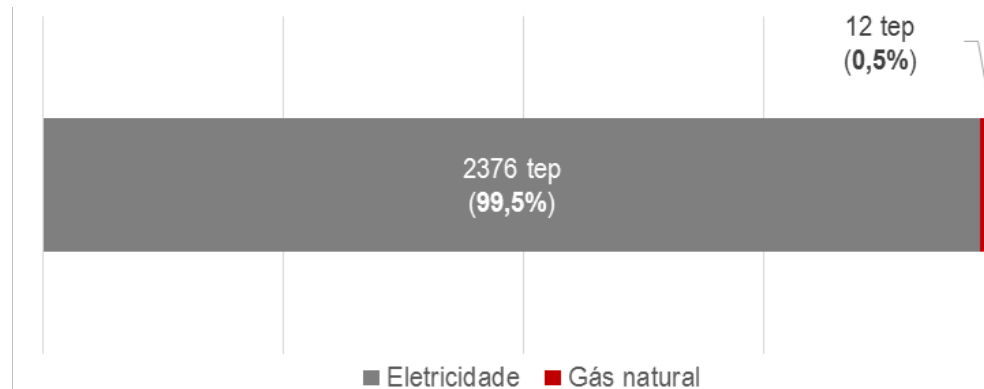
Distribuição dos consumos elétricos pelos equipamentos principais



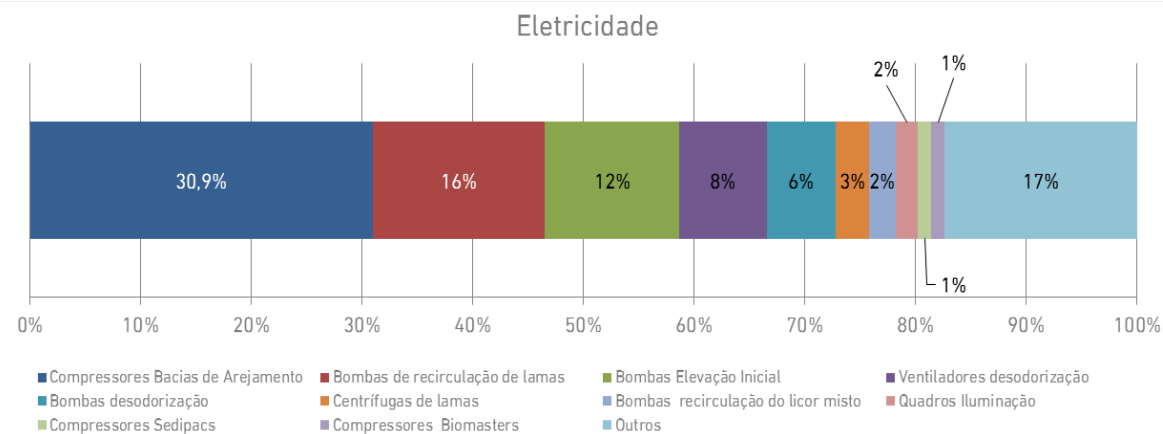
03. CARACTERIZAÇÃO DAS ETAR | CARATERIZAÇÃO ENERGÉTICA

ETAR de Sobreiras

Distribuição dos consumos energéticos na ETAR de Sobreiras por vetor energético



Distribuição dos consumos elétricos pelos equipamentos principais



04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ETAR do Freixo

- Otimização do sistema de monitorização e gestão de energia

ETAR de Sobreiras

- Otimização do sistema de gestão de energia
- Otimização do sistema de elevação inicial
- Otimização do sistema de produção do ar do tratamento biológico
- Otimização do sistema de climatização do edifício administrativo



04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ETAR de Sobreiras

- **Otimização do sistema de gestão de energia**
 - A criação do cargo de Gestor de Energia, na dependência direta da gestão de topo da instalação, o qual assumiria a responsabilidade para a gestão de energia na organização;
 - A instalação de blocos analisadores de energia elétrica digitais, trifásicos para cargas equilibradas, nos principais equipamentos consumidores de energia,
 - Correção das anomalias detetadas nos medidores de caudal da instalação.

Investimento: ~ €20 000

Estimativa de Poupança: ~ 71 tep (330 000 kWh/ano), ~€33 000 na fatura energética anual



04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ETAR de Sobreiras

- **Otimização do sistema de elevação inicial**

- Para a otimização do sistema de elevação inicial, que atualmente é responsável por 12% do consumo elétrico desta ETAR, sugere-se a substituição das atuais bombas de elevação inicial por bombas equipadas com conversor de frequência.
- A detetadas nos medidores de caudal da instalação.

Investimento: ~ €190 000

Estimativa de Poupança: 85 tep (397 000 kWh/ano), equivalendo a ~€40 000/ano



04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ETAR de Sobreiras

- **Otimização do sistema de produção do ar do tratamento biológico**
 - Como otimização do sistema de produção de ar do tratamento biológico, contemplando um estudo da potencial poupança energética e a instalação de válvulas moduladoras nas condutas de ar oriundo dos tanques biológicos

Investimento: €33 520

Estimativa de Poupança: 135 tep (628 000 kWh/ano), ou seja, €63 540



04. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | MEDIDAS EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ETAR de Sobreiras

- **Otimização do sistema de climatização do edifício administrativo**
 - Recuperação do calor dissipado pelos compressores que fornecem ar aos tanques de tratamento biológico, e inclusive, aproveitamento da carga térmica associada à corrente gasosa produzida por esses compressores. Esse calor poderia ser recuperado a fim de utilizar para a climatização do edifício administrativo através da instalação de um permutador;
 - Substituição do atual chiller por uma unidade do tipo bomba de calor e;
 - Manutenção e limpeza dos ventilo-convectores.
- **Investimento:** ~€ 35 000
- **Estimativa de Poupança** 10,5 tep (8 000 kWh/ano) e de ~ €8 500



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

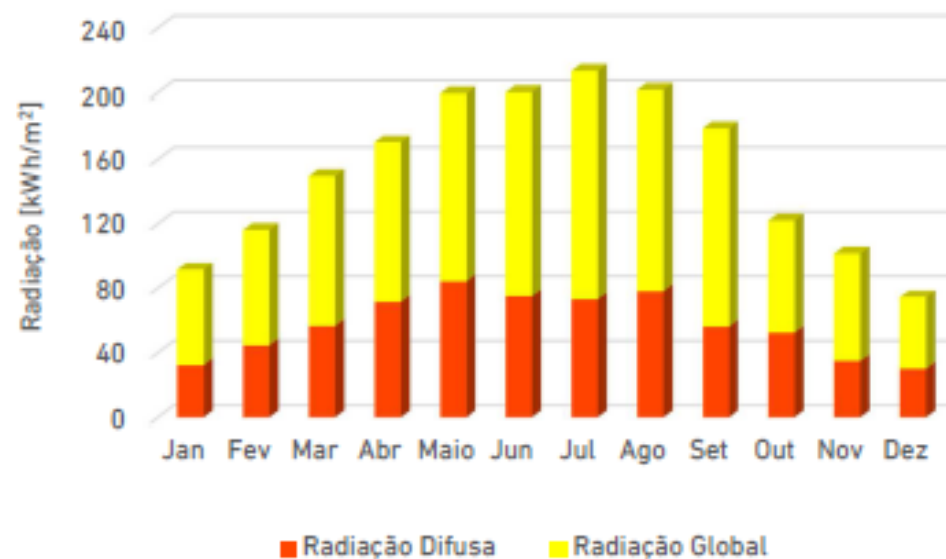
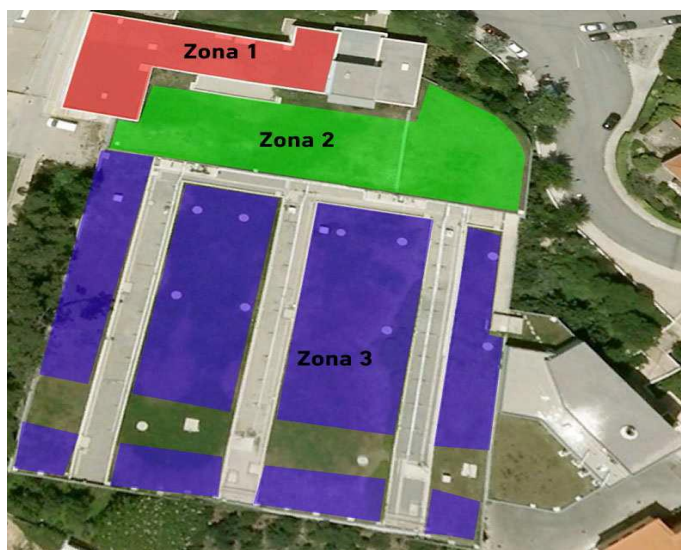
Atividade de Produção de Energia elétrica | DL 153/2014 de 20 de Outubro.

	UPAC	UPP
Fonte	Renovável e Não Renovável	Renovável
Limite Potência	Potência de ligação < 100% potência contratada na instalação de consumo	- Potência de ligação < 100% potência contratada na instalação de consumo - Potência de ligação até 250 kW
Requisitos Produção	- Produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo - Venda do excedentário ao CUR	- Produção anual < 2x consumo da instalação - Venda da totalidade da energia ao CUR
Remuneração	- Valor da "pool" para excedente instantâneo de produção deduzido de custos - Numa base anual, o excedente produzido face às necessidades de consumo não é remunerado	- Tarifa obtida em leilão para a totalidade da produção - Numa base anual, o excedente produzido face ao requisito de 2x consumo de instalação não é remunerado
Compensação	Entre 30 a 50% do respetivo valor dos CIEG quando a potência acumulada de unidades de autoconsumo exceda 1% da potência instalada no SEM	N/A
Contagem	Contagem obrigatória para potências ligadas à RESP superiores a 1,5 kW	Obrigatória para todas as potências, como elemento chave na faturação
Processo Licenciamento	- Processo gerido na plataforma eletrónica - Mera comunicação prévia: Entre 200 W e 1,5 kW - Registo + certificado de exploração: Entre 1,5 kW e 1MW - Licença de produção + exploração: > 1MW	- Processo gerido via plataforma eletrónica - Registo + certificado de exploração - Inspeções obrigatórias
Outros Aspetos	Não existe quota de atribuição	Quota máxima de potência atribuída



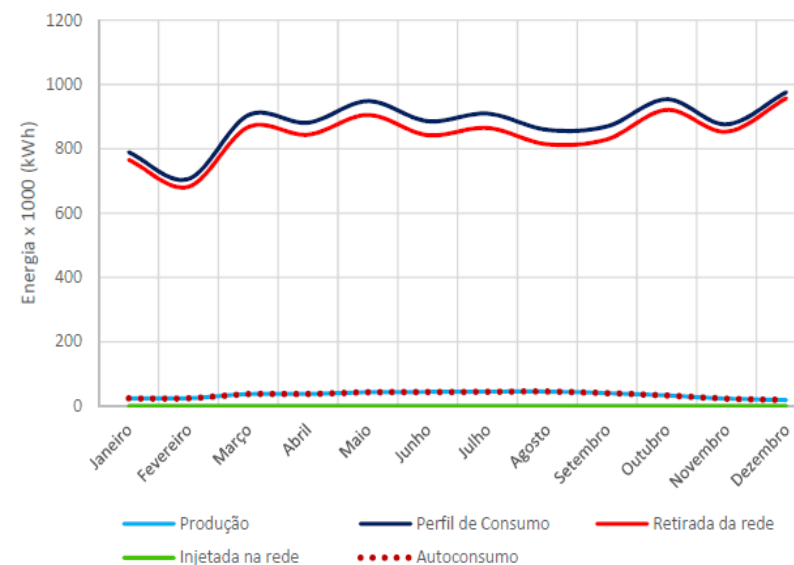
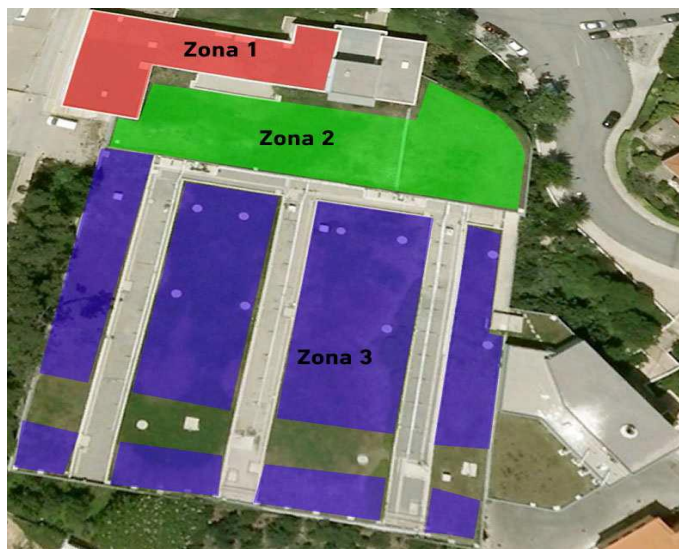
05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR de Sobreiras



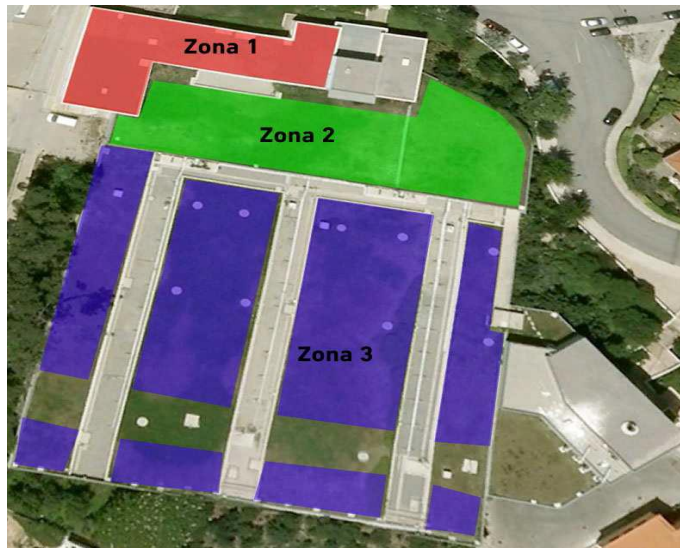
05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR de Sobreiras

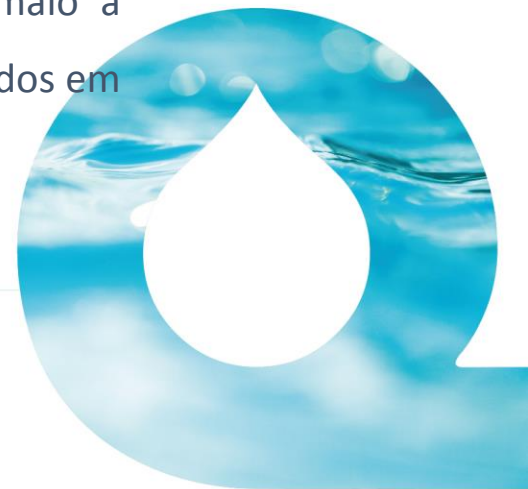


05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR de Sobreiras

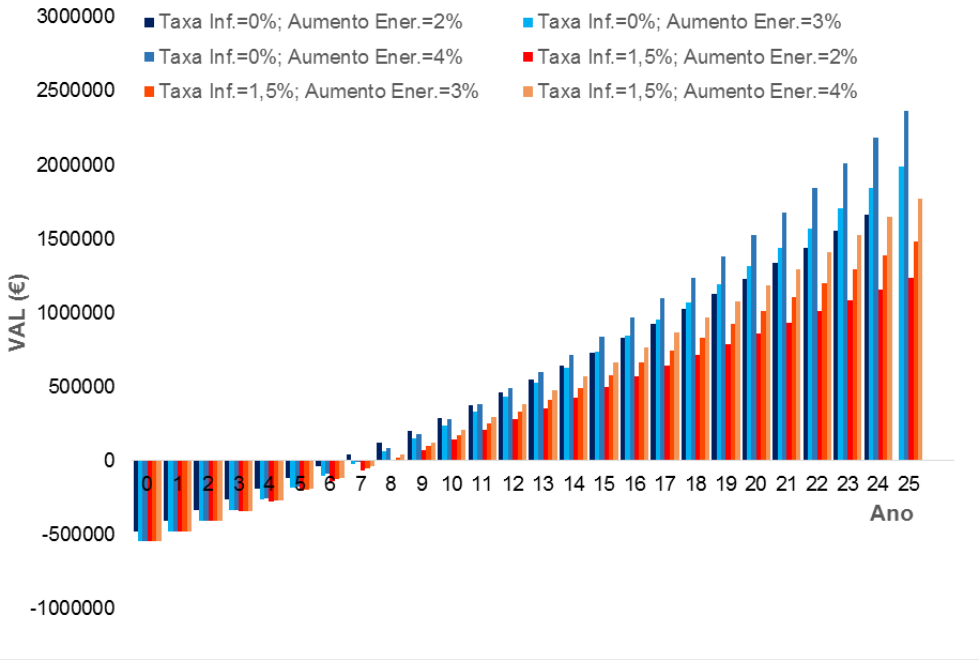
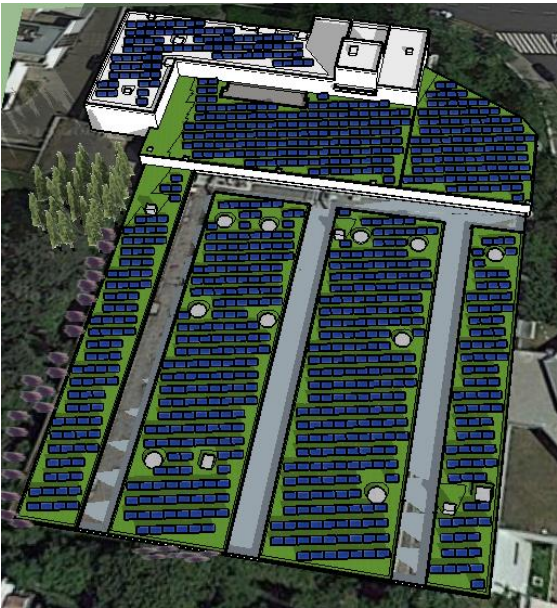


1. O total da energia produzida serve apenas para alimentar 3,9 % do consumo anual da ETAR;
2. A percentagem de autoconsumo é de 100 % e consequentemente não há injeção de energia produzida na RESP;
3. Como esperado nos meses de maior produção (maio a setembro) os requisitos energéticos podem ser colmatados em até 5,2 %.

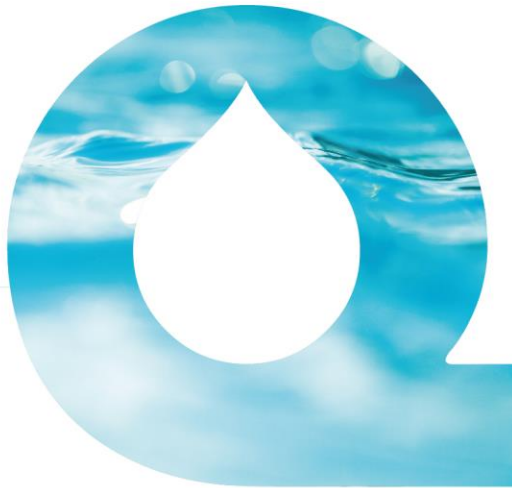


05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR de Sobreiras

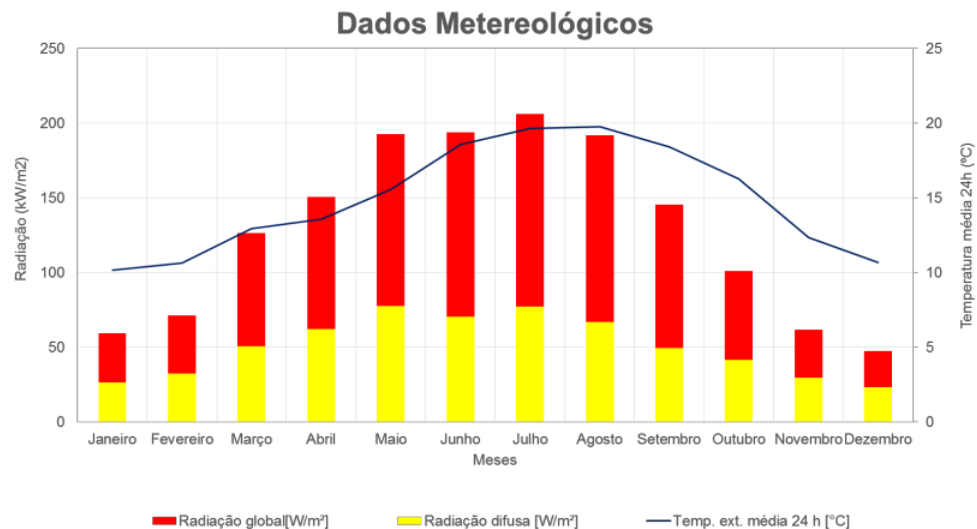


Investimento (s/IVA)	274 648	
Taxa de Inflação (%)	1,5	1,5
Aumento anual de Energia (%)	2	4
TIR (%)	14,88	16,96
PRI (Anos)	7,4	6,9
VAL (€)	702 158	995 776



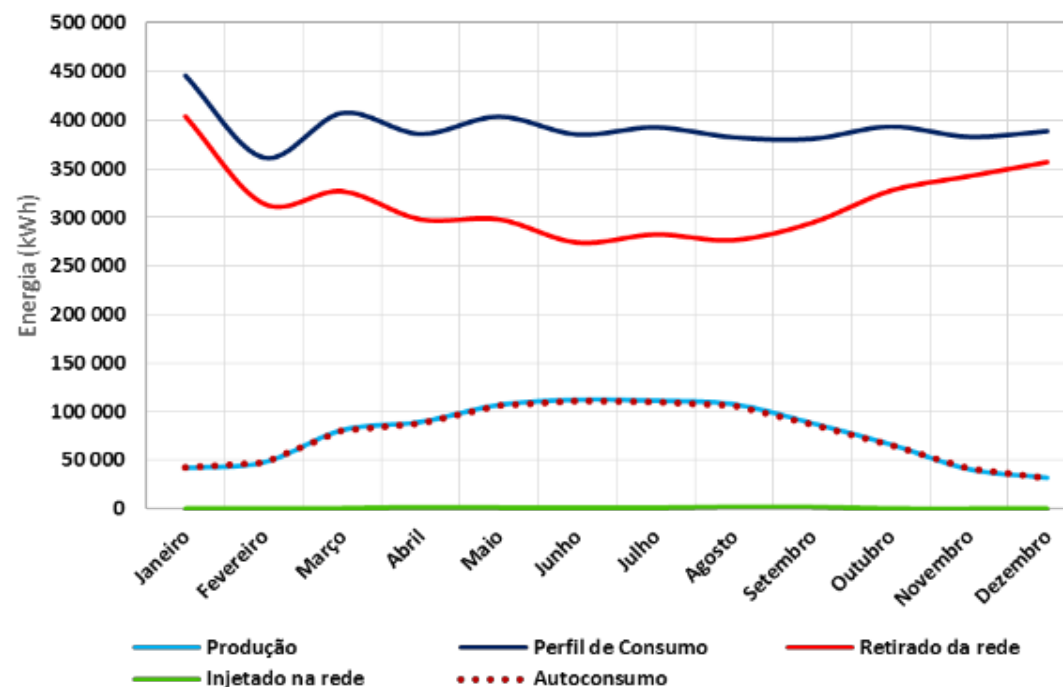
05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo



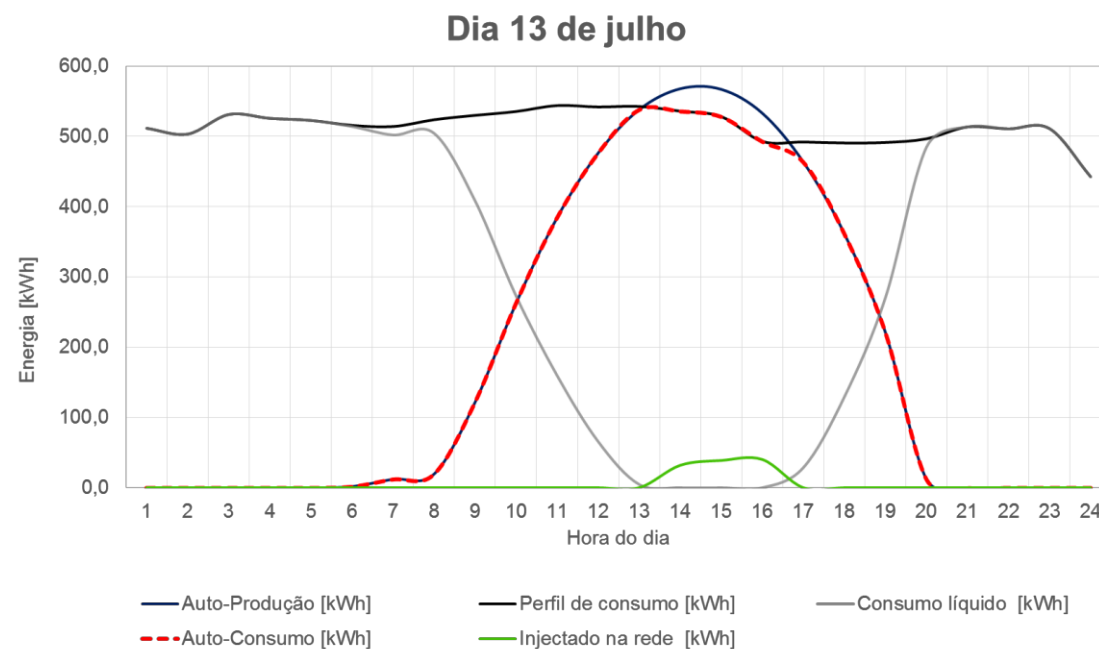
05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

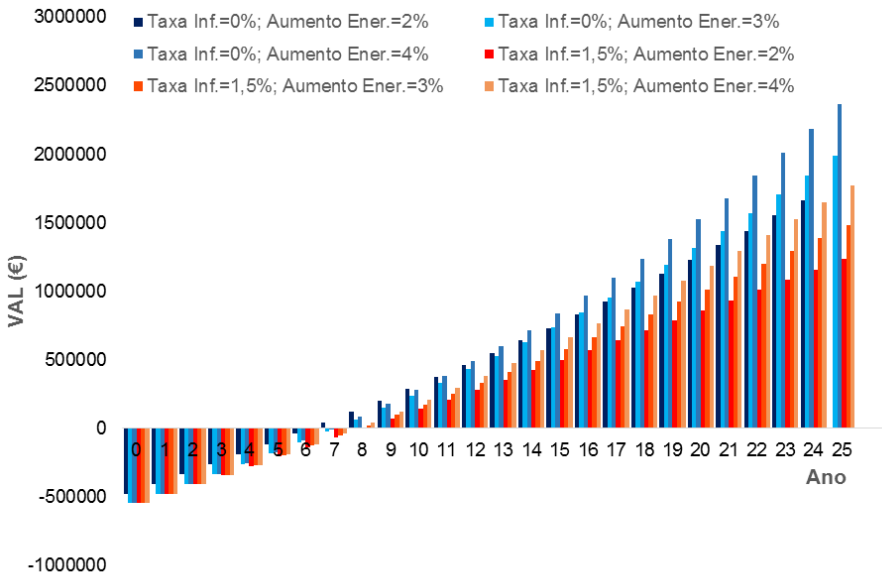
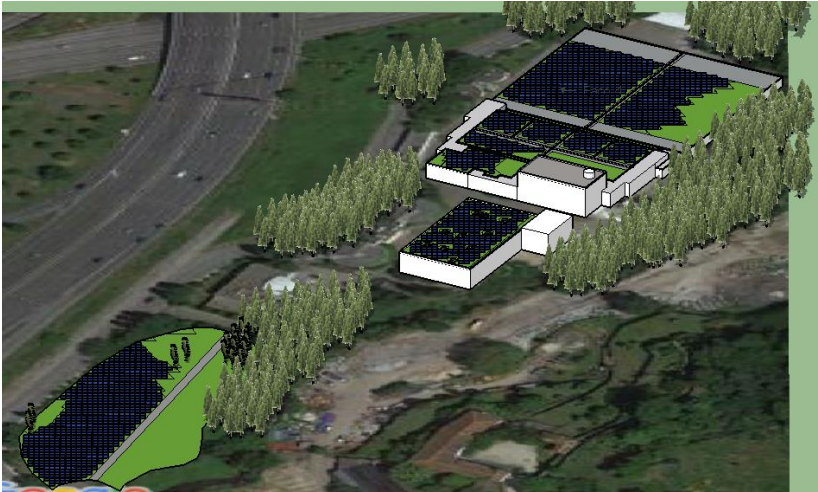


1. O total da energia produzida serve apenas para alimentar 19,5 % do consumo anual da ETAR;
2. A energia injetada na rede elétrica é marginal e como tal pode ser desprezável;
3. A percentagem de autoconsumo é praticamente 100 %;
4. Como esperado nos meses de maior produção (maio a setembro) os requisitos energéticos podem ser colmatados em até 28,8 %.



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

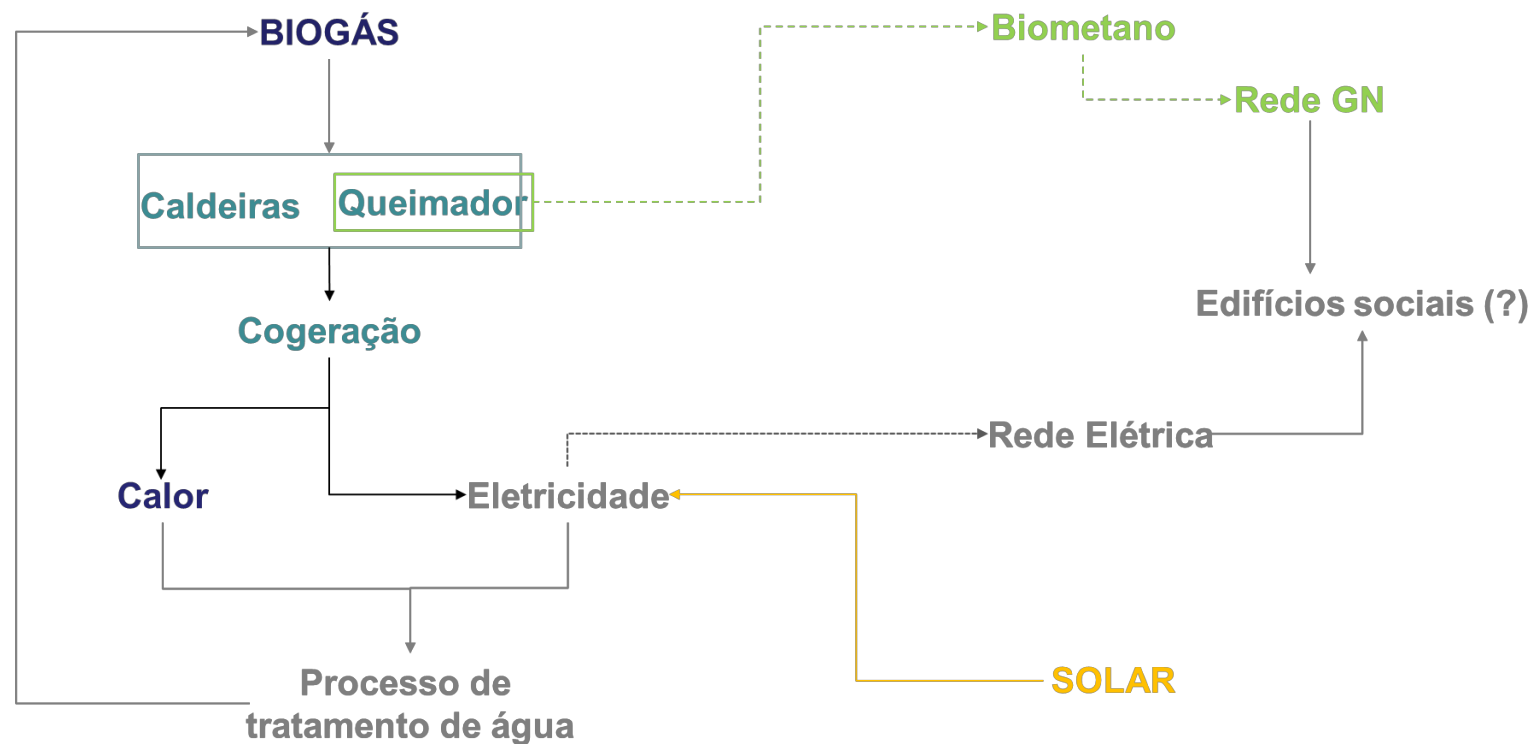


Investimento (s/IVA)	543 627,19	
Taxa de Inflação (%)	1,5	1,5
Aumento anual de Energia (%)	2	4
TIR (%)	13,66	15,74
PRI (Anos)	8,0	7,5
VAL (€)	1 235 438	1 773 211



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

		T _{func} [h/dia]	Caudal Volúmico		Caudal mássico		En. Térmica
			[m³/h]	[m³/ano]	[kg/h]	[kg/ano]	MWh/ano
Caldeira	Experimental	9,42	74,7	256 841	87,2	299 820	1614
	Máximo (teórico)		99,7	342 798	107,8	370 649	1995
Queimador	Experimental	5,68	170,5	353 481	183,5	380 432	2047

A quantidade anual do biogás encaminhado para o queimador (380 t/ano) é superior ao utilizado nas caldeiras (300 t/ano), mesmo assumindo que estas operam sempre à potência máxima (o que não ocorre frequentemente) – 370 t/ano.

Isto significa que, pelo menos, 2 000 MWh/ano de energia estão a ser desperdiçados por meio de uma queima sem qualquer tipo de aproveitamento e que serve apenas o propósito de evitar a libertação de metano para a atmosfera.



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

Duas hipóteses de valorização do Biogás foram consideradas:

- **Cogeração** (via motor de combustão interna), onde o equipamento selecionado receberá a totalidade do biogás utilizado (715 t/ano) e o calor aí gerado é enviado para os digestores anaeróbios e a eletricidade produzida ou é autoconsumida pela ETAR ou é injetada na rede nacional e;
- **Biometanização** (por meio de membranas), na qual se assume que o biogás enviado para o queimador (380 t/ano) é tratado de forma a possuir características similares ao do gás natural para que possa, posteriormente, ser injetado na rede nacional e, posteriormente utilizado em edifícios de habitação social ou em veículos;



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

Potência do motor combustão	489 kW	Energia total	3 851 500 kWh/ano	Rendimento
Potência térmica	244 kW	Energia térmica	1 925 750 kWh/ano	$\eta_t = 50\%$
Potência elétrica	151 kW	Energia elétrica	1 193 965 kWh/ano	$\eta_e = 31\%$

A energia térmica produzida recorrendo a um motor de combustão interna de 489 kW com um rendimento térmico de 50%, permitirá não apenas manter a temperatura dos digestores anaeróbios (numa perspetiva de alimentação de calor continua), havendo uma perda de cerca de 1 000 MWh/ano; como ainda gerar cerca de 1 200 MWh/ano de energia elétrica correspondentes a 25% do atual consumo de energia elétrica da ETAR do Freixo (cujo total ascende aos 4 700 MWh).

Investimento: ~170 000€

Poupanças: ~95 000€



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo

Biometanização

Serviços e Equipamentos para a infância e juventude

Crianças e jovens

Creches

Centros de Atividades de tempos livres

Crianças e jovens em situação de perigo

Lares de infância e juventude

Centros de acolhimento temporário

Crianças e jovens com deficiência

Lares de apoio

Serviços e Equipamentos para pessoas adultas

Pessoas idosas

Centros de convívio

Centros de dia

Lares de idosos

Pessoas adultas com deficiência

Centros de atividades ocupacionais

Lares residenciais

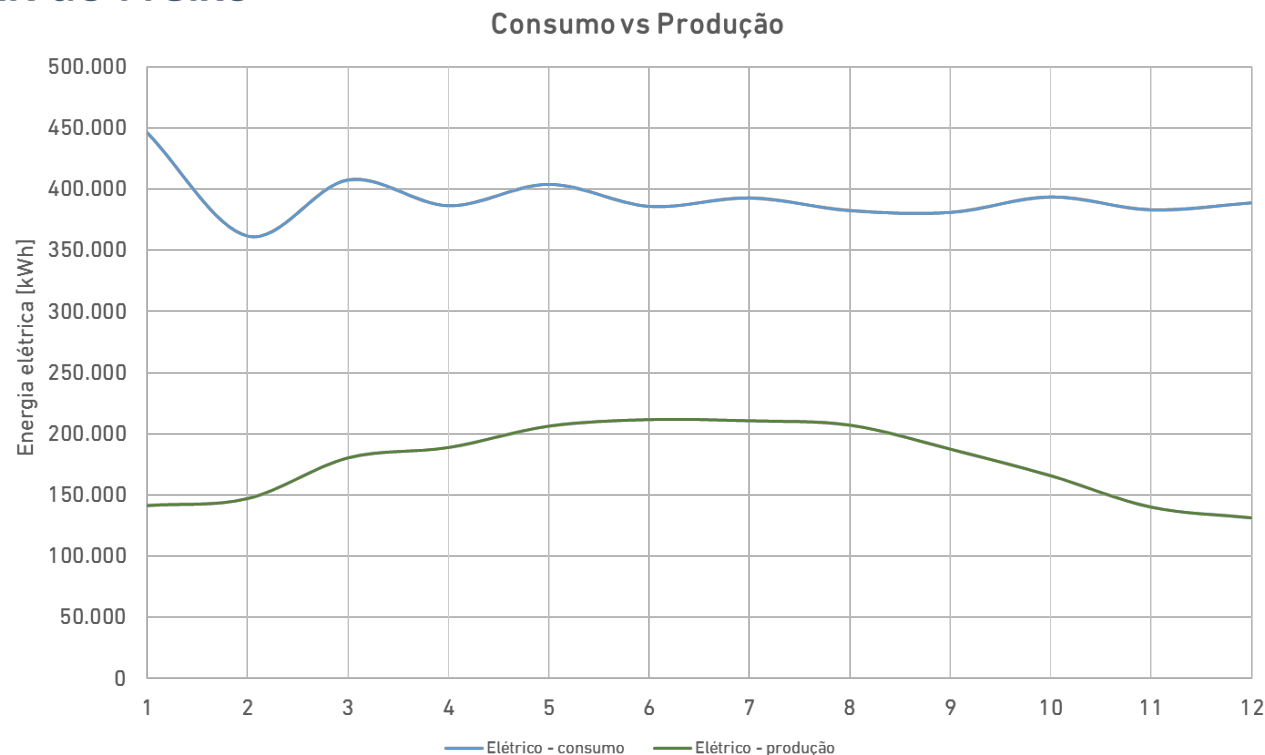
Outros equipamentos

Piscinas



05. PLANO DE AÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ETAR | INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E/OU ENDÓGENAS

ETAR do Freixo



Potencial de produção de **45%** da energia consumida via renováveis



06. CONCLUSÕES

- As duas ETAR apresentam um consumo energético global de 17 GWh/ano, representando 93% do total da Águas do Porto.
- No universo das duas ETAR, a de Sobreiras é, também pela sua dimensão e configuração, aquela que apresenta um consumo energético superior (68% dos 17 GWh/ano). Adicionalmente, dos 17 GWh consumidos, anualmente, 96% é elétrico e o restante térmico.



06. CONCLUSÕES

- A conjugação das diferentes medidas preconizadas para as duas ETAR permitirá à Águas do Porto, E.M. uma poupança energética anual da ordem dos 23%. Em termos económicos, isto significa uma redução da sua despesa anual que pode variar entre 1,7 M€ e 2,1 M€, valor que está intrinsecamente relacionado com as opções selecionadas pela empresa em termos de regime para aproveitamento de energia solar e de tecnologia selecionada para uso do biogás. A redução anual alcançável, por sua vez, variará entre €450 000 e €400 000;
- A conjugação das diferentes medidas preconizadas para as duas ETAR permitirá à Águas do Porto, E.M. uma diminuição de emissão de cerca de **2 800 ton CO2/ano**.

