Eficiência Energética no setor Agroalimentar

Perspetiva da indústria transformadora

19 de Novembro de 2021

Paulo Santos

ContaWatt

Apoio a Acções na Área de Gestão de Energia

Conteúdos

1. Apresentação
2. Introdução
3. Ponto de situação
4. Por onde começar
5. Oportunidades: exemplos reais
6. Notas finais

Apresentação: ContaWatt

- Empresa de Serviços Energéticos
- Criada em 1994;
- Spin off da UC;
- Clientes: Industria, Transportes, Edifícios
- Serviços:
  - Auditorias de Energia / Planos de Racionalização En.
  - Implementação de sistemas formais de G.E.
  - Medição e Verificação (M&V)
  - …

- O mercado mudou significativamente desde 1994…

Introdução

Porque estamos hoje a falar da eficiência energética?

- Consumo excessivo de energia de origem fossil: principal factor impulsionador das alterações climáticas;
- Previsão de aumento acentuado dos custos da energia;
- A eficiência energética é a opção com menores custos de investimento;
- ...

Introdução

A integração dos processos de gestão de energia, na gestão do dia a dia, é uma das mais importantes ferramentas para:

- Reduzirmos o impacto da nossa actividade no ambiente.
- Reduzirmos os custos de exploração
- Evitarmos a cedência a “negócios milagrosos”

Barreiras

Desconhecimento
=> opções pouco recomendáveis

Barreiras

Evitar a aposta em soluções do tipo “caixa preta”, que prometem poupanças fantásticas, mas em que as reduções de consumos não possam ser comprovadas com medições.

Conteúdos

1. Apresentação
2. Introdução
3. Ponto de situação
4. Por onde começar
5. Oportunidades: exemplos reais
6. Notas finais

Ponto de situação: visão pessoal

- Tendo a aposta na eficiência energética dado os primeiros passos no início dos anos 80, porque será que não tem o reflexo desejado em todos os sectores?

- Trata-se de uma área de conhecimento específico, tipicamente afastada do interesse central do negócio.

Ponto de situação: visão pessoal

- Razões apontadas para a pouca aposta na eficiência energética:
  - “Não é o nosso negócio”
  - “Dá muito trabalho e chatice”
  - “A vantagem não é clara”
  - “O investimento dificilmente se paga”
  - “ Poupar energia? Só se deixarmos de produzir”
  - …

- Alguém fez as contas?

Ponto de situação: visão pessoal

- Boas razões para ser eficiente:
  - Económica
  - Imagem
  - Responsabilidade social
  - Motivação dos colaboradores
  - Melhorias de eficiência no processo produtivo
  - …

Ponto de situação: visão pessoal

ContaWatt

Aposta na eficiência energética

- Acções voluntárias
  - Normalmente integradas num plano de melhoria alargado;
  - Motivadas muitas vezes por apoios financeiros;
- Legislação

Ponto de Situação: Legislação

- **Industria**: (1982) RGCE … (2008) SGCIE
  - Regras simples; equipa experiente do lado da DGEG;
  - Consumidores com conhecimentos técnicos;
  - Isenção de impostos sobre consumo de energia.

- **Transportes**: (1990) RGCE.ST
  - Regras simples; equipa experiente do lado da DGEG;
  - Consumidores com conhecimentos técnicos;
  - Regulamento antiquado; Necessita de renovação.

- **Edifícios**: (1990) RCCTE, (2006) (2013) SCE
  - Regulamentação complexa; custos elevados para consumidores;
  - Menos conhecimentos de engenharia do lado dos consumidores

- DL 68-A/2015 (resulta da transposição da Directiva n.º 2012/27/EU, sobre eficiência energética e produção em cogeração)

Conteúdos

1. Apresentação
2. Introdução
3. Ponto de situação
4. Por onde começar
5. Oportunidades: exemplos reais
6. Notas finais

Por onde começar

Actualmente, a penetração da eficiência energética está ainda longe de alcançar o seu potencial.

A energia e a sua gestão tem que passar a fazer parte de todas as actividades económicas, como aconteceu com a gestão, a qualidade, a segurança, a informática e outras.

Por onde começar

- Partir do princípio de que a energia não é um custo fixo; a energia pode e deve ser “gerida”;
- É importante conhecer bem a instalação;
- É importante ter uma estratégia: *“ter um plano”*;
- Tornar esse plano num processo contínuo de melhoria;
- Envolver cada vez mais pessoas, porque a eficiência energética também é uma questão comportamental.

Por onde começar

Começar pela criação de um sistema formal de gestão de energia, integrando:

- A sensibilização e envolvimento da gestão de topo para a importância da gestão de energia;
- A identificação do elemento mais capaz de conduzir o processo;
- O envolvimento de pessoas de todos os departamentos;
- A procura de apoio externo, se não existir conhecimento específico interno;
- A realização de uma auditoria energética, para um conhecimento do ponto de situação

Auditoria Energética

<u>Auditoria Energética</u> (ISO 50002:2014):

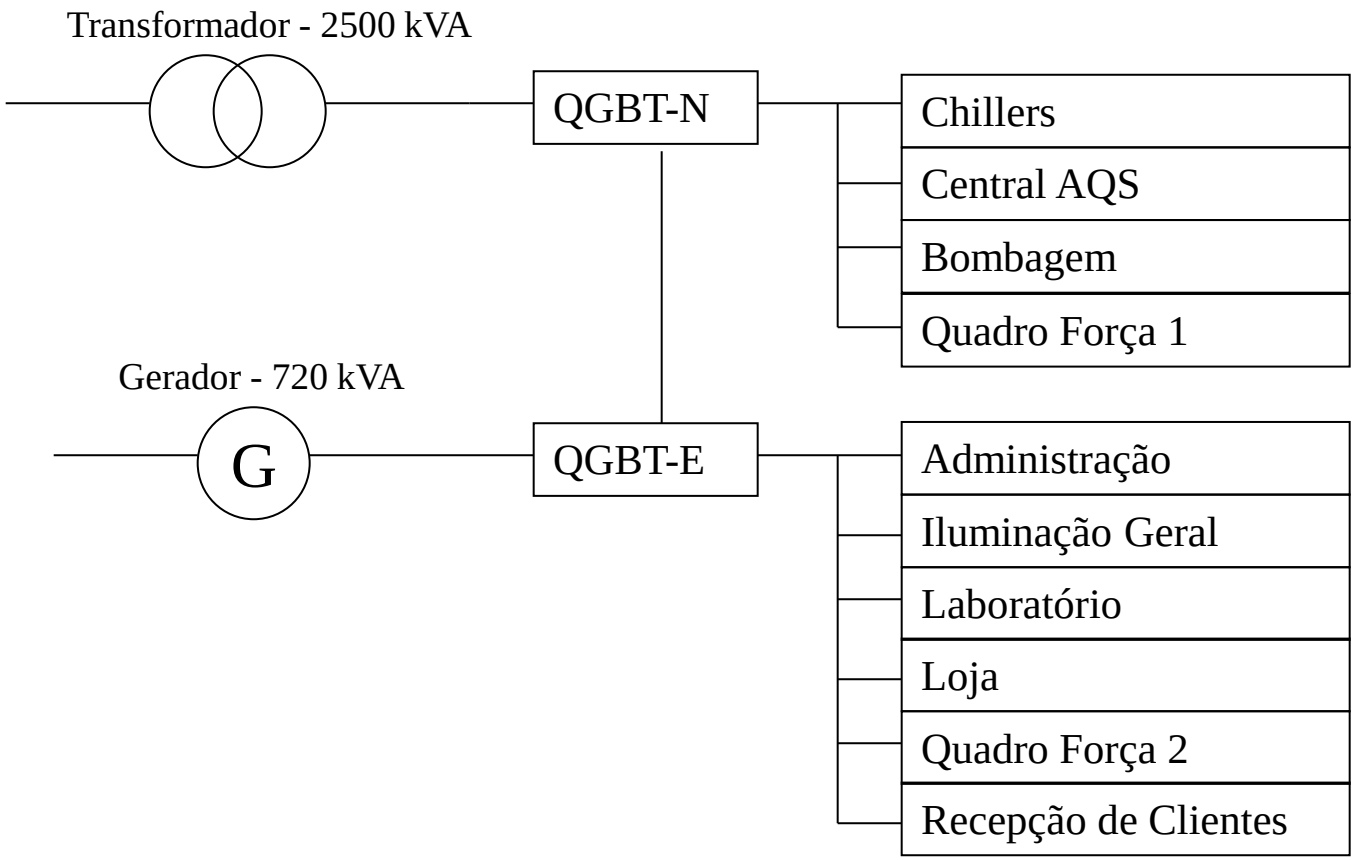
"Análise sistemática do uso de energia e do consumo de energia (…), a fim de identificar, quantificar e informar sobre as oportunidades de melhoria do rendimento energético".

Auditoria Energética

Uma auditoria energética constitui uma "**radiografia**" da situação energética duma qualquer instalação, apresentando os principais objectivos:

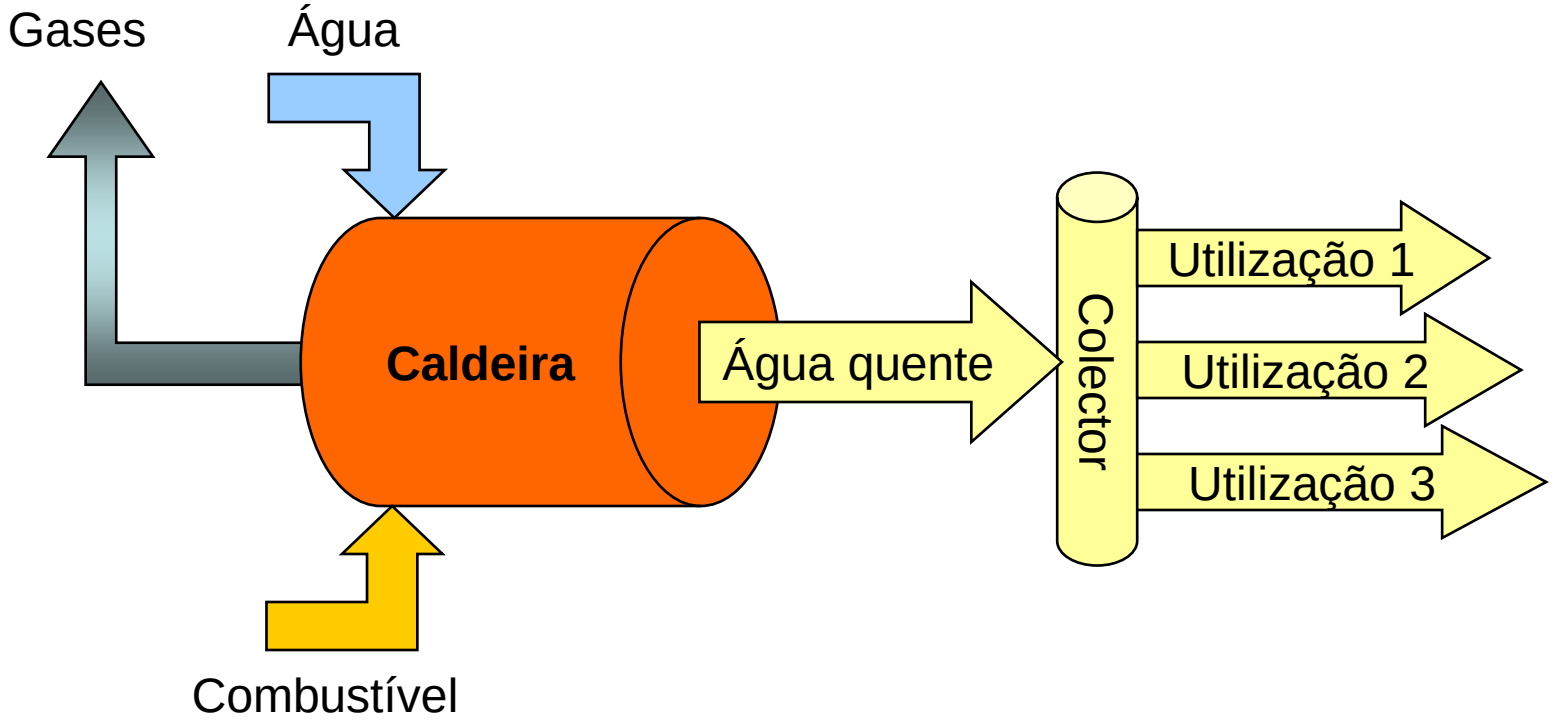
- Análise das condições de utilização de energia nas instalações;
- Análise da viabilidade de potenciais medidas de economia de energia e de custos;
- Avaliação e apoio no desenvolvimento do sistema formal de gestão de energia.

Estabelecimento dos fluxos de energia



Auditoria Energética

Caracterização, levantamento e análise dos principais centros de consumo



Auditoria Energética

Verificar a existência de meios de medição locais
e estabelecer um plano de registos

Contadores de Electricidade

Cont. Gás

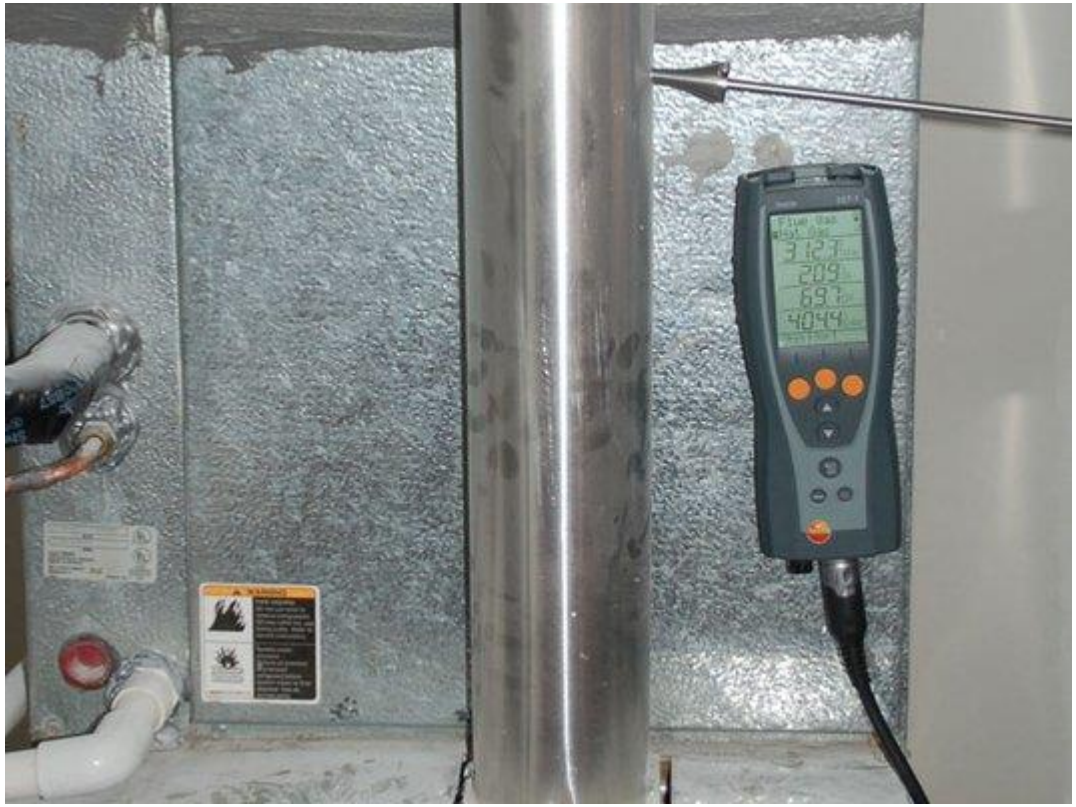
Cont. Vapor

Auditoria Energética

Exemplos de medições:

- Análise dos gases de combustão de caldeiras;

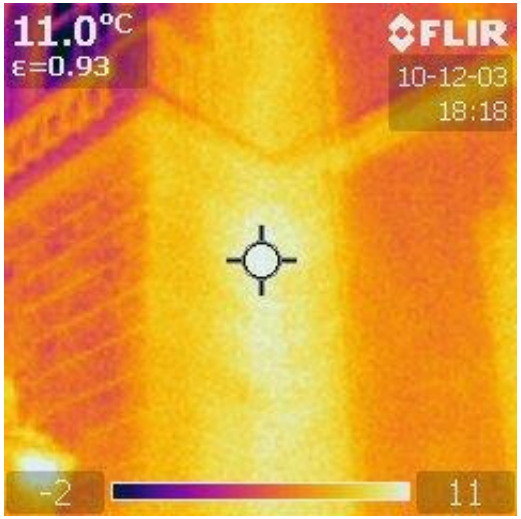
Analisador de gases

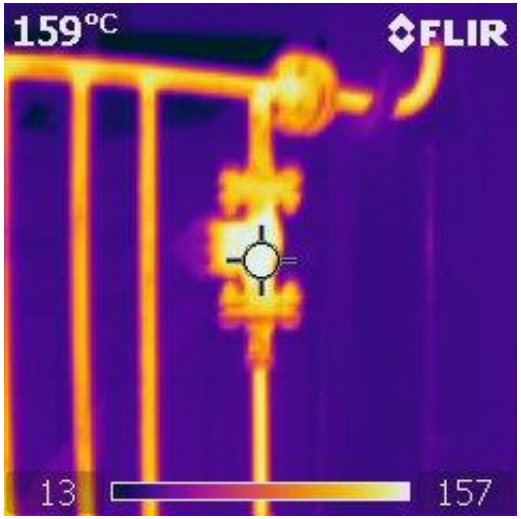


Auditoria Energética

Exemplos de medições:

- Termografia em superfícies isoladas para verificar a integridade do isolamento térmico (paredes, tubagens)



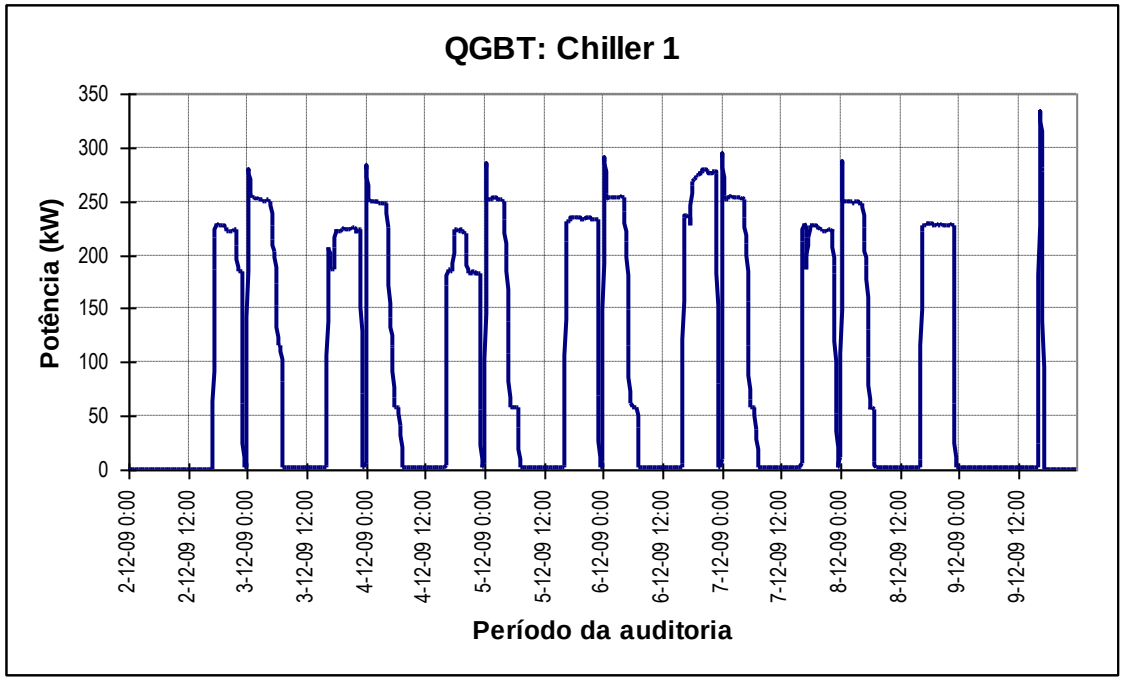


Auditoria Energética

Exemplos de medições:

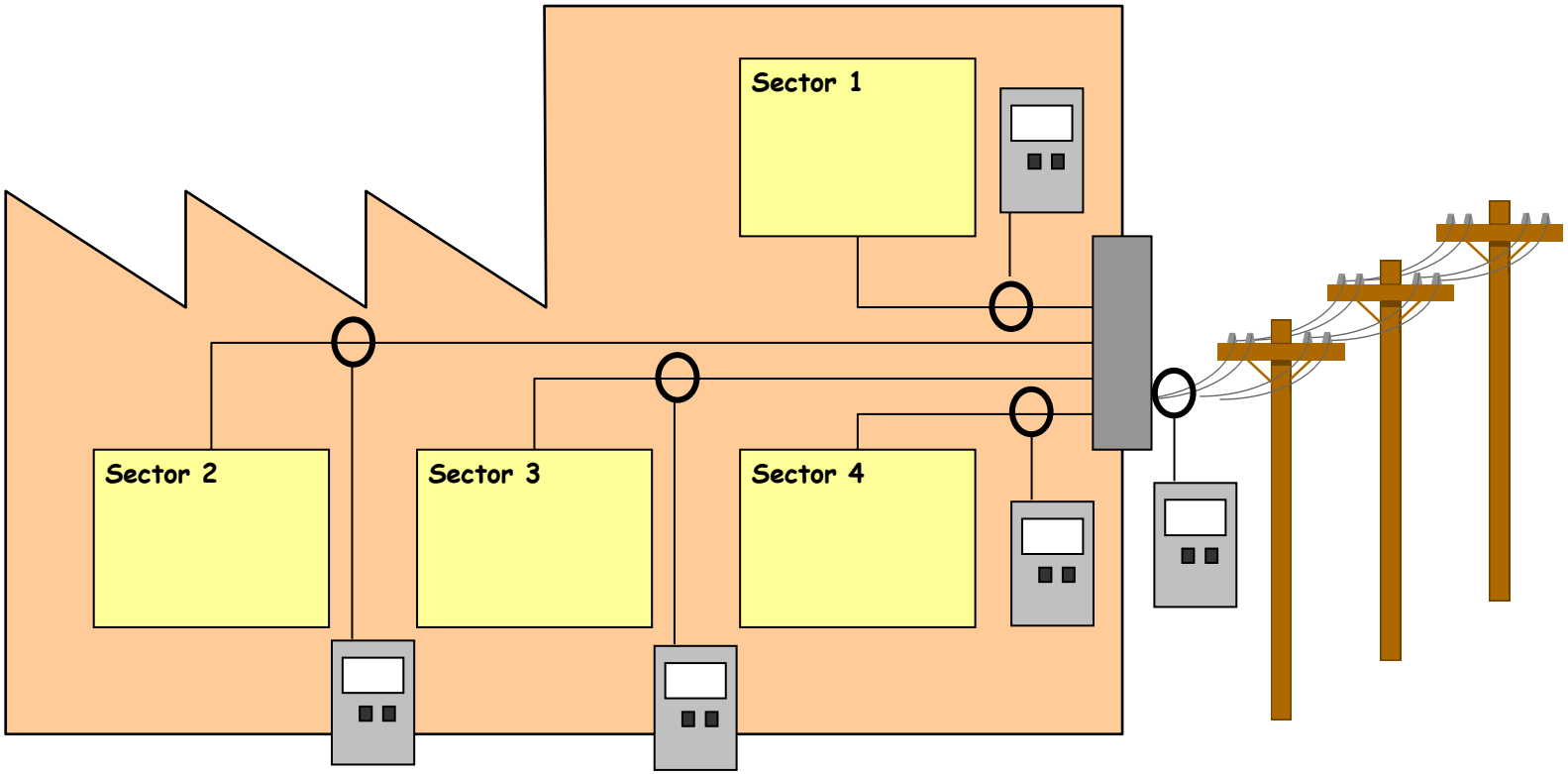
- Monitorizar, por um período de tempo representativo, cargas eléctricas relevantes ou com regime de carga muito variável;

Analisador de energia



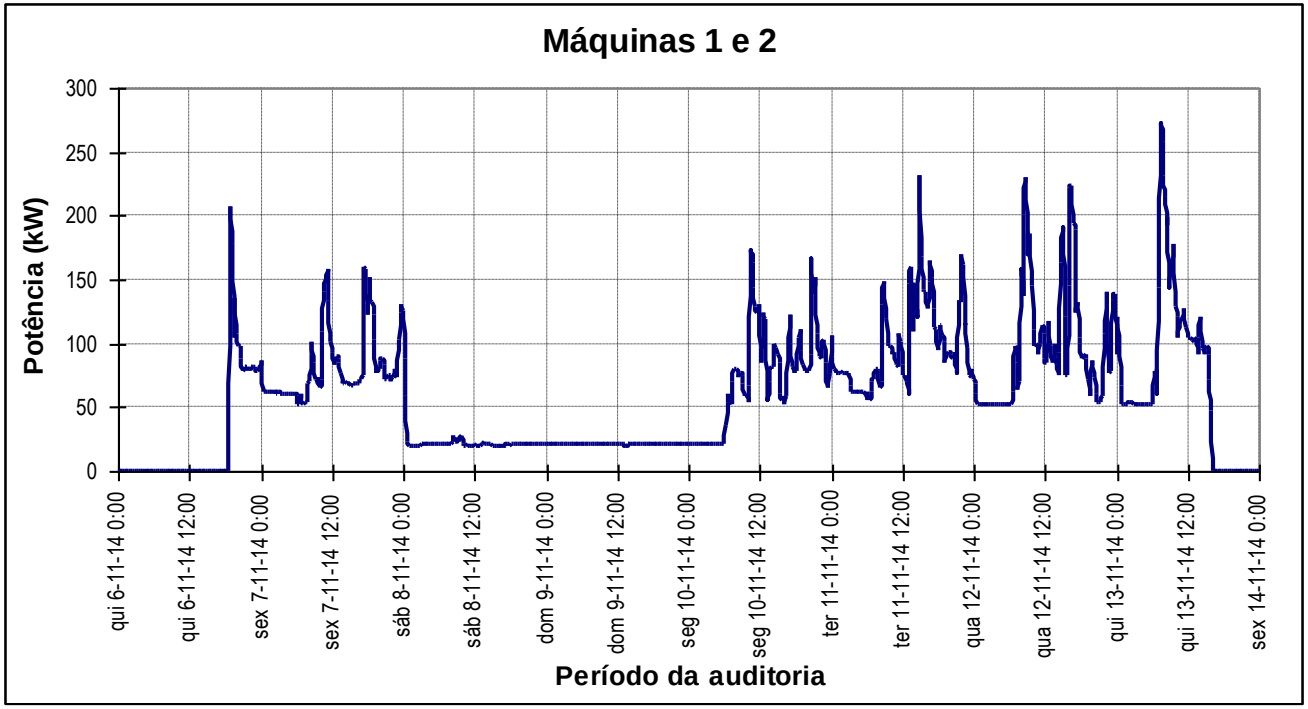
Auditoria Energética

Registo simultâneo de diagramas de carga parciais e total



Auditoria Energética

Monitorização de consumos



Identificados consumos desnecessários ao fim de semana; a correcção permitiu reduzir o consumo anual em 48 000 kWh (~3 900 €/ano)

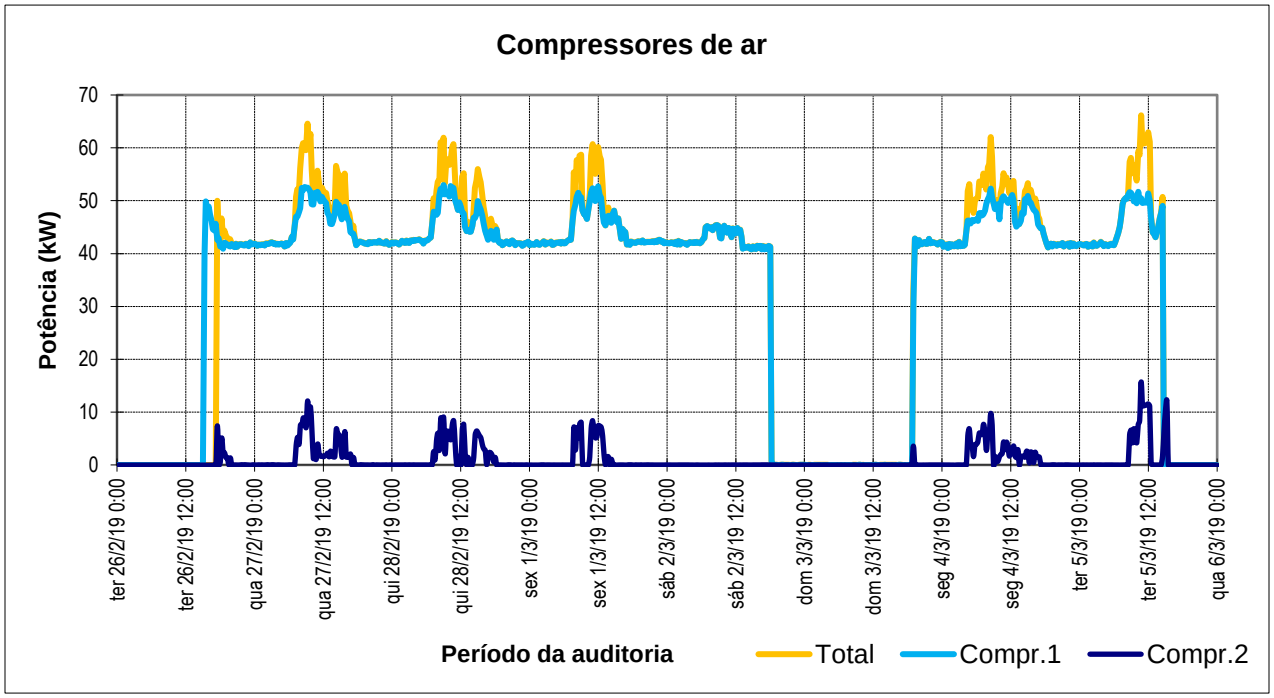
Conteúdos

1. Apresentação
2. Introdução
3. Ponto de situação
4. Por onde começar
5. Oportunidades: exemplos reais
6. Notas finais

Oportunidades: ar comprimido

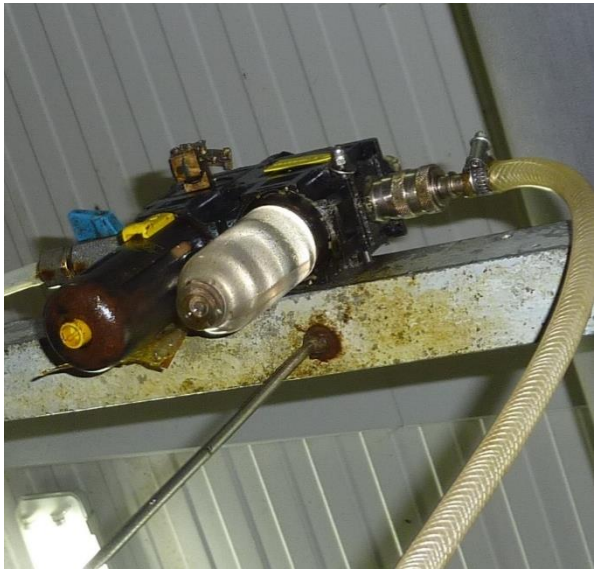
Matadouro com 2 compressores de ar de parafuso: 45 kW e 22 kW, ambos com mais de 20 anos de operação. Pressão de trabalho: 9 bar.

Diagrama de carga semanal:



Oportunidades: ar comprimido

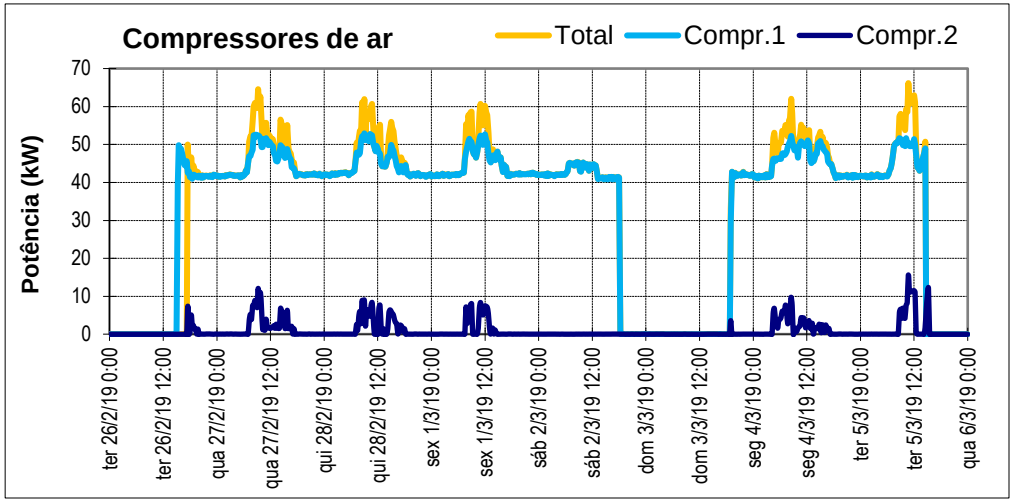
Identificadas fugas de ar em vários componentes da rede. Exemplos:



Oportunidades: ar comprimido

A base do diagrama, de 40,8 kW, em grande medida devido a fugas de ar, representa:

274 MWh/ano ⇔ 29 000 €/ano.



1) Uma redução do nível de fugas, que permita uma redução de 50% na base do diagrama (20,4 kW), permitiria uma poupança de 14 500€/ano

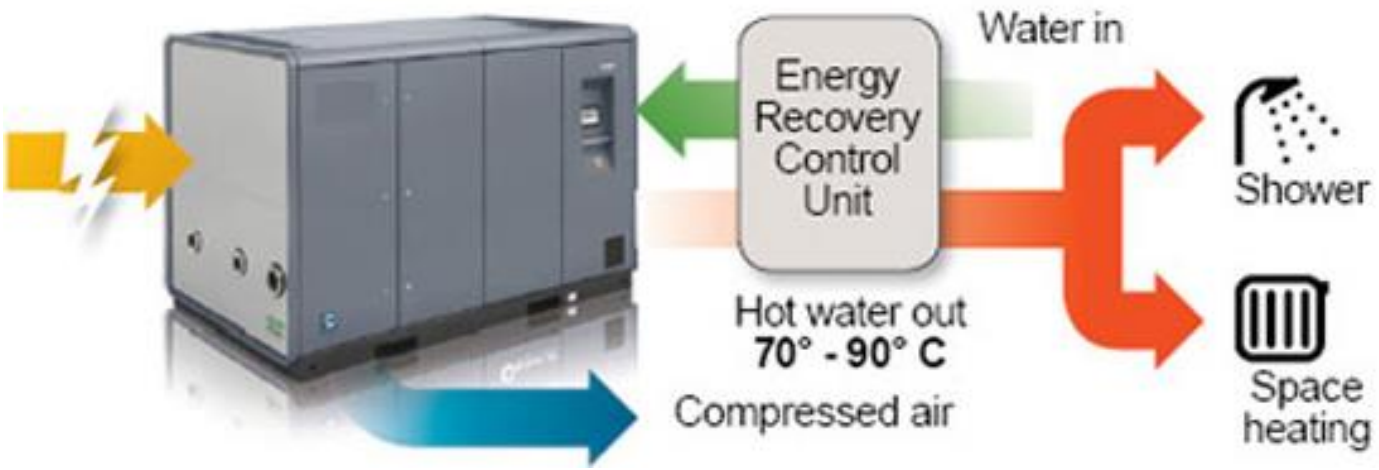
Oportunidades: ar comprimido

2) A substituição do compressor de 45 kW, com mais de 20 anos de operação, por uma unidade de última geração, mais eficiente, com velocidade variável (redução de 30% do consumo):

Poupança de 88 MWh/ano ⇔ 9 400 €/ano.

Oportunidades: ar comprimido

3) A aquisição de compressor com módulo de recuperação de calor para a produção de água quente a 90ºC (600 l/h) => economia de gás no aquecimento de água para o processo e balneários: 19 000 m^3(n)/ano ⇔ 7 900 €/ano



Oportunidades: ar comprimido

Resumo das economias anuais:

1. Redução de fugas: 14 500 €;
2. Substituição de compressor antigo por unidade mais moderna: 9 400 €;
3. Recuperação de calor para aquecimento de água (economia de gás na caldeira): 7 900 €.

- Total: 31 800 €

Oportunidades: ar comprimido

Custos:

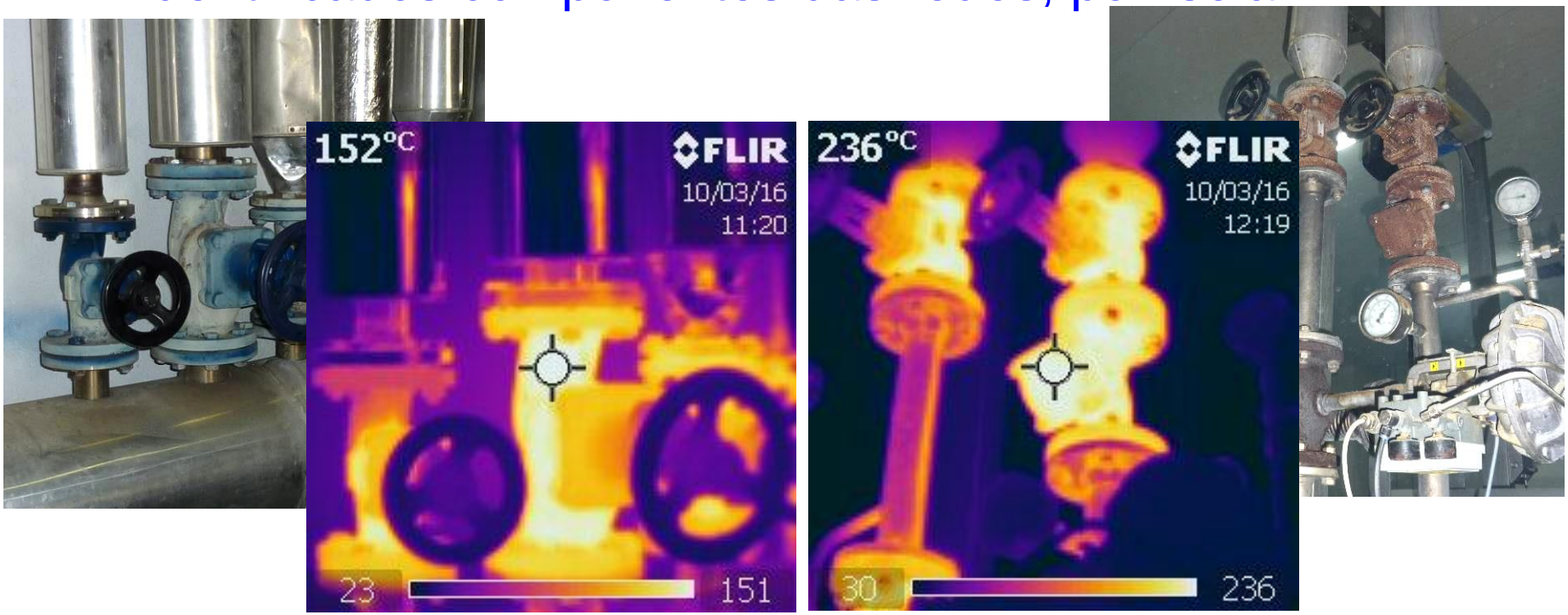
- Pesquisa de fugas: 1 000 €;
- Reparação das fugas: 2 400 €;
- Custo do novo compressor: 37 500 €;
- Módulo de recuperação de calor: 2 500 €
- Total: 43 400 €

- Retorno do investimento: 1,4 anos

Oportunidades: isolamentos térmicos

Unidade fabril de processamento de carne, com rede de vapor e rede de termoflúido relativamente bem isolada.

Identificados componentes das redes, por isolar:



Oportunidades: isolamentos térmicos

Lista de elementos da rede de vapor, condensados e água quente a isolar:

Localização	Elementos a isolar	Dimensão	Temp. °C
Central Térmica	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 80	160°
	1 válvula + 1 par flanges	DN 100	160°
	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 50	160°
	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 32	160°
	10 metros tubagem água quente	DN 40	50°
	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 50	50°
	Depósito de condensados (h= 2 m; Ø900)	-	50°
Ramal p/ tanque AQS	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 32	160°
	Tanque de AQS (h= 3m ; Ø1400)	-	50°
	Cabeça permutador (0,2 m)	DN 65	115°
Ramal p/ permutador água climatização	2 válvulas + 2 pares flanges	DN 50	160°
	1 par flanges	DN 50	160°
Colector na zona fabril	1 válvula + par flanges	DN 80	160°
	1 válvula + par flanges	DN 65	160°
	4 válvulas + 4 pares flanges	DN 20	160°
	...		

Oportunidades: isolamentos térmicos

Economias de energia resultantes do isolamento térmico dos elementos indicados: 19 665 m^3(n)/ano ⇔ 10 700 €/ano.

Custo de investimento com o isolamento térmico:

7 125 €

Retorno do investimento:

8 meses

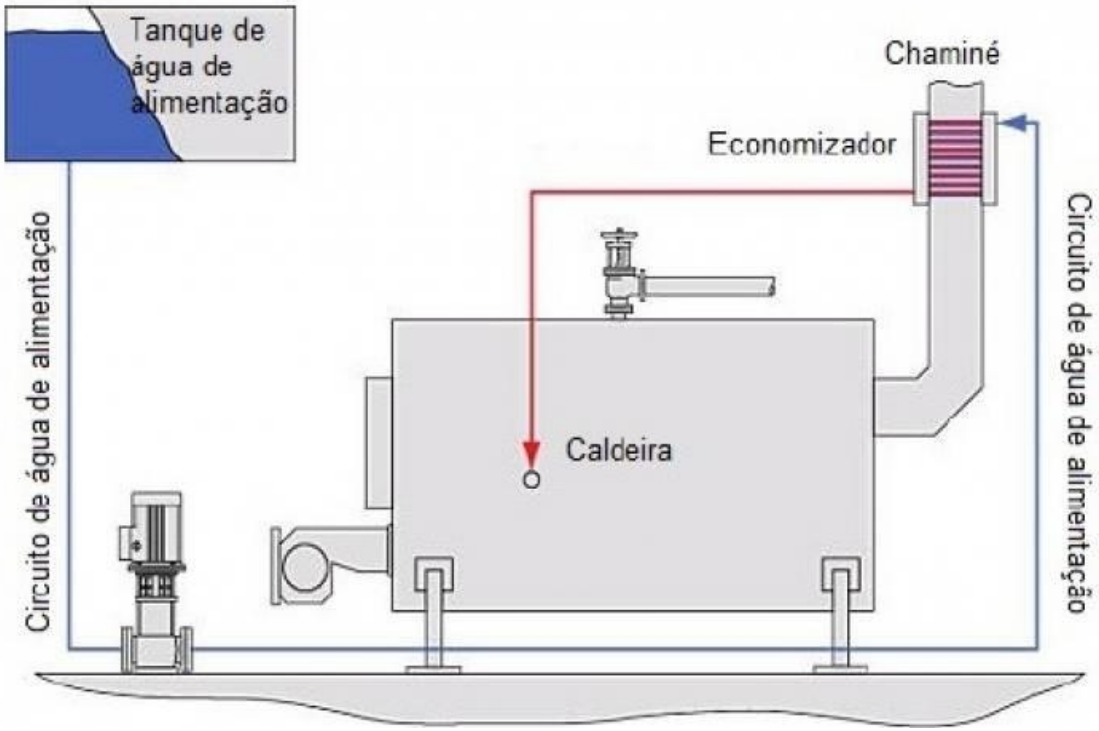
Oportunidades: caldeiras vapor

Unidade fabril de produção de pão e derivados, com caldeira de vapor, com funcionamento contínuo (~400 000 m^3(n)/ano; ~200 000 €/ano).

Proposta: introdução de economizador na caldeira.

Oportunidades: caldeiras vapor

A introdução do economizador, para aquecer a água de admissão à caldeira, permite melhorar o seu rendimento de 4 a 5%:



Oportunidades: caldeiras vapor

Economias de energia resultantes da introdução do economizador: 19 000 m^3(n)/ano ⇔ 10 000 €/ano.

Custo de investimento com o economizador:

24 000 €

Retorno do investimento: 2,4 anos

Oportunidades: torre arrefecimento

Torre de arrefecimento de indústria alimentar, com 3 componentes:

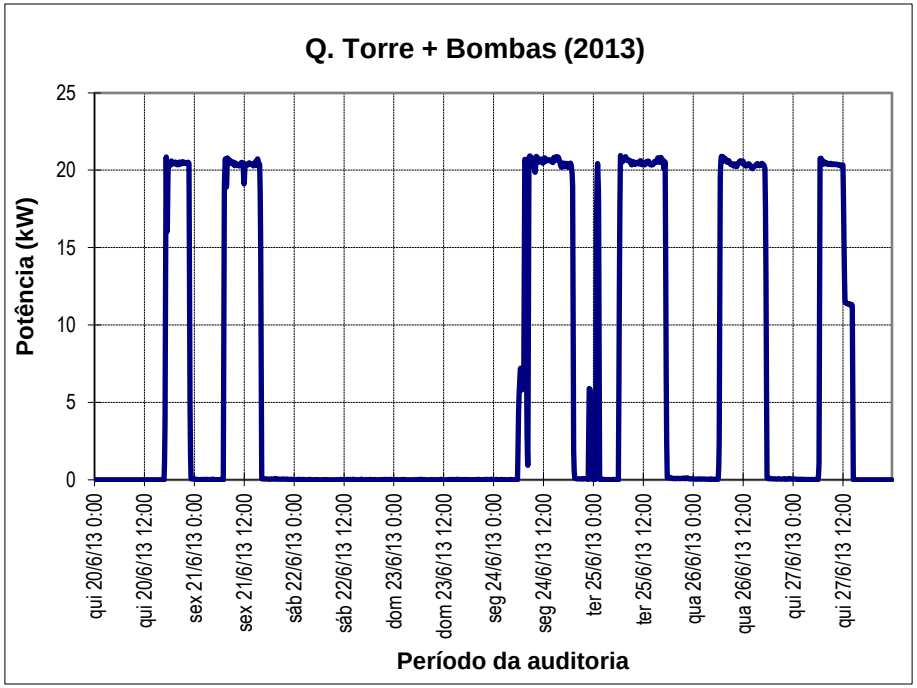
Equipamentos	Pot. abs. em 2013 kW
Ventilador Torre (5,5 kW)	6,3
Bomba Primário (9,2 kW)	9,3
Bomba secundário (15 kW) com VEV	5,3 *(VEV a 38 Hz)*
Potência abs. pelo conjunto	**20,9**

Oportunidades: torre arrefecimento

Em 2013: funcionamento em regime fixo;

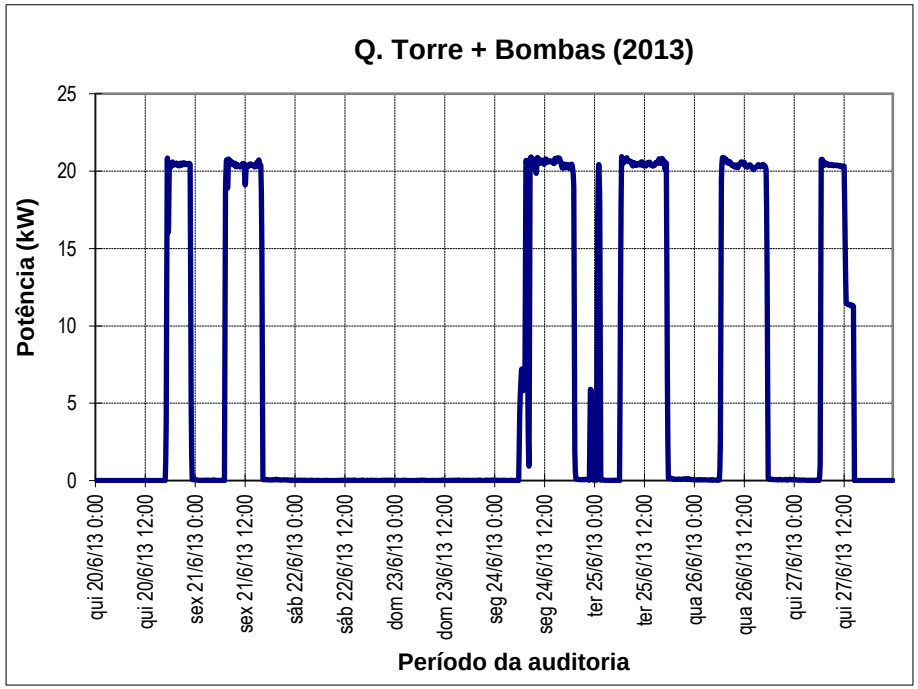
1,5 turnos/dia; 5 dias/semana

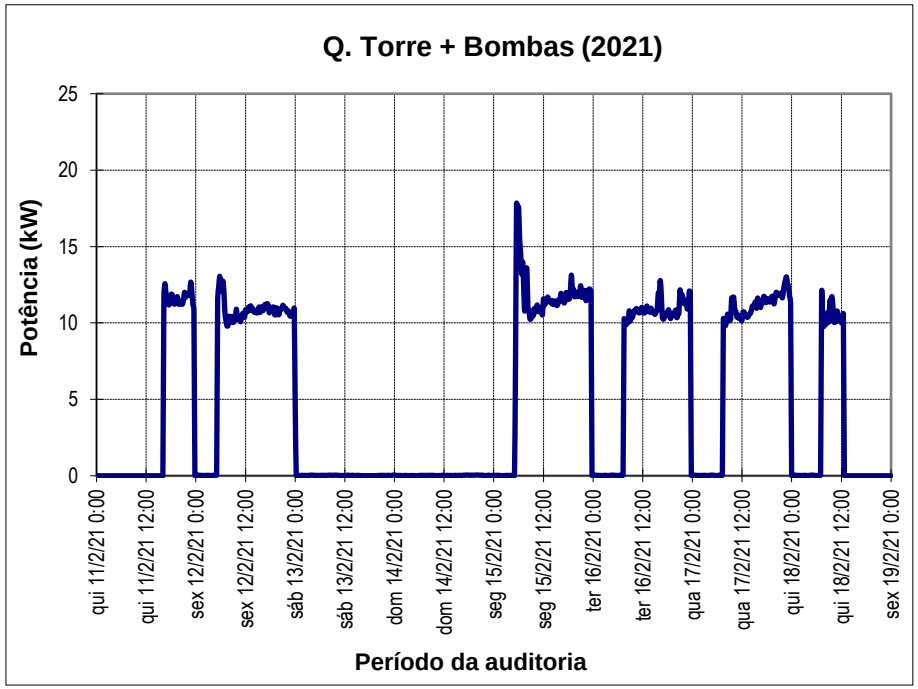
Pot. absorvida: ~21 kW; consumo: 59 455 kWh



Oportunidades: torre arrefecimento

Medida: introdução de variadores de velocidade no ventilador e na bomba do primário e controlo automático em função da temperatura.





Oportunidades: torre arrefecimento

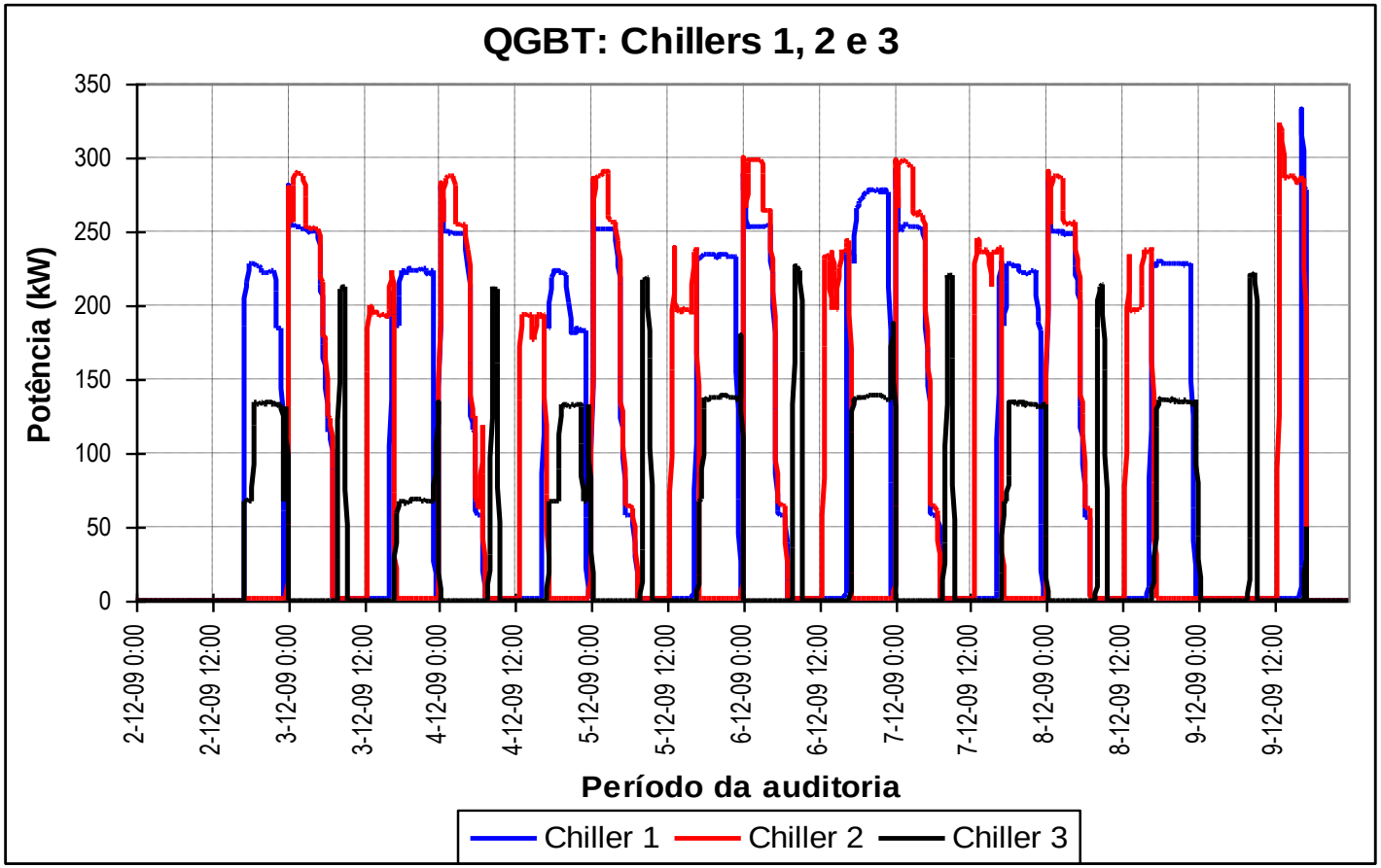
Resultados:

- Redução da potência ~45%
- Redução do consumo ~19% (mesmo com aumento do período de laboração p/ 2 turnos).
- Economias de energia resultantes: 11 550 kWh/ano ⇔ 1 340 €/ano (investimento 2 400 €).

Medições pontuais [kW]	2013	2021	redução	redução
Ventilador Torre (5,5 kW)	6,3	3,4	-2,9	-46%
Bomba Primário (9,2 kW)	9,3	3,7	-5,6	-60%
Bomba secundário (15 kW)	5,3	4,4	-0,9	-17%
Geral	**20,9**	**11,5**	**-9,4**	**-45%**
Consumo [kWh]	**59 455**	**47 905**	**-11 550**	**-19%**

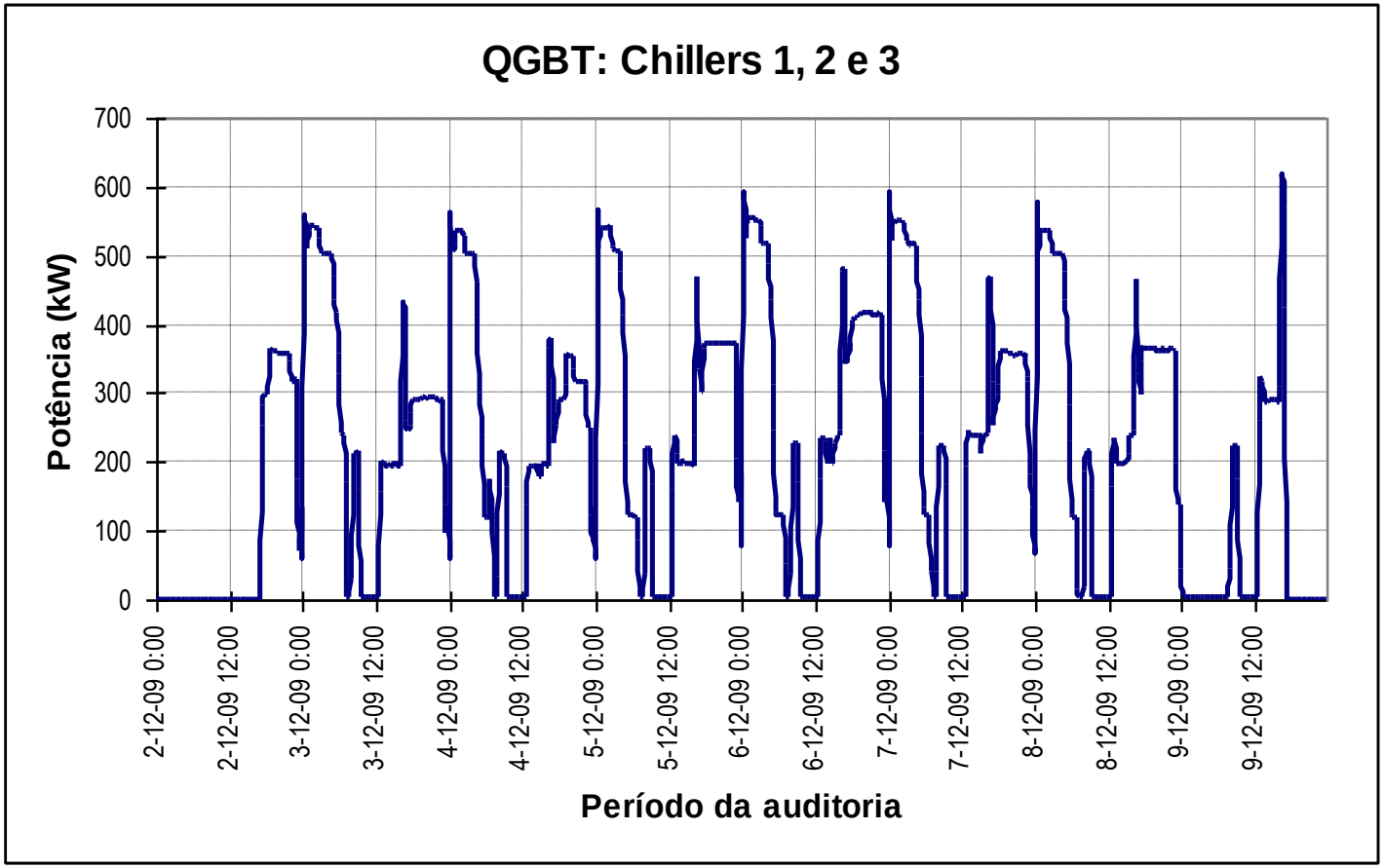
Oportunidades: tarifário

Monitorização de consumos (diagramas individuais)



Oportunidades: tarifário

Monitorização de consumos (diagrama soma)



Oportunidades: tarifário

Desvio de Consumos

- Gestão do arranque e paragem de cargas em função da hora do dia.
- Transferir consumos de horas de ponta para horas de vazio e horas cheias.

Custo do kWh em HP* superior em:

- mais de 200% do custo em HC

- mais de 340% do custo em HV

** considerando o custo da PHP na WHP*

Oportunidades: tarifário

ContaWatt

Conhecer a factura de energia

Faturação

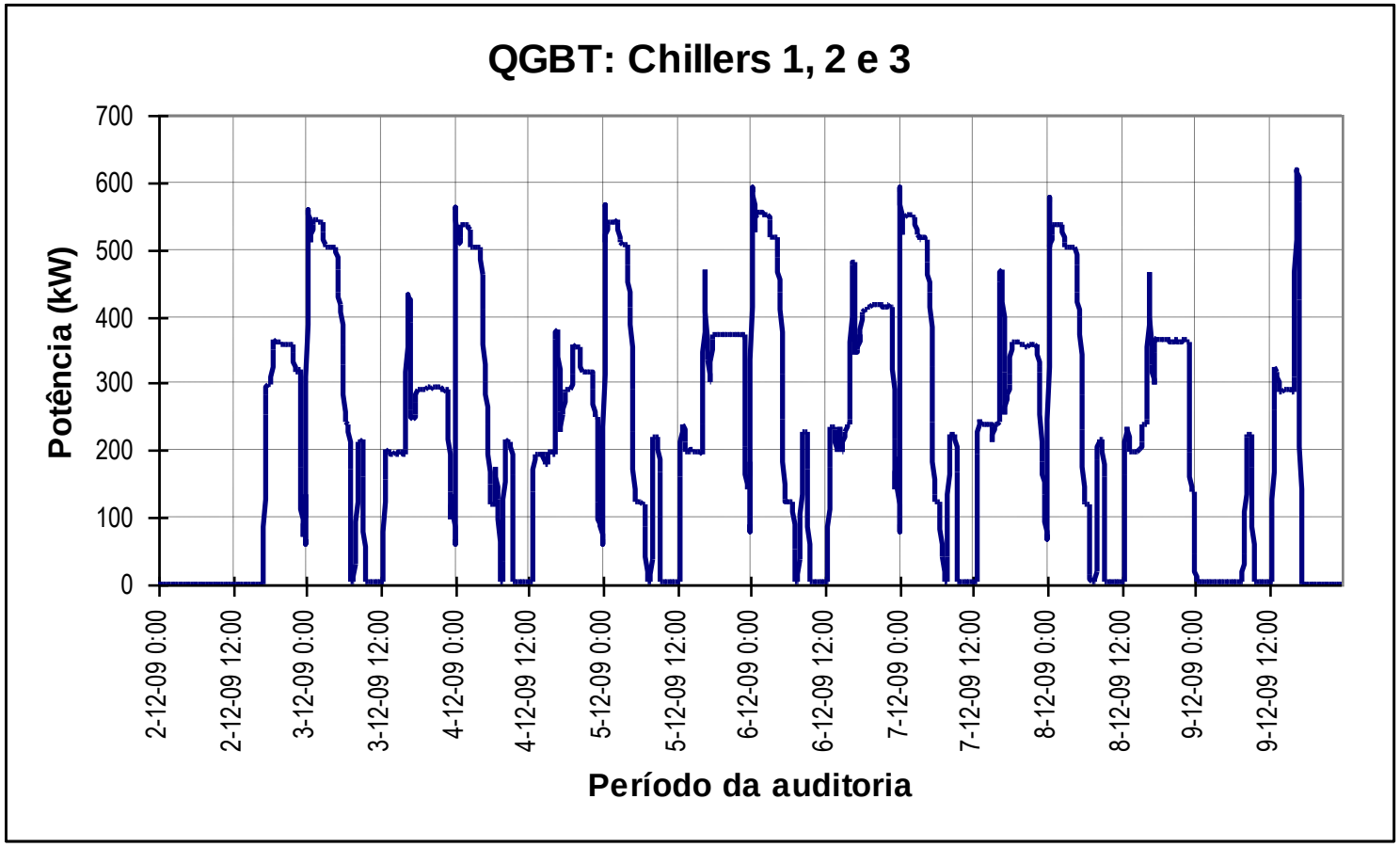
DESCRIÇÃO	CÁLCULO	VALOR
Energia Variável Portugal (1)		8.068,38
	P1: 24.076 kWh x 0,054964 Eur/kWh = 1.323,31 Eur	
	P2: 89.445 kWh x 0,052981 Eur/kWh = 4.738,89 Eur	
	P3: 31.308 kWh x 0,044381 Eur/kWh = 1.389,48 Eur	
	P4: 16.447 kWh x 0,037496 Eur/kWh = 616,7 Eur	
TERMO ENERGIA ATR (1)		5.692,88
	P1: 24.076 kWh x 0,0567 Eur/kWh = 1.365,11 Eur	
	P2: 89.445 kWh x 0,0407 Eur/kWh = 3.640,41 Eur	
	P3: 31.308 kWh x 0,0146 Eur/kWh = 457,1 Eur	
	P4: 16.447 kWh x 0,014 Eur/kWh = 230,26 Eur	
Potência Horas Ponta (1)	24.076 kWh / 73 Horas x 0,1717 Eur/kW X 31 DIAS	1.755,47
Termo Potência Portugal (1)	576 kW x 0,0307 Eur/kW X 31 DIAS	548,18
Reactiva Fora Vazio (1)		36,66
	TR1. 3.119,1 kVArh x 0,0252 Eur/kVArh x 0,33 = 25,94 Eur	
	TR2. 425,4 kVArh x 0,0252 Eur/kVArh x 1 = 10,72 Eur	
	TR3. 0 kVArh x 0,0252 Eur/kVArh x 3 = 0 Eur	
	COS PHI= 0,95, EXCESO RI= 3.544,5 KVARH	
Taxa Audiovisual (2)	2,85 Eur/mes X 31 DIAS / 31 Dias / Mes = 2,85 Eur	2,85
Imposto Sobre Electricid		161,28
(1) IVA-PT NORMAL		3.740,46
(2) IVA-PT REDUZIDO		0,17
		20.006,33 EUR

Ponta	4 443,89 € / 24 076 kWh = 0,1846 €/kWh
Cheia	8 379,30 € / 89 445 kWh = 0,0937 €/kWh

A energia nas HP é 2 vezes mais cara do que nas HC

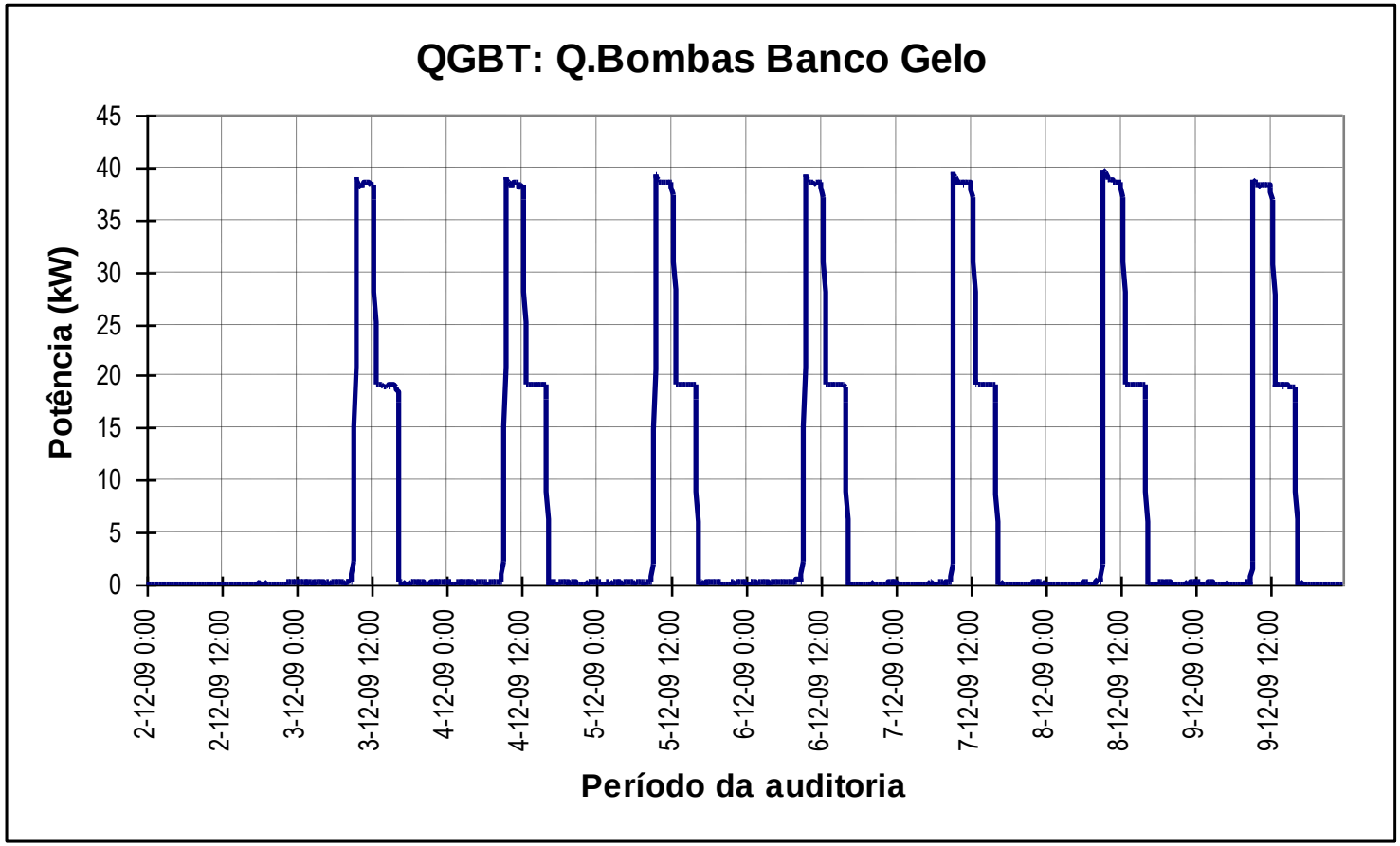
Oportunidades: tarifário

Monitorização de consumos



Oportunidades: tarifário

Desvio de Consumos



Oportunidades: tarifário

ContaWatt

Medida proposta

- Descarga do banco de gelo coincida em absoluto com os períodos de horas de ponta.

Economia de energia: 0 kWh

Economia na factura anual: ~ 3 000 €

Investimento: 0 €

Oportunidades: outros benefícios

Adesão ao DL 71/2008 (Sistema de Gestão de Consumidores Intensivos de Energia – SGCIE): para Instalações industriais com consumos > 500 tep/ano

Implica a realização de auditorias de energia periódicas e o estabelecimento de um plano de melhoria ("Plano de Racionalização Energético") – PREN.

A aprovação do PREN pela DGEG permite a isenção do ISP de alguns combustíveis e do imposto especial sobre o consumo de energia eléctrica.

Oportunidades: outros benefícios

Exemplo de uma instalação com consumos de energia primária superiores a 500 tep/ano => cumprimento do SGCIE:

Mapa c/ valores anuais de consumos energéticos, custos directos (facturas)

Fonte de Energia	**Unidades**	**Consumo de Energia kgep/ano**	**%**	**Custo €/ano**	**%**
Electricidade	1 488 240 kWh	319 972	60,6%	164 034	71,5%
Gás Natural	229 487 m^3(n)	207 711	39,4%	65 489	28,5%
Total		**527 683**	**100,0%**	**229 523**	**100,0%**

Oportunidades: outros benefícios

ContaWatt

Mapa de medidas a integrar o plano de racionalização (PREN):

Mapa de medidas de racionalização propostas no PREN

Medida	Designação	Economia				Investimento	Pay-Back	% da economia global
		Electric. kWh/ano	Gás Nat. m³(n)/ano	TOTAL kgep/ano	TOTAL Euros/ano	Euros	anos	
1	Substituição dos sistemas de iluminação menos eficientes, por tecnologia LED.	15 566		3 347	1 716	3 261	1,9	0,6%
2	Optimização dos consumos de ar comprimido	48 532		10 434	5 349	2 500	0,5	2,0%
3	Aplicação de isolamento térmico em válvulas e ramais de vapor, no depósito de condensados e na tubagem de alimentação de água à caldeira		21 098	19 096	6 021	4 600	0,8	3,6%
	TOTAL	**64 098**	**21 098**	**32 877**	**13 086**	**10 361**	**0,8**	**6,2%**

Previsão de redução de custos de 13 086 €/ano, através da melhoria da eficiência energética

Oportunidades: outros benefícios

Previsão de redução de custos de 17 311 €/ano, por via da isenção de impostos:

Mapa c/ valores anuais de consumos energéticos, custos directos (facturas) e isenções fiscais

Fonte de Energia	Unidades	Consumo de Energia kgep/ano	%	Custo €/ano	%	Isenção €/ano
Electricidade	1 488 240 kWh	319 972	60,6%	164 034	71,5%	1 488
Gás Natural	229 487 m^3(n)	207 711	39,4%	65 489	28,5%	15 823
Total		**527 683**	**100,0%**	**229 523**	**100,0%**	**17 311**

=> uma redução de custos superior a 30 000 €/ano, com um investimento de apenas 10 361 €

Oportunidades: gestão de energia

- Aposta no reforço gradual das ferramentas de apoio à gestão de energia:
  - Sistema de monitorização de consumos,
  - Contabilidade Energética,
  - Estabelecimento de metas de eficiência
  - Medição & Verificação,

Sistema Monitorização

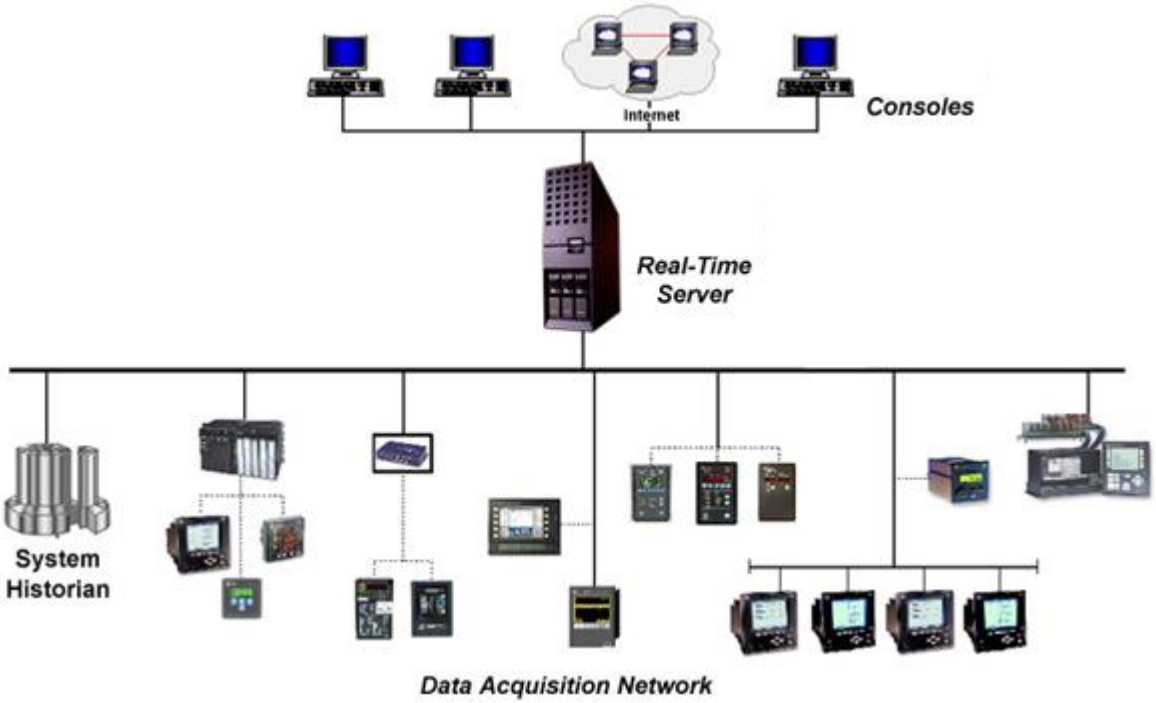
"If you cannot measure it, you cannot improve it." **Lord Kelvin**

- Objetivos:
  - Monitorizar consumos de energia e dados de produção,
  - Organizar os consumos por centro de custo,
  - Fornecer dados à contabilidade energética,

- Determinante no bom desempenho energético de qualquer instalação

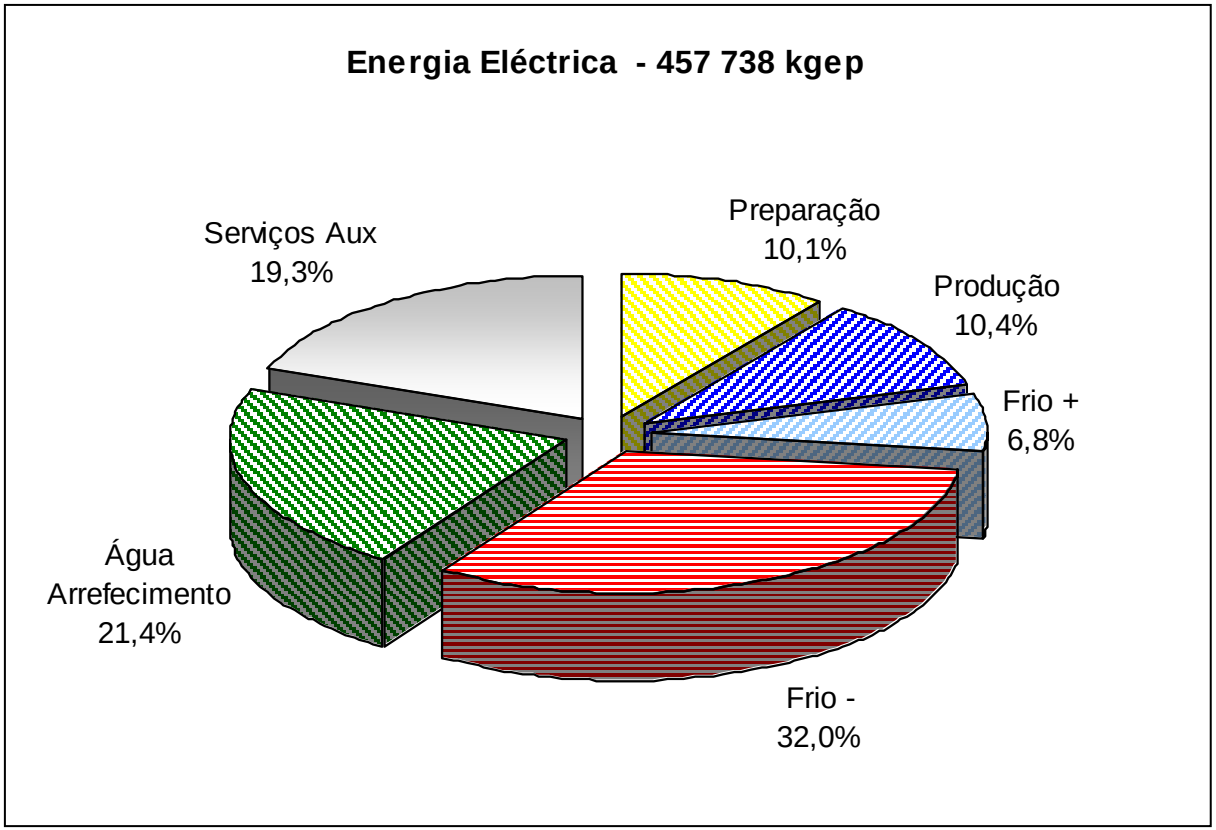
Sistema de Monitorização

Sistema de monitorização centralizado



Contabilidade Energética

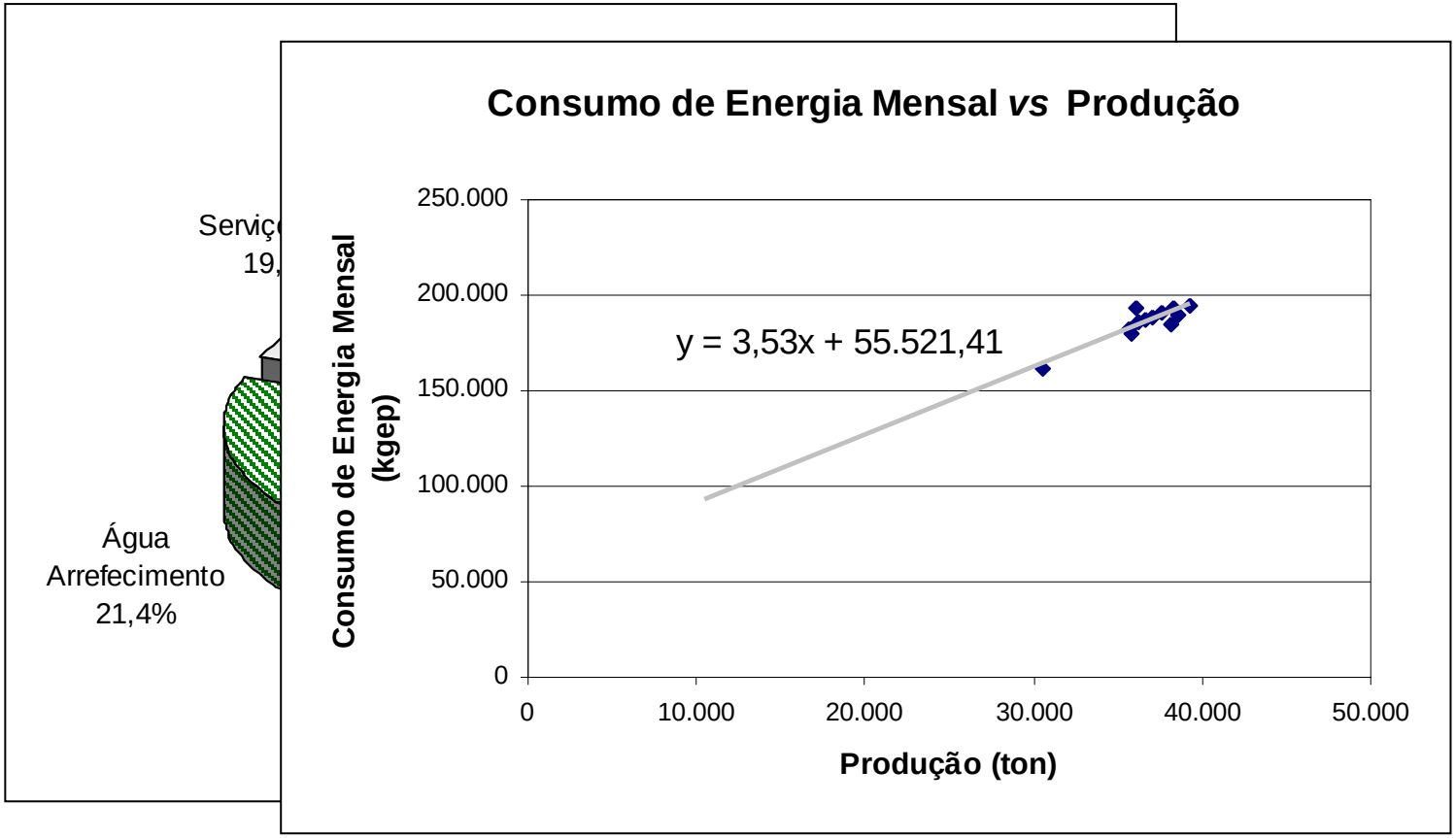
Com uma contabilidade energética deve ser possível conhecer …



…os consumos e os custos energéticos por sector

Contabilidade Energética

Com uma contabilidade energética deve ser possível conhecer …

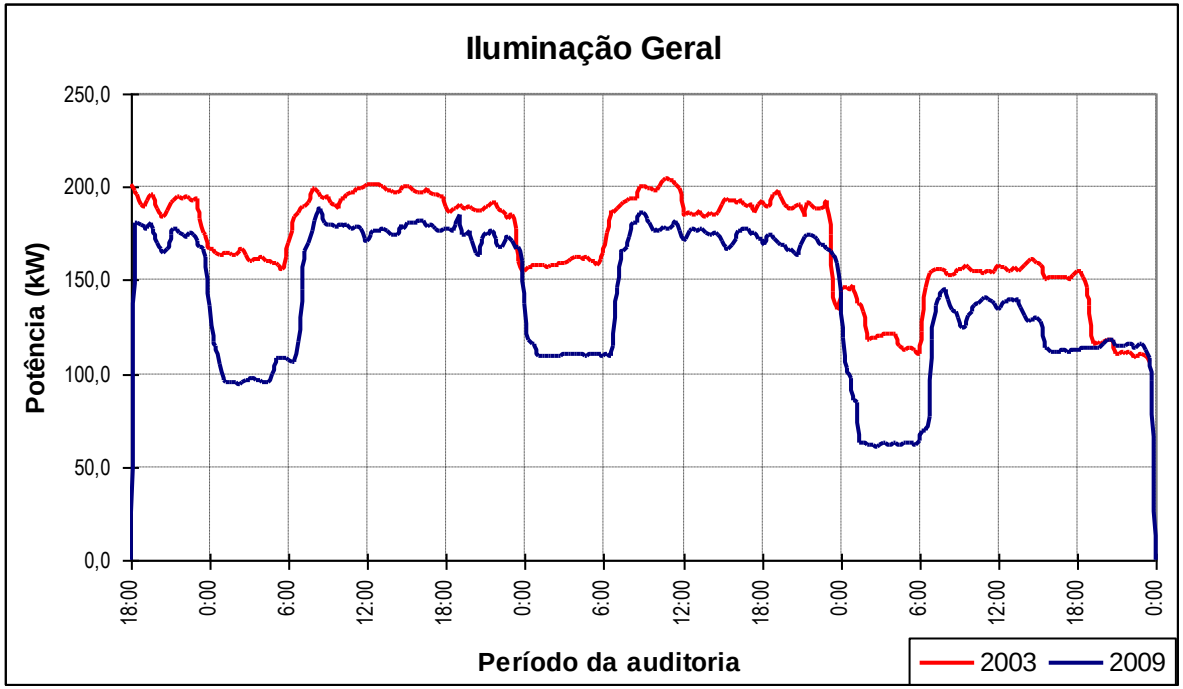


…a característica de consumo da instalação

Medição & Verificação

ILUMINAÇÃO: Substituição de 170 lâmpadas V.M. 400W, por lâmpadas I.M. 250W; Optimização do controlo dos circuitos de iluminação nocturna;

Economia: ~25 kW; ~260 MWh/ano; 20 900 €/ano.

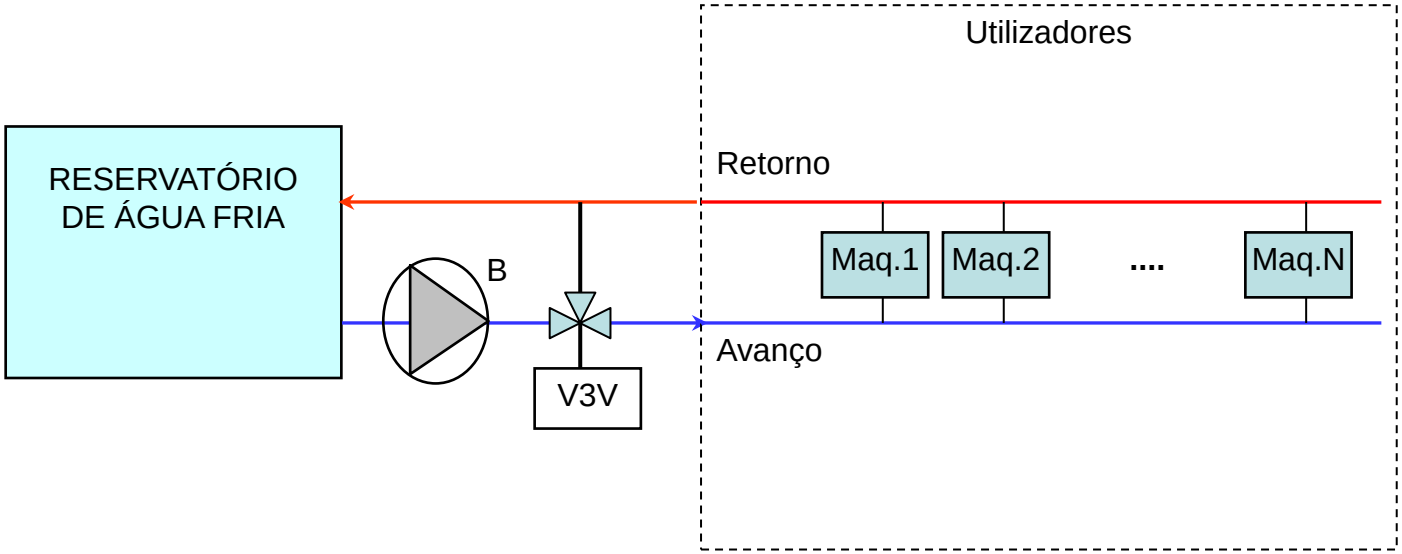


Investimento:
45 000 €;

Pay-Back:
2,2 anos

Medição & Verificação

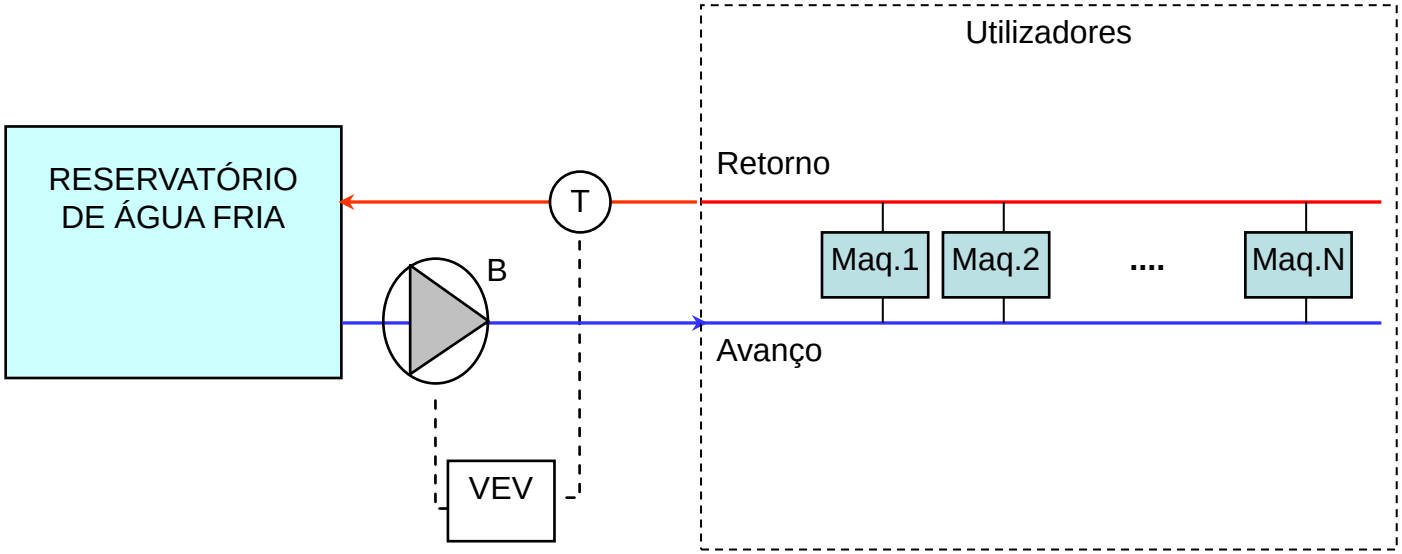
Controlo de bombas de água de arrefecimento



Sistema original: controlo da temperatura do retorno através da válvula de 3 vias (V3V).

Medição & Verificação

Controlo de bombas de água de arrefecimento

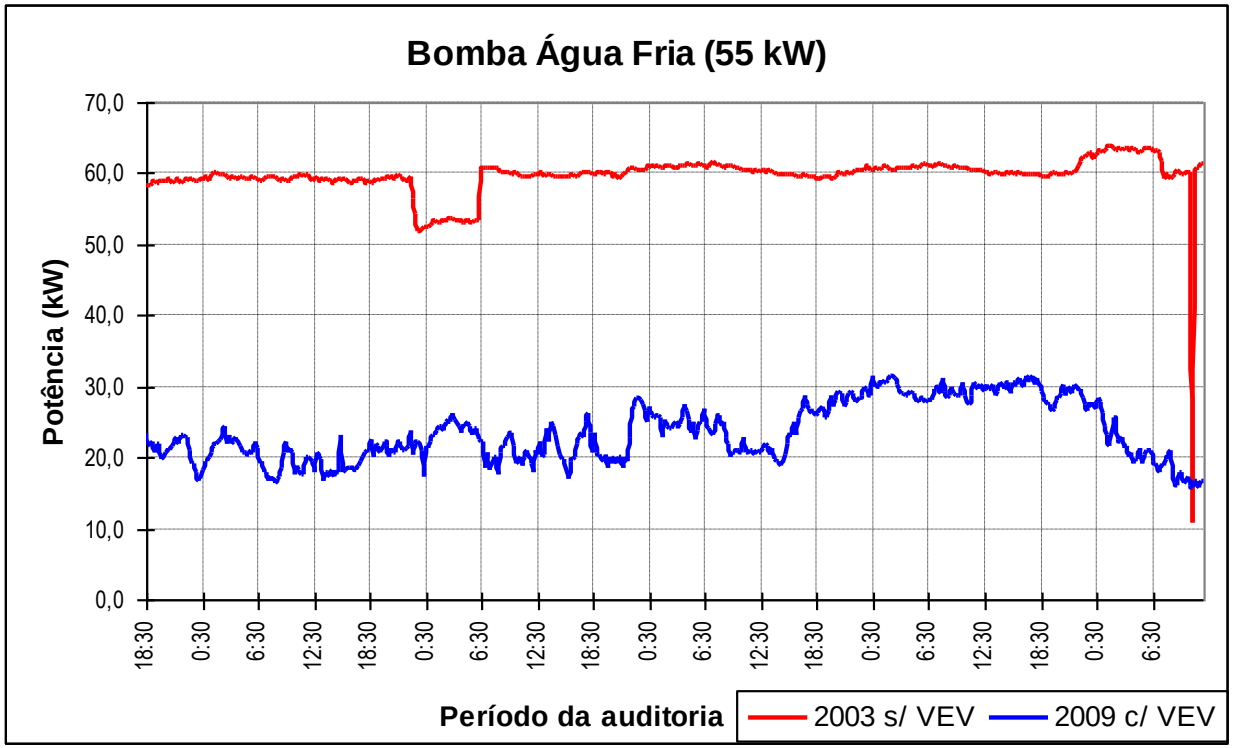


Recomendação: controlo da temperatura do retorno variando a velocidade da bomba (B), utilizando um VEV

Medição & Verificação

Investimento: Aquisição de variador electrónico de velocidade e introdução de controlo automático da velocidade da bomba em função da temperatura;

Economia: ~328 MWh/ano; 29 500 €/ano.



Investimento:
11 500 €;

Pay-Back:
5 meses

Notas finais: O que aprendi

- Cada instalação é única;
  - Medidas de racionalização que são viáveis numa instalação podem não o ser noutra.
- O envolvimento da gestão de topo é crucial;
  - Os melhores exemplos resultaram devido ao envolvimento da gestão de topo
- Melhorias ao nível comportamental são tão, ou mais importantes do que melhorias tecnológicas;
- A eficiência energética não deve envolver apenas alguns especialistas, mas todos os agentes numa instalação.

Notas finais: Além da eficiência energét.

- Produção local de energia:
  - Fotovoltaica;
  - Solar térmica;
  - Cogeração (biogás/biomassa/resíduos).
- Acumulação de energia:
  - Baterias (sistemas híbridos PV/Rede);
  - Tanques de água elevados.
- Novos negócios:
  - Comunidades de energias renováveis;
  - Captura de carbono.

Obrigado

ContaWatt

Paulo Santos

Tel. 962 982 796

Email: psantos@contawatt.pt