

# Usinas Reversíveis

A experiência da EDP em Portugal

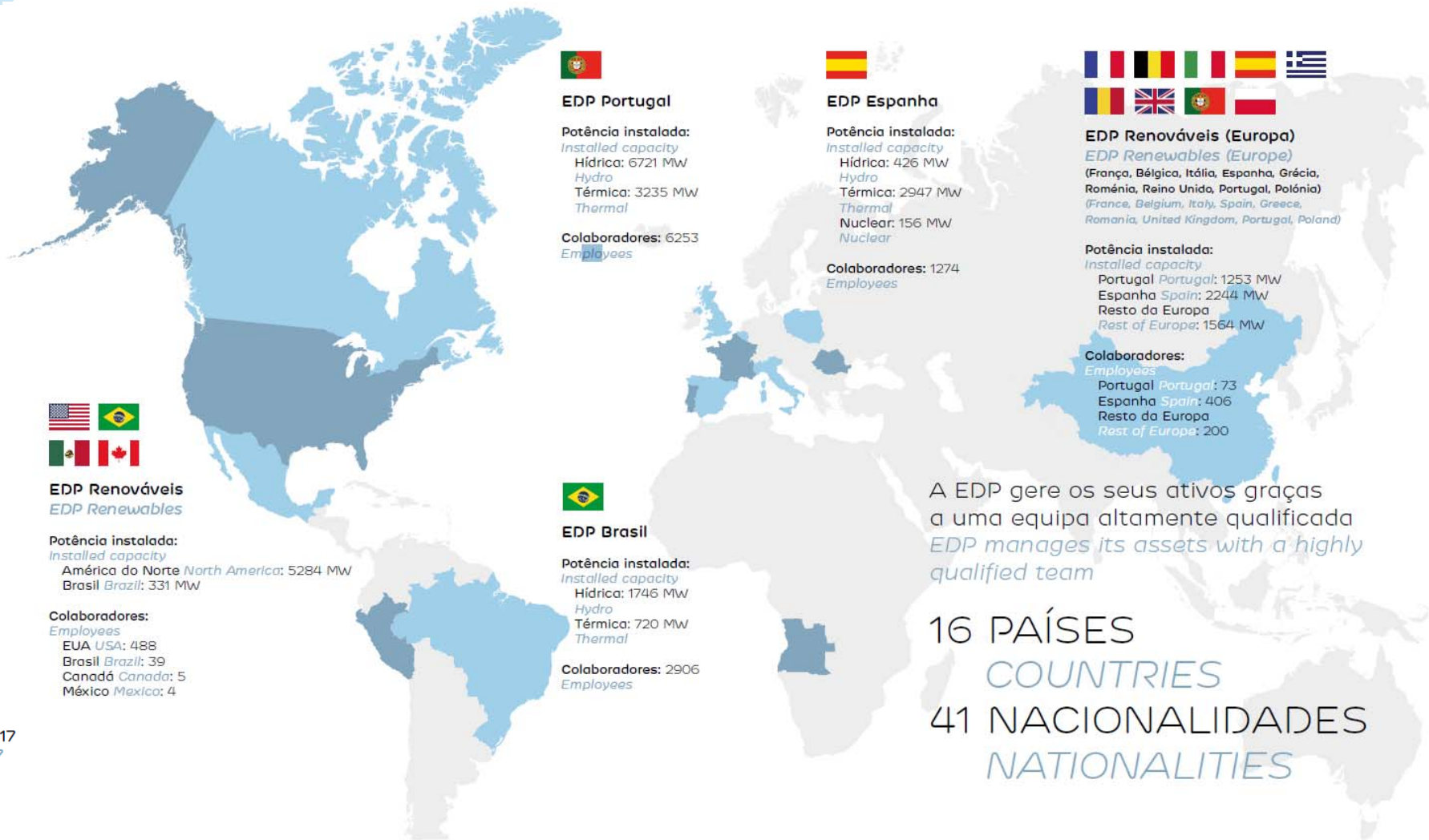
The EDP logo, consisting of the lowercase letters 'edp' in white on a red circular background, is positioned in the bottom left corner of the slide. The background of the entire slide is an aerial photograph of a large concrete dam with a curved spillway, situated in a lush, green, hilly landscape with a large reservoir in the background. Several white decorative shapes, including circles and rounded rectangles, are overlaid on the left side of the image.

edp

Rio de Janeiro, 12 de Agosto de 2019



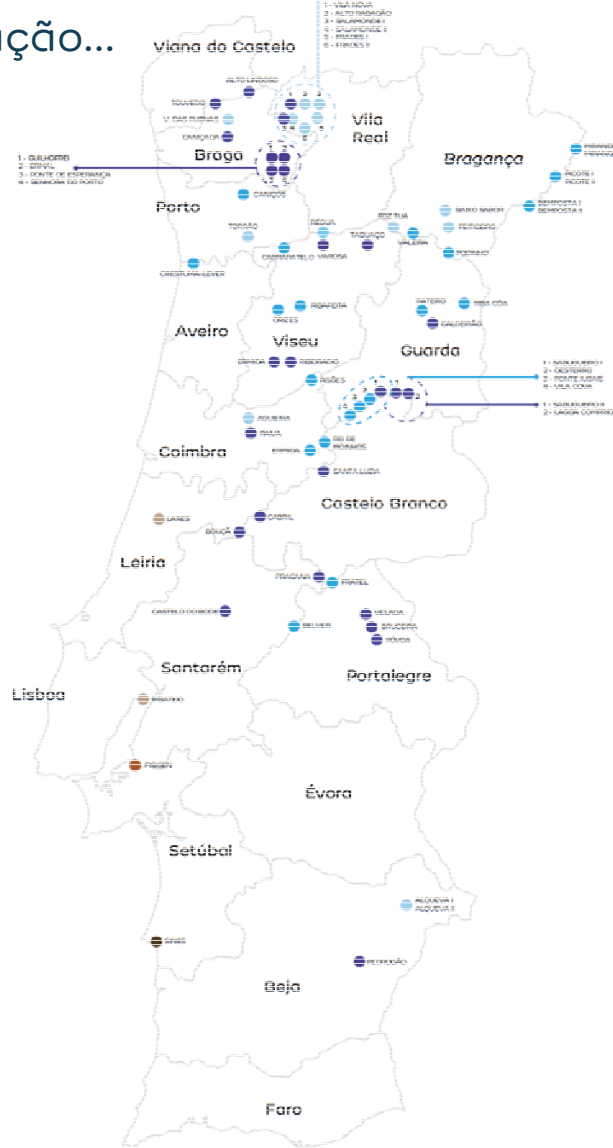
# O Grupo EDP...



Dados 2017  
*Data 2017*



# A EDP Produção...



EDP Produção é a empresa do Grupo EDP detentora da geração convencional em Portugal



62 Centrais hidroelétricas  
Hydro power plants

Potência líquida instalada  
Installed capacity 6721 MW



4 Centrais termoeleétricas  
Thermal power plants

Potência líquida instalada  
Installed capacity 3236 MW

> 23  
TWh/ano  
TWh/year

Dados 2017  
Data 2017

## Centrais Hídricas Hydro Power Plants

- Central de albufeira  
Water reservoir hydro power plant
- Central de flo de água  
Run-of-river power station
- Central hidroelétrica com bombagem  
Hydro power plant with reverse pumping

## Centrais Térmicas Thermal Power Plants

- Central a carvão  
Coal thermal power plant
- Central de ciclo combinado a gás natural  
Combined cycle gas power plant
- Central de cogeração  
Cogeneration power plant

# EDP Produção – Plano de investimento 2007-2017



A EDP Produção executou em Portugal o maior plano de investimento de geração na Europa, entre 2007 e 2017, resultando na construção de uma CCGT, três novos aproveitamentos hidroelétricos e 5 reforços de potência.

Aumento da capacidade instalada

3,140 MW



Investimento total  
2,850 M€





1

O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

2

Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico

3

Remuneração por Capacidade

4

O funcionamento do mercado elétrico

5

Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

6

Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis

7

Custos de Construção

8

Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais

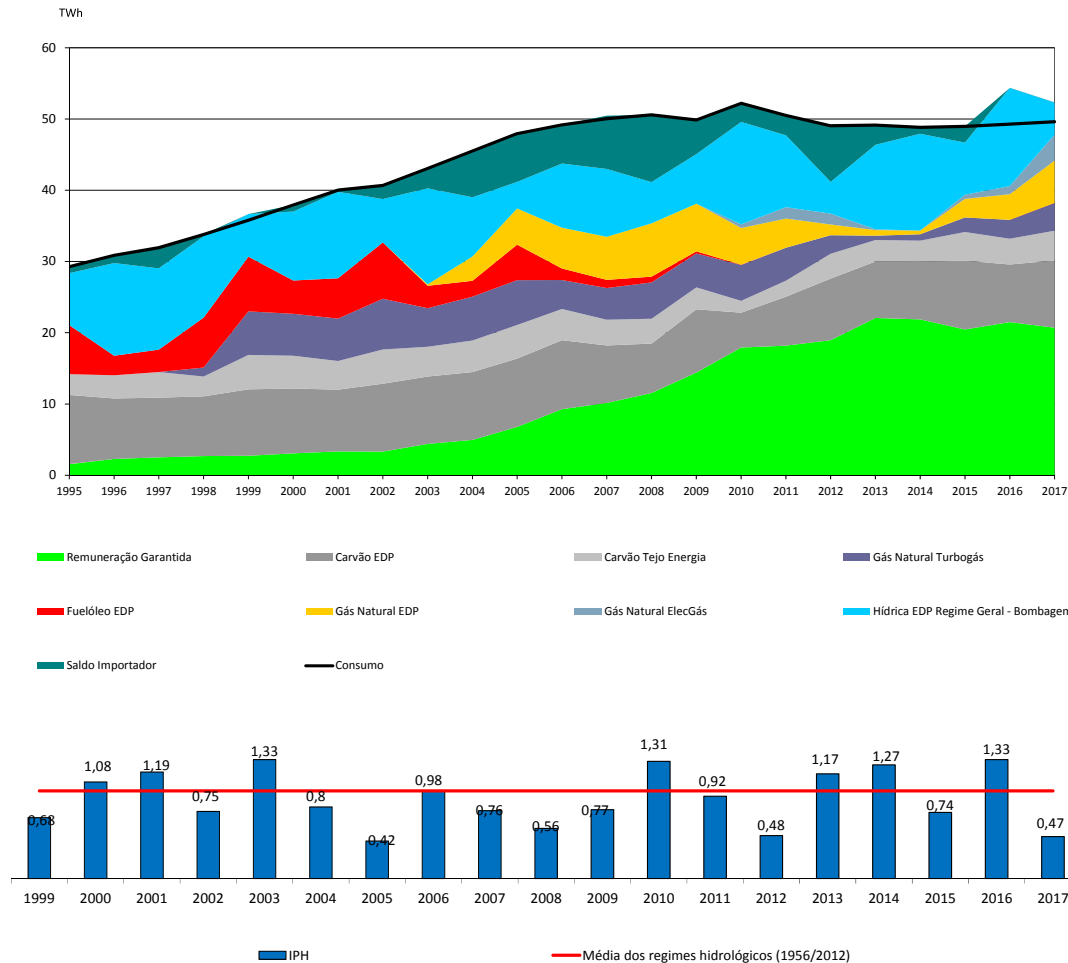
9

Aspetos construtivos e tecnológicos



# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

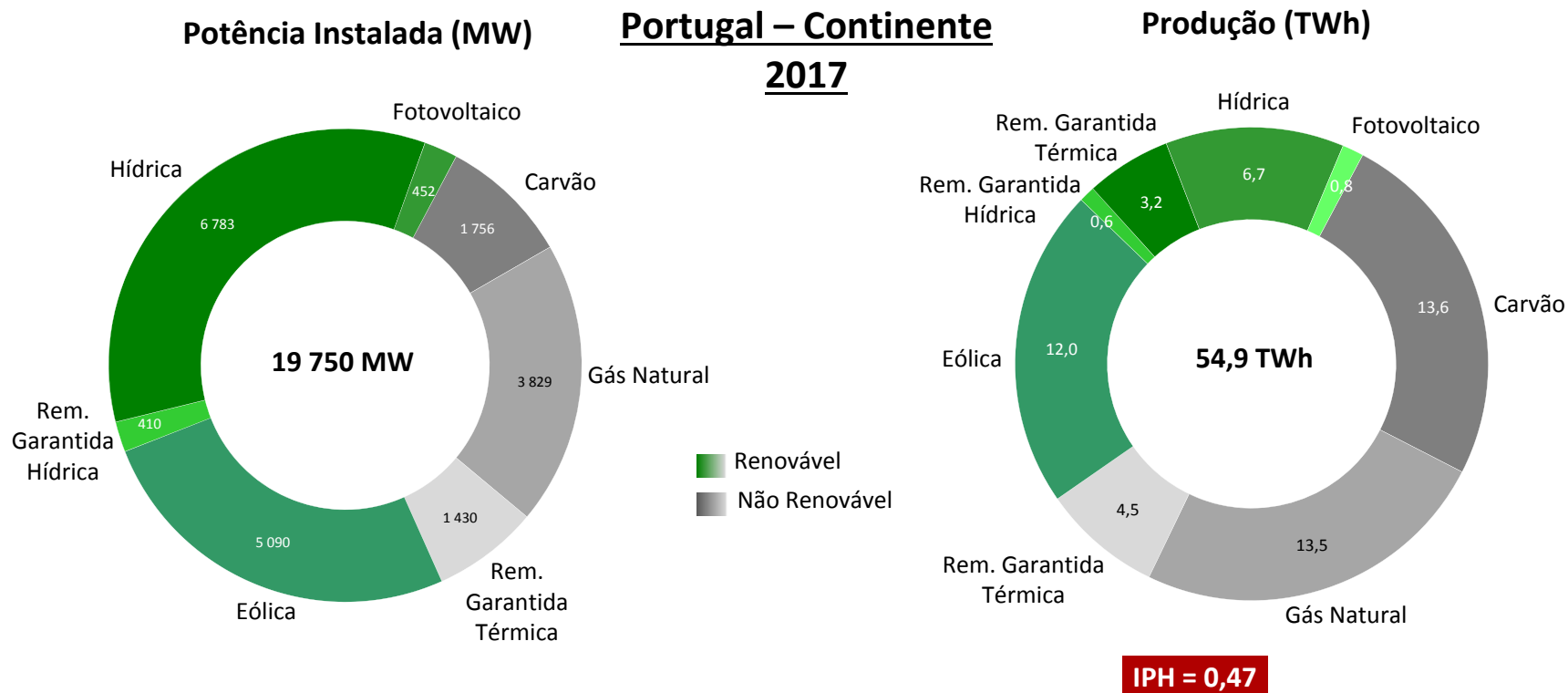
Em Portugal Continental a contribuição das Energias Renováveis tem sido crescente, em especial a eólica



Emissão em 2017 (GWh)	
Produção EDP Regime Geral	22 093
Hídrica	6 726
Térmica	15 367
Produção Regime Geral (Outras)	11 719
Carvão Tejo Energia	4 182
Gás Natural Turbogás	3 902
ElecGás	3 635
Remuneração Garantida	20 711
Eólica	11 974
Mini-Hídrica	613
Fotovoltaico	833
Ondas	0
Biomassa	2 810
Outras não renováveis	4 481
Saldo Importador	-2 684
Consumo em Bombagem	2 223
<b>Consumo</b>	<b>49 617</b>

# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

Atualmente as Energias Renováveis representaram entre 42% e 53% da produção de eletricidade (2017 e 2016 respetivamente)



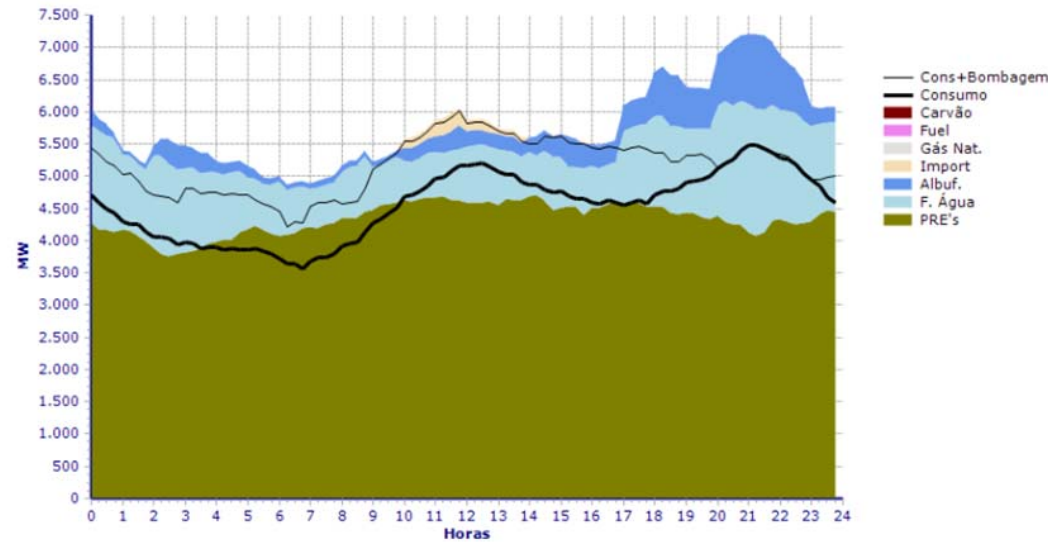
**Em 2017, 42% da produção foi de origem renovável.  
Mas num ano mais húmido, como o de 2016 (IPH=1,33) essa contribuição sobe para 53%.**

# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

Recentemente ocorreram situações em que 100% do consumo foi abastecido por Energias Renováveis

**08 maio 2016**

Diagrama de Consumo Total



- No dia 8 de maio de 2016 a satisfação do consumo na emissão foi 100% realizado através de energias renováveis.
- Apenas entre as 10h e as 14h foi necessário a importação para satisfazer o consumo das bombagens hidroelétricas.
- A produção das grandes centrais térmicas nesse dia em Portugal foi nula.

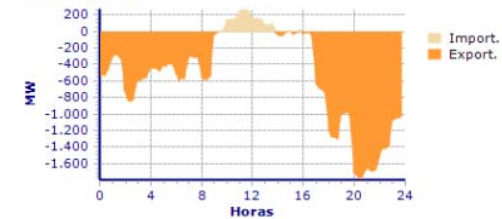
Hidráulica



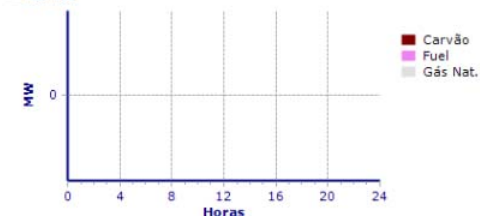
Produção em Regime Especial



Saldo Importador



Térmica





# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

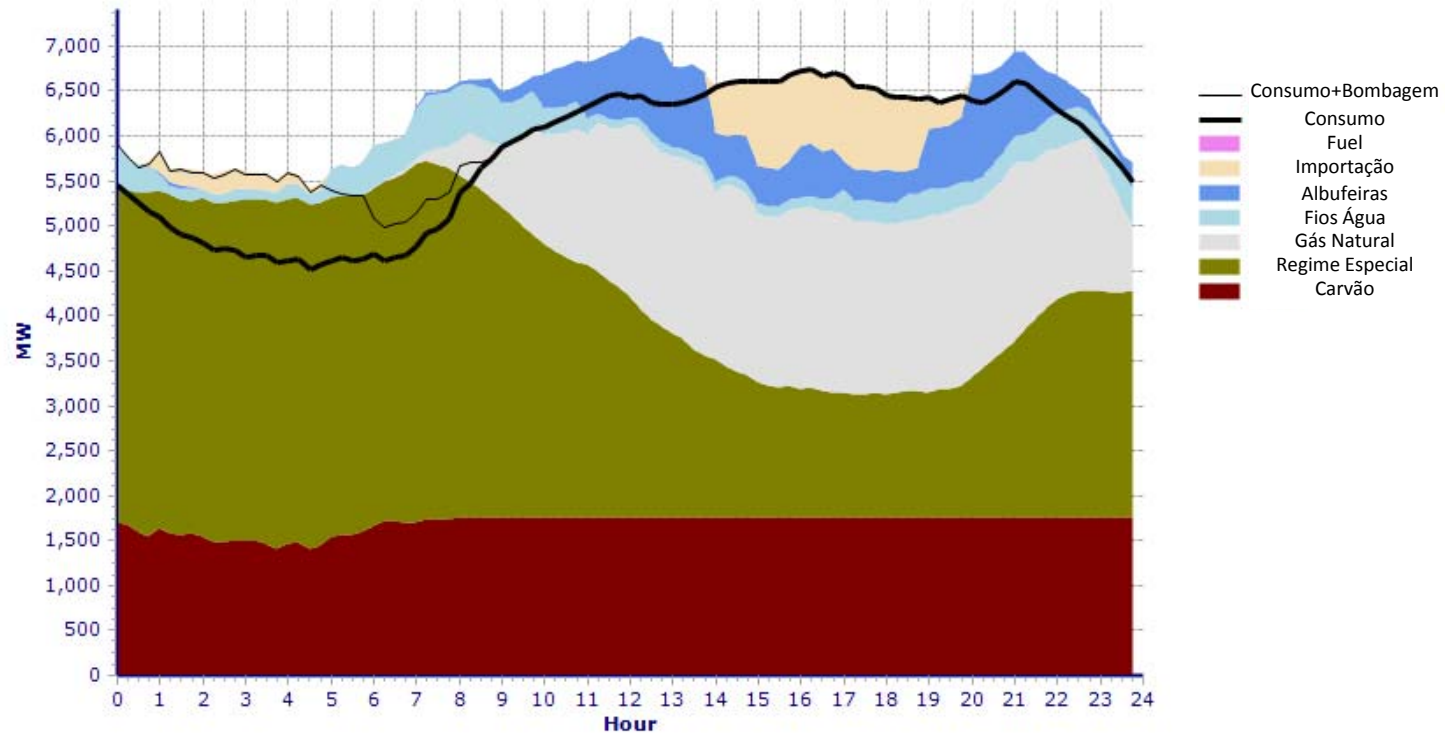
Mas no verão (período seco) são necessárias as centrais termoelétricas

Select Date

11-08-2016

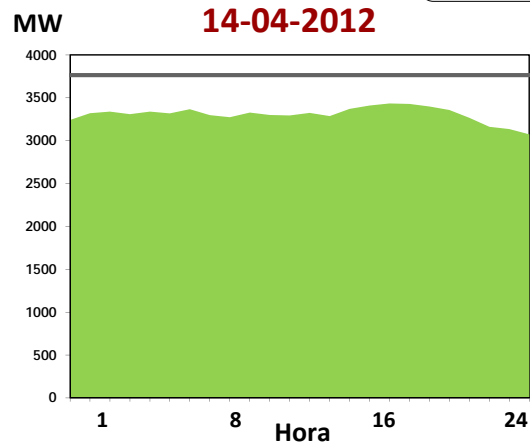
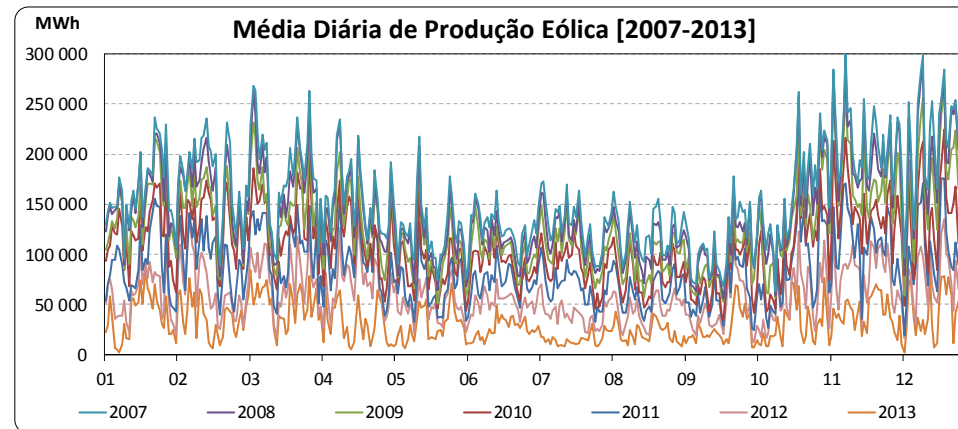


Load Diagram



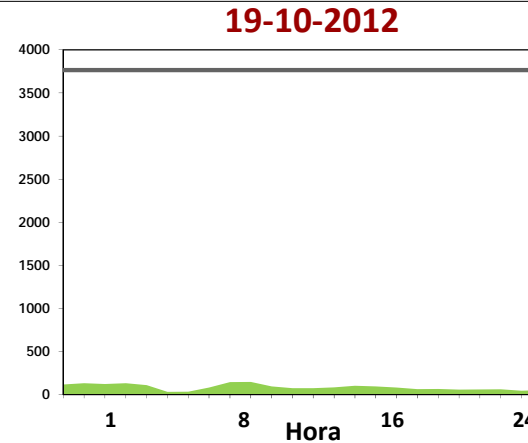
# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

O perfil da produção eólica é muito variável



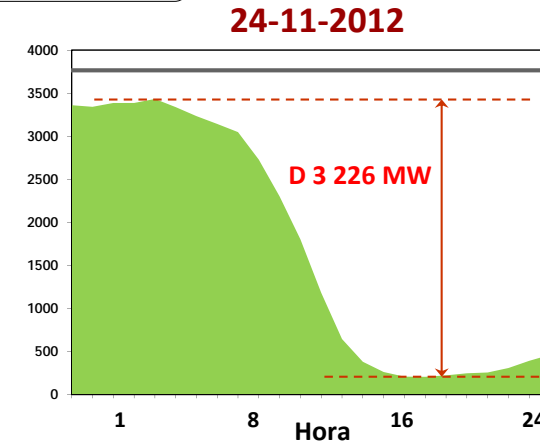
Max. – 3 434 MW  
Min. – 3 074 MW  
Produção – 79.4 GWh

65%  
Consumo  
diário



Max. – 147 MW  
Min. – 32 MW  
Produção – 2.1 GWh

2%  
Consumo  
diário

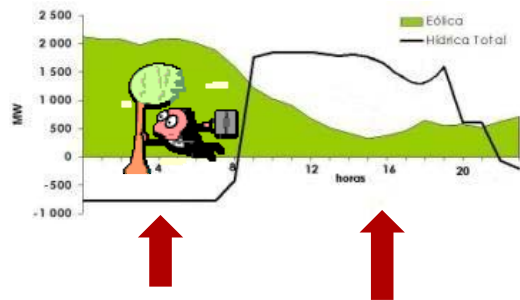


Max. – 3 433 MW  
Min. – 207 MW  
Produção – 41.3 GWh

32%  
Consumo  
diário

# O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

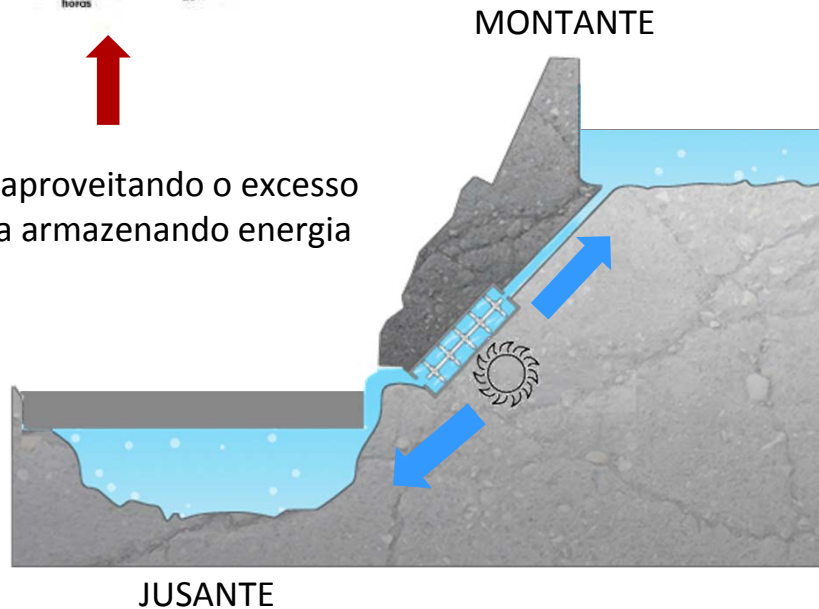
A bombagem desempenha um papel essencial na gestão da intermitência das renováveis



## Complementaridade Hídrica/Eólica

De dia turbina produzindo energia nos períodos mais adequados

De noite bomba aproveitando o excesso de energia eólica armazenando energia







1

O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

2

Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico

3

Remuneração por Capacidade

4

O funcionamento do mercado elétrico

5

Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

6

Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis

7

Custos de Construção

8

Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais

9

Aspetos construtivos e tecnológicos

# Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico

De acordo com a atual legislação, os prazos das concessões podem ser prorrogados através da realização de investimentos de aumento de Potência

Diretiva nº 2000/60/CE  
Parlamento Europeu e do Conselho  
23 de outubro de 2000  
(Diretiva Quadro da Água)

Lei quadro da água (Lei 58/2005, de 29/dez) e legislação complementar (Decreto-Lei 226-A/2007)

... “os prazos das concessões podem ser prorrogados” ...

$$\text{Pro} = (N - t) \times \frac{\Delta \text{Pot}}{\text{Pot}}$$

Pro - Prorrogação (anos)

N - Número total de anos da concessão original de utilização do domínio hídrico

t - Número de anos remanescentes até ao final da concessão original de utilização do domínio hídrico

Pot - Potência elétrica da central antes do reforço de potência

$\Delta$ Pot - Potência elétrica adicional devida ao reforço de potência

Exemplo:

Picote

2042 até 2063

Início Concessão - 1995

Fim Concessão - 2042

Início Explor. Reforço - 2012

Pot. antes Reforço - 195 MW

Potência Reforço - 246 MW

$$\text{Pro} = (47 - 31) \times \left( \frac{246}{195} \right)$$

$$\text{Pro} = 20 \text{ anos (2063)}$$



- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade**
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis
- 7 Custos de Construção
- 8 Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais
- 9 Aspectos construtivos e tecnológicos



# Garantia de Potência

## Incentivo ao investimento das Novas Usinas Hidroelétricas

	Potência Instalada Líquida (MW)	Valor de referência da Garantia de Potência (€/kW)	Atual previsão da data de Entrada em Serviço	Montante Anual (M€)
<b>Alqueva II</b>	256	11,0	dezembro 2012	2,8
<b>Baixo Sabor</b>	186	23,1	janeiro 2015 - Jusante fevereiro 2016 - Montante	4,3
<b>Ribeiradio</b>	75	23,1	maio 2015	1,7
<b>Venda Nova III</b>	779	11,0	janeiro 2017	8,6
<b>Salamonde II</b>	223	11,6	janeiro 2016	2,6
<b>Foz Tua</b>	266	13,0	abril 2017	3,5
<b>Fridão</b>	238	11,0	outubro 2027	2,6

- O incentivo vigora durante os 10 primeiros anos;
- Há uma penalização das decisões de adiamento dos investimentos e um prémio pela antecipação;
- Os reforços de potência com bombagem recebem apenas metade do incentivo;
- Os reforços de potência sem bombagem não têm incentivo.

Para um ano correspondente a um regime hidrológico médio, estima-se que as receitas de Garantia de Potência correspondam a cerca de 15% a 21% do total das receitas.



1

O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem

2

Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico

3

Remuneração por Capacidade

4

O funcionamento do mercado elétrico

5

Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

6

Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis

7

Custos de Construção

8

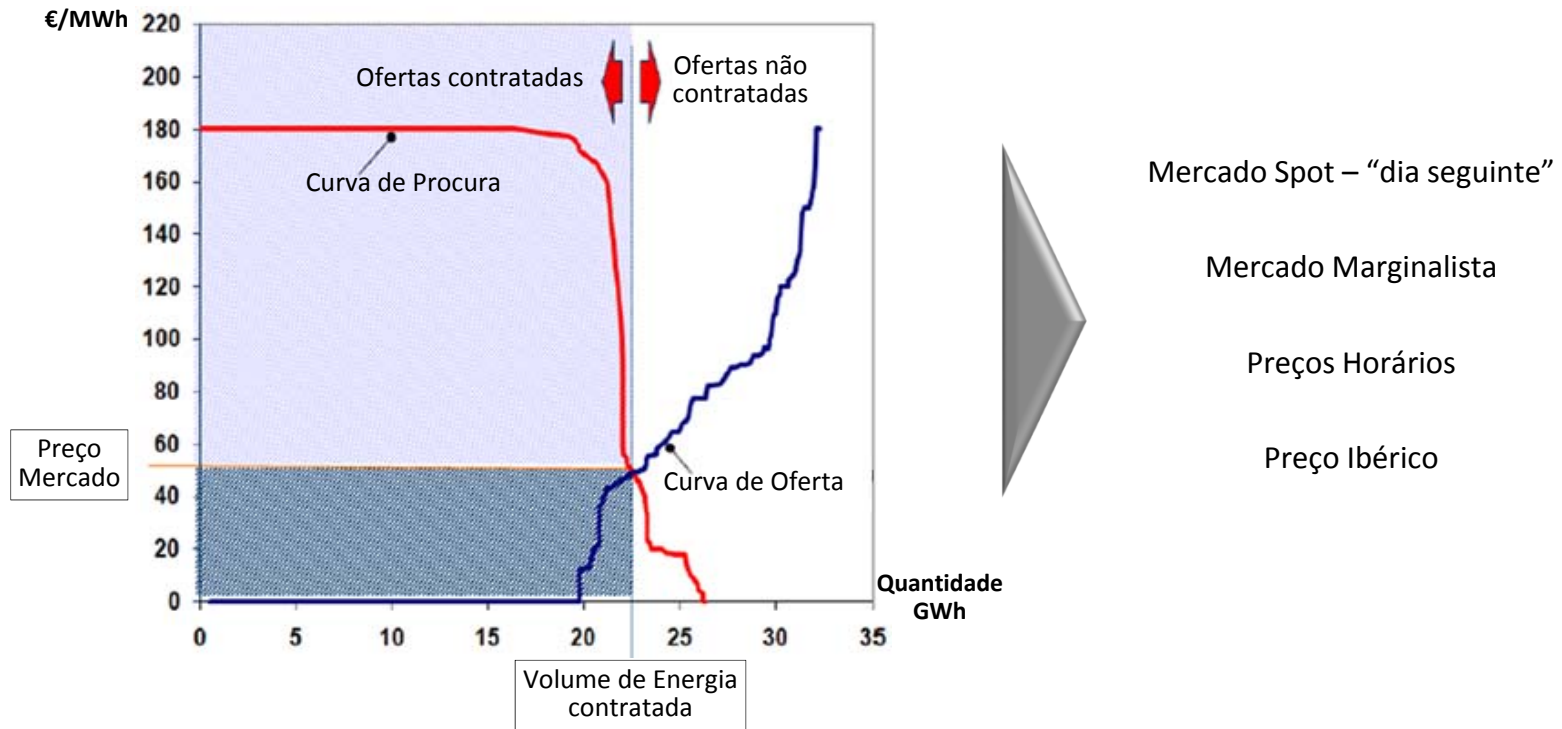
Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais

9

Aspetos construtivos e tecnológicos

# O funcionamento do mercado elétrico

Os Preços Pool do Mercado Ibérico resultam do cruzamento entre a procura e a oferta em cada hora, como acontece noutros mercados



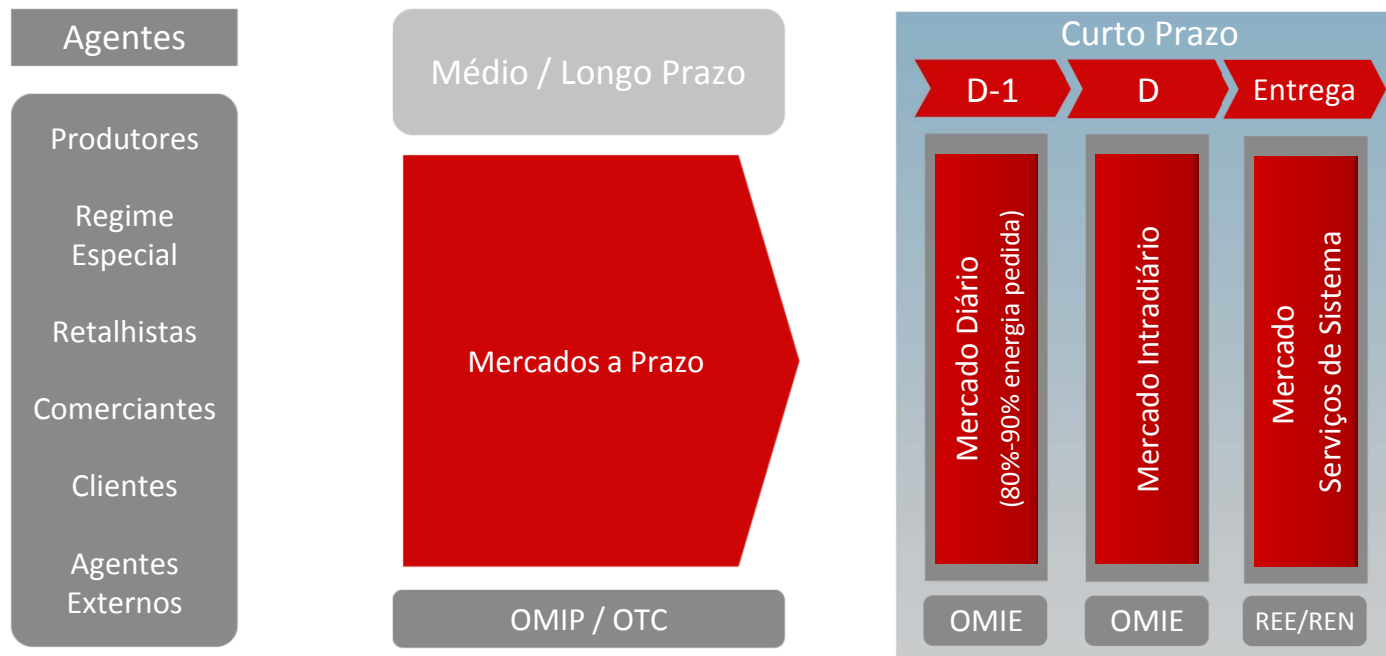
A bombagem resulta da arbitragem de preços no mercado de energia



# O funcionamento do mercado elétrico

## Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL)

Os Mercados físicos são constituídos por Mercado diário (dia seguinte), Mercados Intradiários e Mercados de Serviços de Sistema



O Mercado Ibérico é um dos mais líquidos na Europa, sendo os preços comparáveis com os de outros mercados. De facto, na maioria dos anos, o MIBEL regista preços inferiores à média dos preços para os principais mercados Europeus. Adicionalmente, enquanto os preços no MIBEL variam entre os 0 e os 180 €/MWh, no cenário Europeu as oscilações são maiores, entre -500 e +3000€/MWh.

OMIP – Operador do Mercado Ibérico de Energia (Portugal)  
OMIE – Operador do Mercado Ibérico de Energia (Espanha)  
REE e REN – Operadores de Sistema de Espanha e Portugal

# O funcionamento do mercado elétrico

Há Mercados Físicos e Financeiros...

## Os Mercados de Energia têm duas tipologias:

### FÍSICOS

- Nestes mercados é obrigatória a entrega física da energia;
- Curto prazo (*spot, day-head*);
- São sujeitos a validações técnicas para garantir a segurança de abastecimento.

### FINANCEIROS

- Mercados para negociação a prazo;
- Estes mercados são utilizados para cobertura de risco (*hedging*) e negociação/especulação;
- Subdividem-se em topologias distintas:
  - Mercados Organizados (futuros);
  - *Over-the-Counter* (OTC).

Fonte: UNGE/EDP

# O funcionamento do mercado elétrico

## Estratégica de Bombagem Hídrica

### Mercado diário

- Oportunidades baseadas no spread peak/off-peak
  - A água é bombada durante os períodos de preços baixos de eletricidade (geralmente durante a noite) e turbinada durante os períodos de preços altos (geralmente em horas de ponta).

### Intradiário e Serviços de Sistema

- Oportunidades adicionais se os preços intradiários descerem
- Oportunidades adicionais para períodos de baixos níveis de reserva
  - Além da arbitragem de preços, as centrais equipadas com bombagem têm vindo a ser cada vez mais lucrativas nos mercados de serviços de sistema
  - A bombagem fornece flexibilidade ao operador de sistema → A Bombagem pode ser utilizada como forma de evitar a redução da produção de uma Central

### Rendimento

	bomba (veio)	bomba global (emissão) *	ciclo turbina/bomba
Alqueva 2	93%	92%	83%
Frades 2	95%	93%	86%

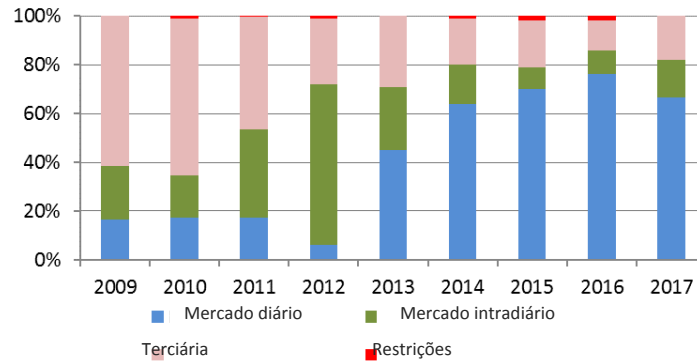
\* Excluindo perda de carga no CH e perdas nos barramentos



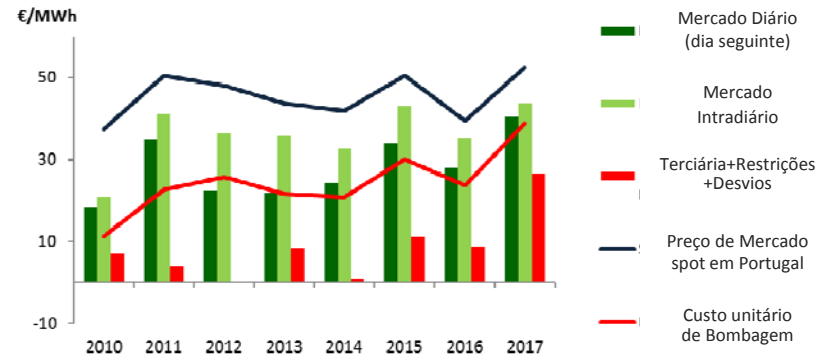
# O funcionamento do mercado elétrico

A Bombagem tem tido um papel importante nos mercados de serviços de sistema .... e com custos abaixo dos preços do mercado diário

## Participação da Bombagem em diferentes mercados

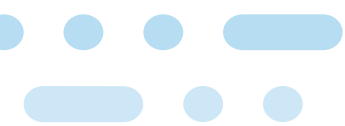


## Custo Unitário Final de Bombagem em Portugal



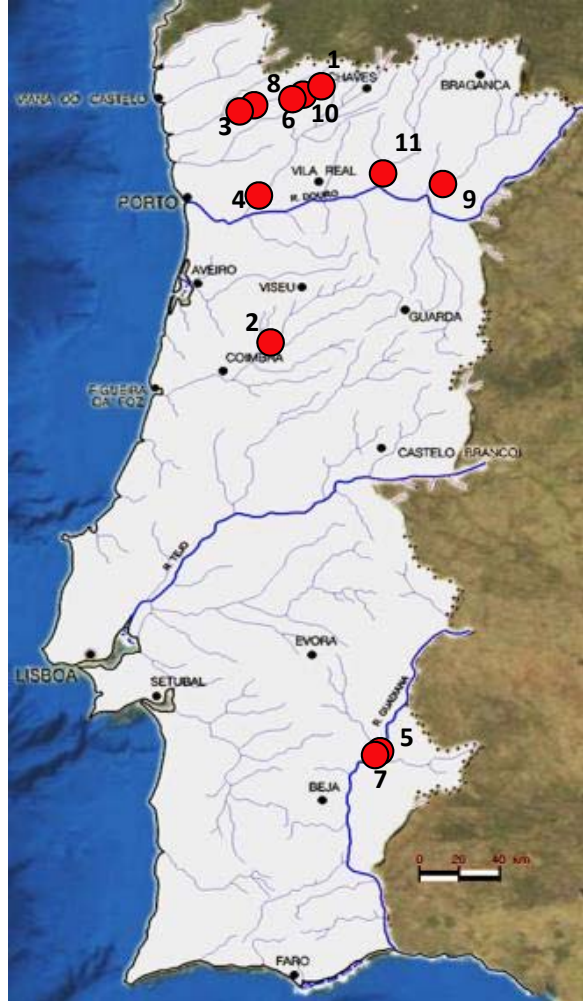
No ano de 2016 (IPH=1,33) as receitas com Serviços de Sistema corresponderam a cerca de 13% do total das receitas. No ano de 2017 (IPH=0,42) este valor foi de 12,4%.

Desta forma, nos anos de 2016 e 2017, as receitas com Serviços de Sistema corresponderam, em média, a cerca de 12,8% do total das receitas.



- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção**
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis
- 7 Custos de Construção
- 8 Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais
- 9 Aspectos construtivos e tecnológicos

# Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção



## Usinas reversíveis em exploração:

1. Alto Rabagão (1964)
2. Agueira (1981)
3. Vilarinho das Furnas II (1987)
4. Torrão (1988)
5. Alqueva (2003)
6. Venda Nova II (2005)
7. Alqueva II (2012)
8. Salamonde II (2016)
9. Baixo Sabor e Feiticeiro (2016)
10. Venda Nova III (2017)
11. Foz Tua (2017)

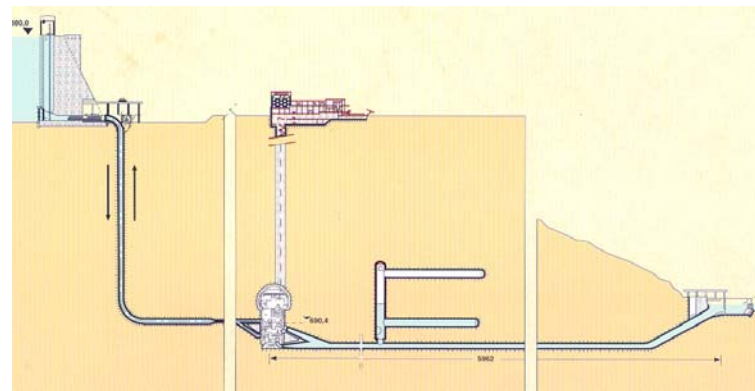
# Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

## Alto Rabagão

O aproveitamento está situado no rio Rabagão. A central é subterrânea em caverna, equipada com dois grupos reversíveis, e está implantada a 130 m de profundidade. O túnel de restituição tem cerca de 6 km, dotado de chaminé de equilíbrio.

### Principais Indicadores

Entrada em Serviço	1964
Potência	68 MW
Produtibilidade líquida bombagem	114 GWh
Queda	180 m
Caudal turbinamento/bombagem	52,8/36 m <sup>3</sup> /s
Volume útil	550,1 hm <sup>3</sup>





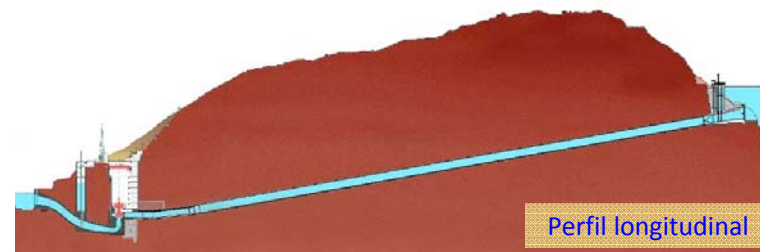
# Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

## Foz Tua

O aproveitamento está situado no rio Tua. Inclui uma barragem, uma central subterrânea em poço, equipada com dois grupos reversíveis, e um circuito hidráulico constituído por dois túneis.

### Principais Indicadores

Início da Construção	2011
Entrada em Serviço	2017
Potência	270 MW
Produtibilidade Média Anual	660 GWh
Produtibilidade líquida bombagem	275 GWh
Queda	93,6 m
Caudal turbinamento/bombagem	310/250 m <sup>3</sup> /s
Volume útil	69 hm <sup>3</sup>

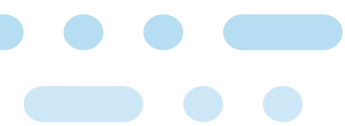


# Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção

Foz Tua







- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis**
- 7 Custos de Construção
- 8 Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais
- 9 Aspectos construtivos e tecnológicos

### FASE 1 – SELEÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

- Ranking baseado (p. ex.) no declive médio e no comprimento dos cursos de água - importância do potencial hídrico / disponibilidade hídrica é de segunda ordem;
- Combinação dos diversos critérios.

### FASE 2 – SELEÇÃO DE TRECHOS DE RIOS

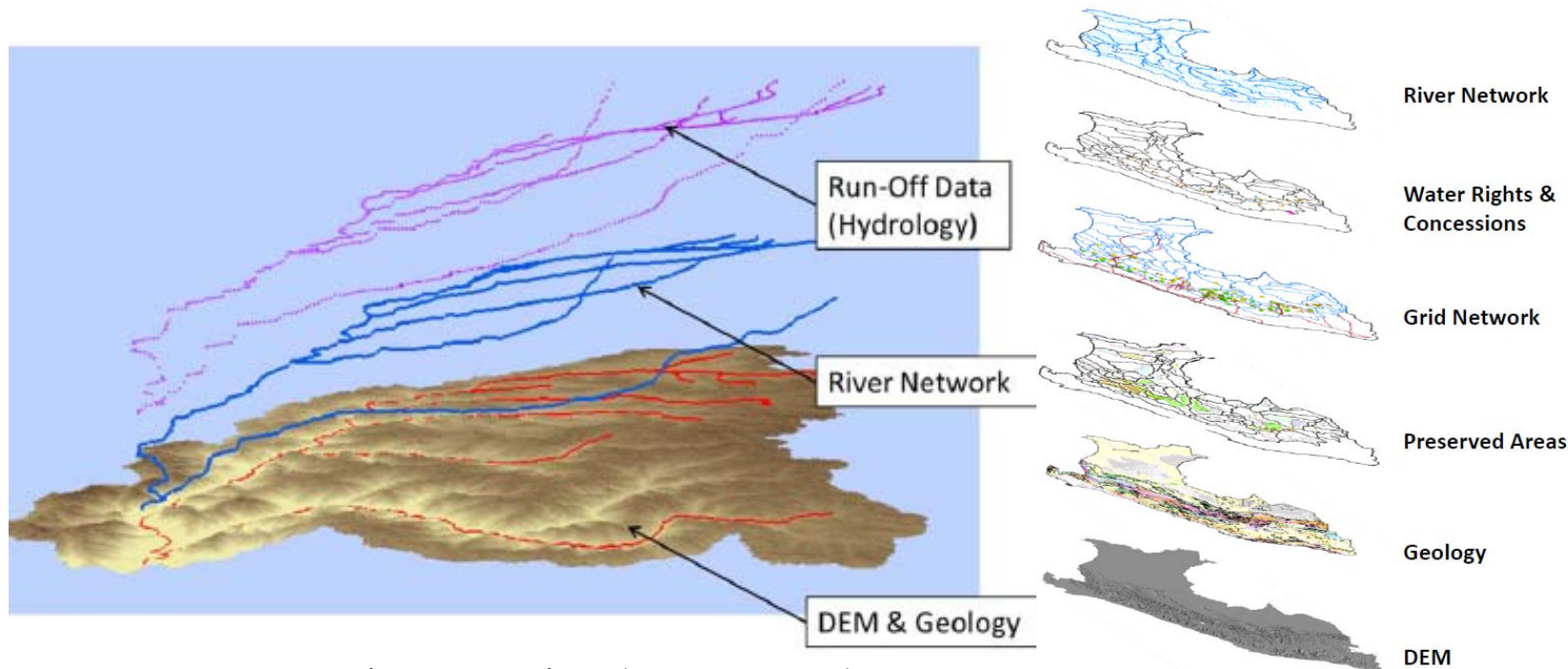
### FASE 3 – DETECÇÃO DE ZONAS PARA CONSTITUIÇÃO DE RESERVATÓRIOS

**RECURSO A SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

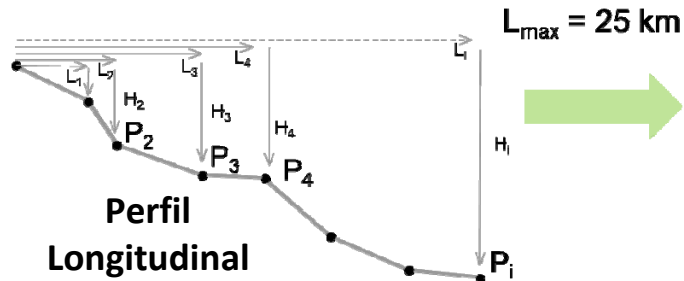


### FASE 1 – SELEÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

- Ranking baseado (p. ex.) no declive médio e no comprimento dos cursos de água



### FASE 2 – SELEÇÃO DE TRECHOS DE RIOS

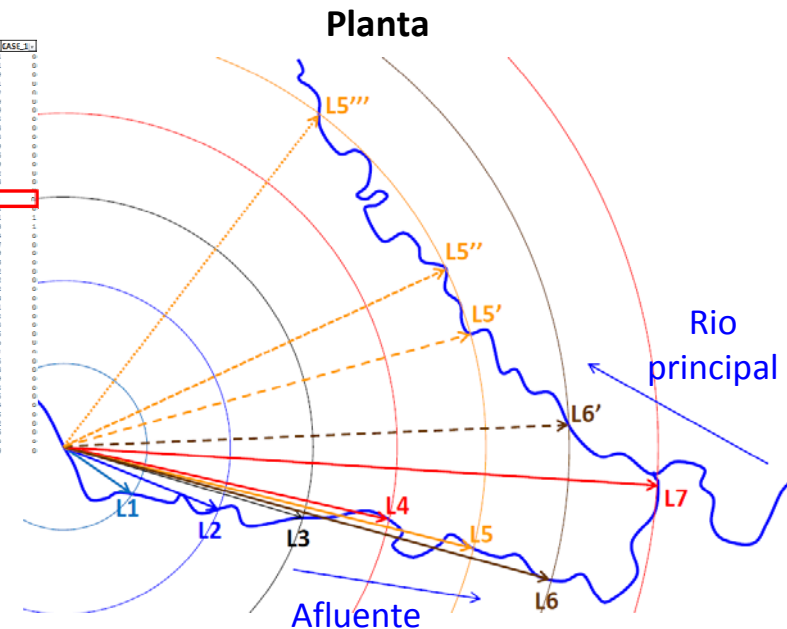


$$P_i = H_i * Q_i * C$$

- Maximum  $\left\{ \begin{array}{l} P_{max, i} \end{array} \right.$
- $\left\{ \begin{array}{l} P_{opt, i} \\ L_{opt, i} \\ H_{opt, i} \end{array} \right.$  Max.  $P_i/L_i$

RIO	Flower_Nam	Point_N	X	Y	Z	CASE_1
1 Rio Aguiar	1	8540.38	83042312	450.2360	0	
2 Rio Aguiar	2	85227.89	83027639	446.4260	0	
3 Rio Aguiar	3	85247.079	83024754	446.2039	0	
4 Rio Aguiar	4	85181.036	83023047	446.8632	0	
5 Rio Aguiar	5	85121.778	83019033	447.0779	0	
6 Rio Aguiar	6	85068.442	83015963	447.2389	0	
7 Rio Aguiar	7	85020.086	83013014	447.3529	0	
8 Rio Aguiar	8	84976.769	83010276	447.4266	0	
9 Rio Aguiar	9	84938.56	83007638	447.459	0	
10 Rio Aguiar	10	84904.765	83005133	447.4563	0	
11 Rio Aguiar	11	84874.368	83002765	447.419	0	
12 Rio Aguiar	12	84847.887	83000517	447.3536	0	
13 Rio Aguiar	13	84824.889	83000335	447.2589	0	
14 Rio Aguiar	14	84804.614	8300026	447.1462	0	
15 Rio Aguiar	15	84786.124	83000142	447.0263	0	
16 Rio Aguiar	16	84769.145	830000	446.901	0	
17 Rio Aguiar	17	84753.165	830000	446.771	0	
18 Rio Aguiar	18	84738.186	83000024	446.6361	1	
19 Rio Aguiar	19	84724.206	83000047	446.4969	1	
20 Rio Aguiar	20	84710.226	83000069	446.3534	0	
21 Rio Aguiar	21	84696.246	83000091	446.2059	0	
22 Rio Aguiar	22	84682.266	83000113	446.0543	0	
23 Rio Aguiar	23	84668.286	83000135	445.8987	0	
24 Rio Aguiar	24	84654.306	83000157	445.7391	0	
25 Rio Aguiar	25	84640.326	83000179	445.5755	0	
26 Rio Aguiar	26	84626.346	83000201	445.4079	0	
27 Rio Aguiar	27	84612.366	83000223	445.2363	0	
28 Rio Aguiar	28	84598.386	83000245	445.0607	0	
29 Rio Aguiar	29	84584.406	83000267	444.8811	0	
30 Rio Aguiar	30	84570.426	83000289	444.6975	0	
31 Rio Aguiar	31	84556.446	83000311	444.5109	0	
32 Rio Aguiar	32	84542.466	83000333	444.3213	0	
33 Rio Aguiar	33	84528.486	83000355	444.1287	0	
34 Rio Aguiar	34	84514.506	83000377	443.9331	0	
35 Rio Aguiar	35	84500.526	83000400	443.7345	0	
36 Rio Aguiar	36	84486.546	83000422	443.5329	0	
37 Rio Aguiar	37	84472.566	83000444	443.3283	0	
38 Rio Aguiar	38	84458.586	83000466	443.1207	0	
39 Rio Aguiar	39	84444.606	83000488	442.9101	0	
40 Rio Aguiar	40	84430.626	83000510	442.6965	0	
41 Rio Aguiar	41	84416.646	83000532	442.4809	0	
42 Rio Aguiar	42	84402.666	83000554	442.2633	0	
43 Rio Aguiar	43	84388.686	83000576	442.0437	0	
44 Rio Aguiar	44	84374.706	83000598	441.8221	0	
45 Rio Aguiar	45	84360.726	83000620	441.5985	0	

Exemplo de algoritmo de detecção de trechos de rio mais interessantes



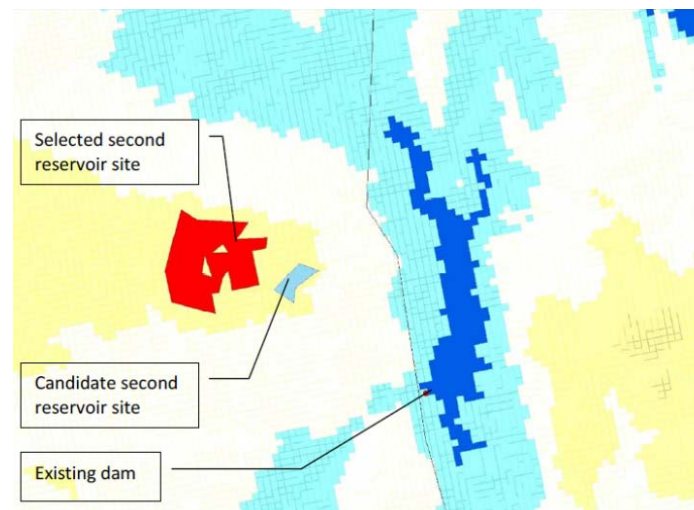
A aplicação de software para detecção dos melhores trechos evita o julgamento subjectivo

### FASE 3 – DETEÇÃO DE ZONAS PARA CONSTITUIÇÃO DE RESERVATÓRIOS

- Reservatórios existentes
- Detecção de zonas planálticas adequadas a distâncias e com desníveis requeridos

Initial physical characteristics for transformation <sup>3</sup>	Value
Minimum size of existing reservoir (m <sup>3</sup> )	1 million
(or) minimum hydropower capacity (MW)	1
Max distance between reservoirs (dams) (km)	5
Minimum head (m)	150
Topology A, assumed new reservoir surface (m <sup>2</sup> )	70 000
Minimum distance from inhabited sites to new dam infrastructure (m)	200
Minimum distance from existing transportation infrastructure to new dam infrastructure (m)	100
Minimum distance to a UNESCO site (km)	5
Potential site should not be in a Natura 2000 area	
Maximum distance to suitable grid connection (km)	20

Table 2: summary of parameters used for analysing the potential



**EUR 25239 EN – Joint Research Centre – Institute for Energy and Transport**  
Title: Pumped-hydro energy storage: potential for transformation from single dams

Analysis of the potential for transformation of non-hydropower dams and reservoir hydropower schemes into pumping hydropower schemes in Europe

### Metodologia:

- Seleção de zonas potencialmente mais interessantes, por observação inicial da carta de relevo (**zonas planálticas com vertentes altas e íngremes**);
- Exclusão de locais em **áreas com estatuto de conservação**;
- Pesquisa mais pormenorizada de sítios por observação visual, nas cartas militares 1:25.000 e com apoio do “Google Earth”, privilegiando:
  - **quedas superiores a 500 m**;
  - **circuitos hidráulicos com menos de 7 km**;
  - **armazenamentos úteis** em ambos os reservatórios com mais de **1 hm<sup>3</sup>**;
- Seleção empírica de locais potencialmente interessantes (estimativa de queda, extensão de circuito hidráulico e volume útil mobilizável).



- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis
- 7 Custos de Construção**
- 8 Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais
- 9 Aspectos construtivos e tecnológicos



Aspetos técnicos que podem implicar **aumento de custo nas soluções reversíveis** relativamente a soluções convencionais equivalentes

## Obras Civas

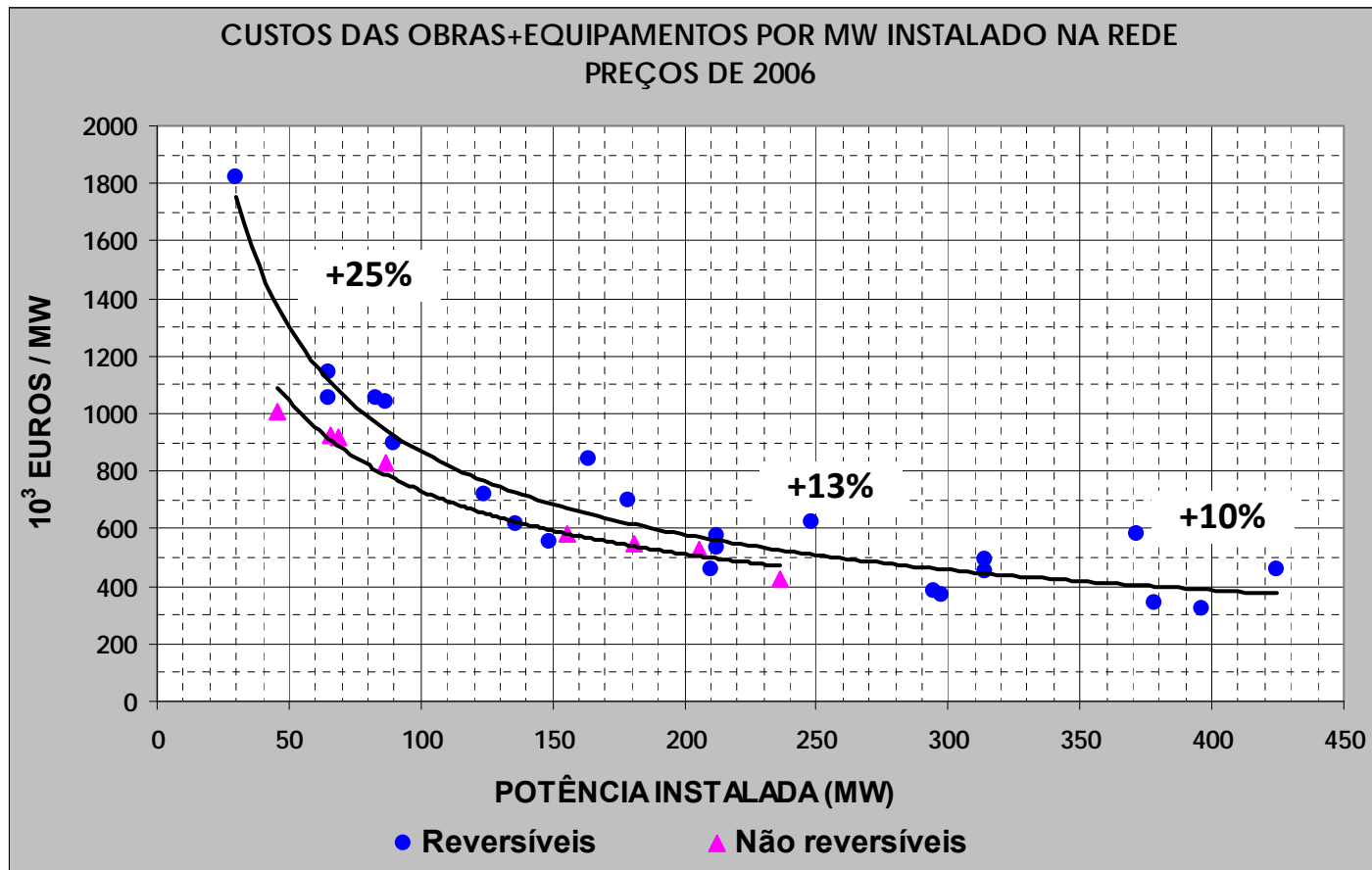
- **Bocais** tomada de água / restituição (dupla função);
  - **Chaminés de equilíbrio** (manobras bombagem);
- **Maior submersão dos grupos** (maior extensão dos túneis / poços de acesso e saída de energia, maiores cargas a montante, ...);
- Criação de **condições hidráulicas para bombagem** – **maior extensão do circuito hidráulico** ou **escavação do leito do rio** a jusante.

## Equipamentos

- **Grupos;**
- **Hidromecânico da restituição.**

# Custos de Construção

Variação do custo específico com a potência





- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis
- 7 Custos de Construção
- 8 **Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais**
- 9 Aspectos construtivos e tecnológicos



## Principais Impactos Socioambientais

### Impactos “exclusivos” das usinas reversíveis

- Modelação da qualidade da água mais complexa (particularmente no caso dos reforços de potência);
- Maior frequência de variação do nível de água da albufeira e consequentes efeitos ao nível da faixa interníveis (erosão e impacte visual de difícil minimização);
- Eventual afetação da qualidade ecológica do troço a jusante da Restituição, decorrente dos diferentes modos de operação (bombagem e turbinamento);
- Rentabilização/otimização das infraestruturas existentes, no caso dos reforços de potência.

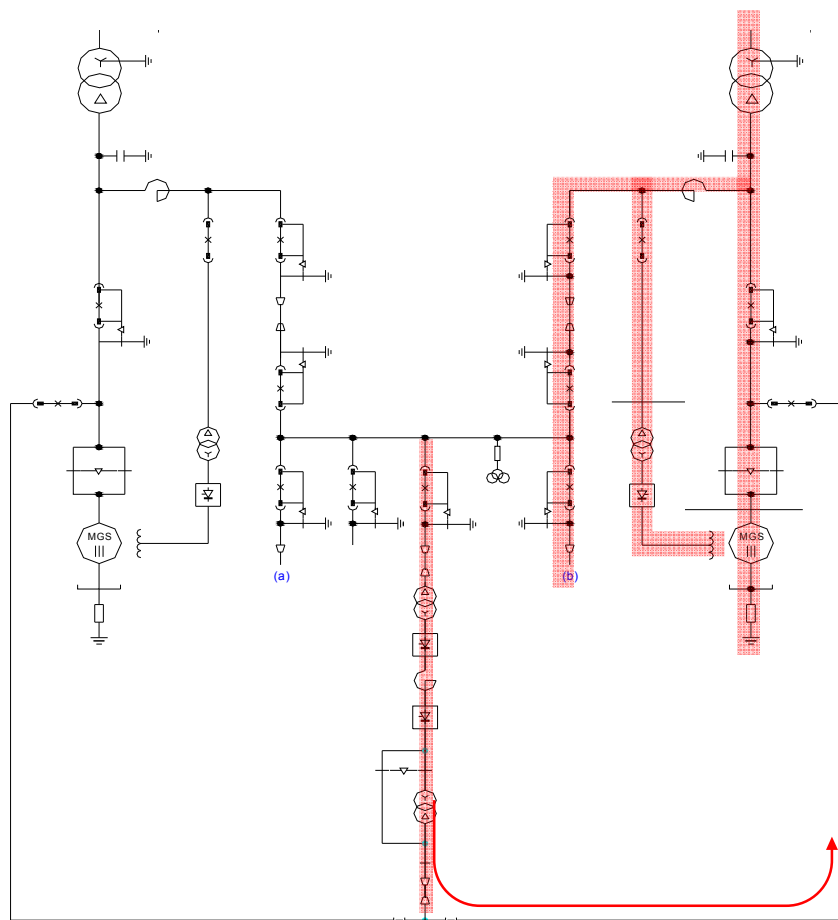


- 1 O Setor Elétrico Português e o papel da bombagem
- 2 Enquadramento Legislativo das Concessões de Domínio Hídrico
- 3 Remuneração por Capacidade
- 4 O funcionamento do mercado elétrico
- 5 Usinas Hidroelétricas Reversíveis da EDP Produção
- 6 Estudos Preliminares e de Inventário de Novos Centros Produtores Reversíveis
- 7 Custos de Construção
- 8 Processo de licenciamento ambiental e principais impactos socioambientais
- 9 **Aspetos construtivos e tecnológicos**



# Aspetos construtivos e tecnológicos

## Arranque em modo bomba – Conversor Estático de Frequência



O arranque dos grupos em modo bomba pode ser realizado, entre outros, com recurso a:

✓ **Conversor estático de frequência (CEF)**

1. Ligar auxiliares
2. Desafogar a roda
3. Ligar excitação
4. Ligar CEF
5. Ligar sincronização
6. Afogar a roda
7. Desligar CEF

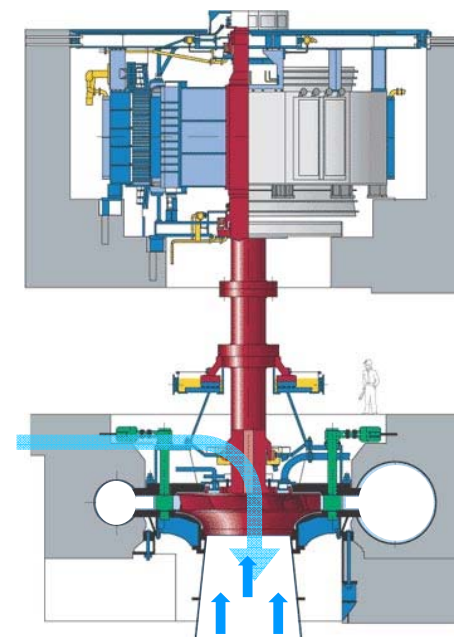
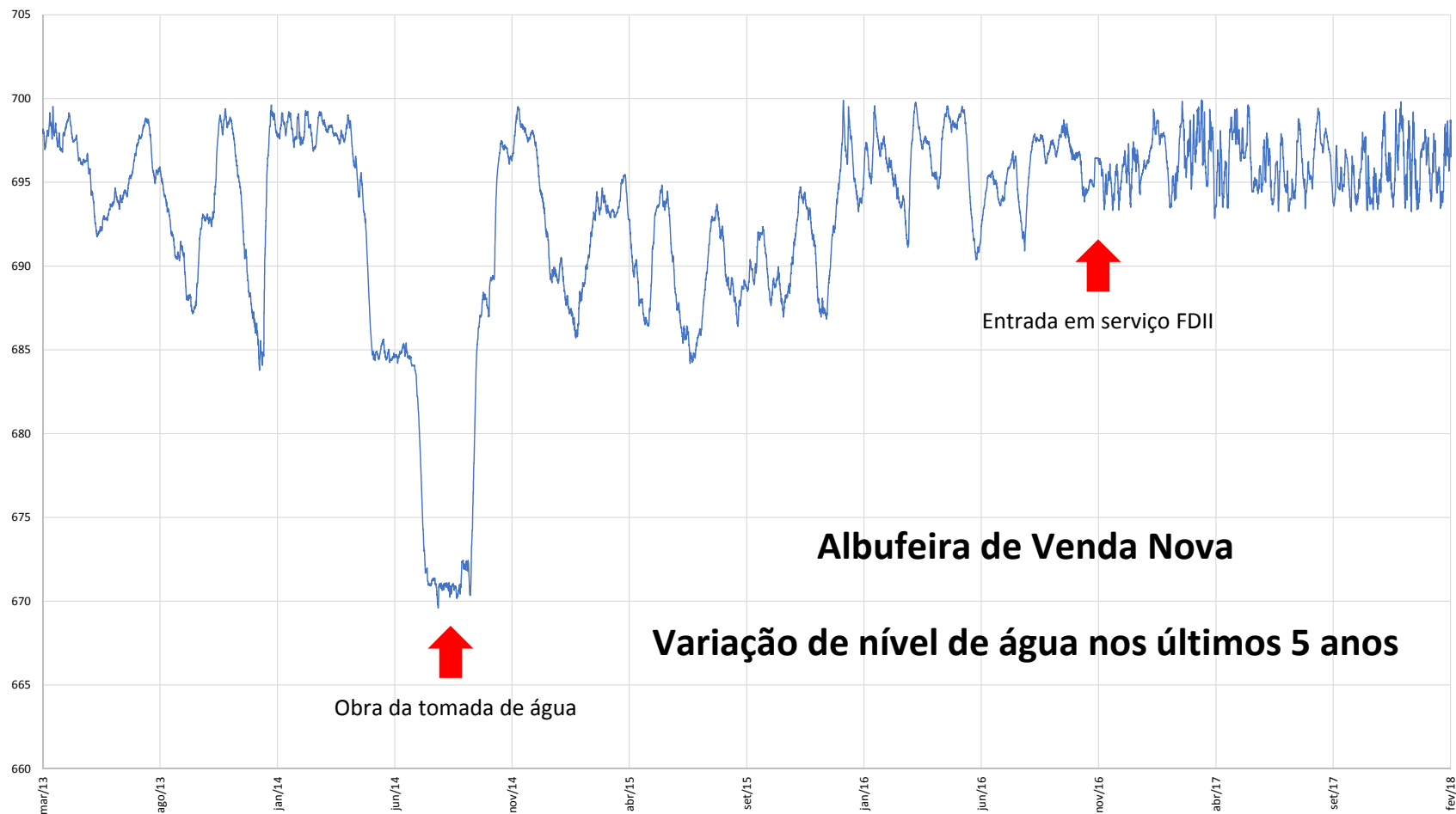


Imagem de corte do grupo: Voith

# Aspetos construtivos e tecnológicos

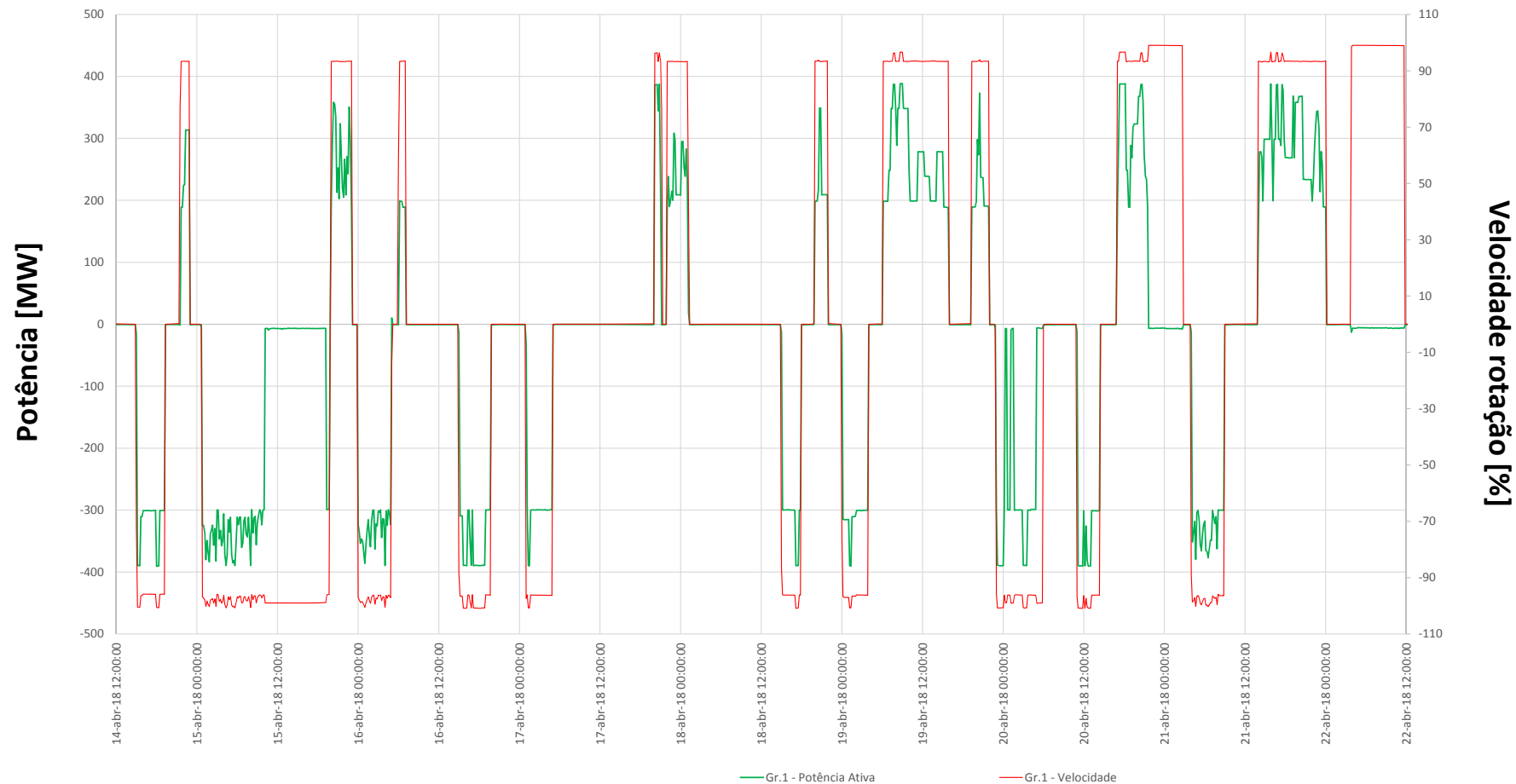
## Exploração



# Aspetos construtivos e tecnológicos

## Exploração

Frades II - Grupo 1: 14/04/2018 a 22/04/2018

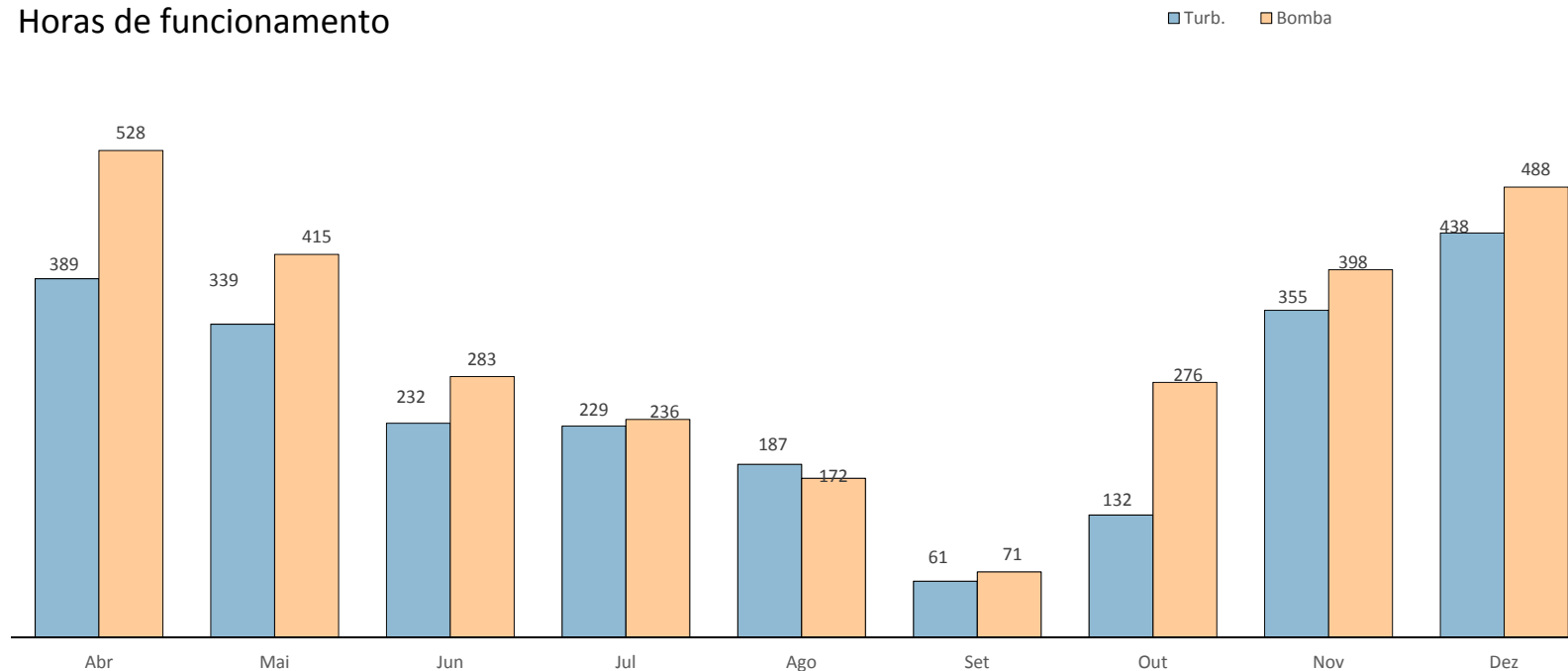


# Aspetos construtivos e tecnológicos

## Exploração

### Frades II - Desempenho operacional 2017

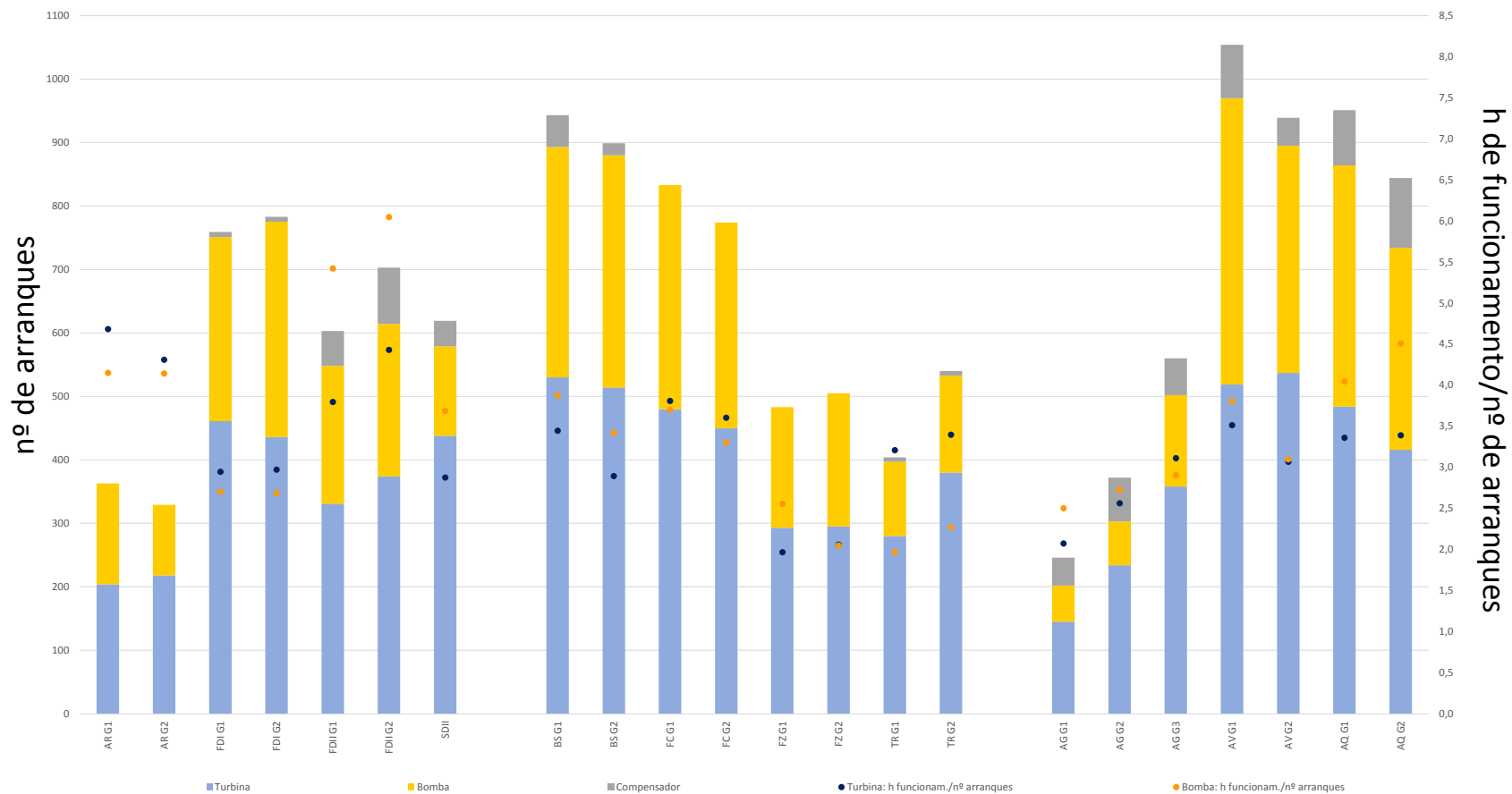
#### Horas de funcionamento



# Aspectos construtivos e tecnológicos

## Exploração

Nº de arranques em TURBINA, BOMBA e COMPENSADOR - 2017





Decorative blue shapes on the left side of the slide, including a vertical bar, three circles, and a rounded rectangle.

# Muito obrigado!

## Autores:

Ana Cristina Nunes – Direção Regulação e Mercados

Cristina Sarmiento – Direção Engenharia de Barragens

Filipe Duarte – Direção Otimização e Gestão de Ativos Hídricos

José Carlos Sousa – Área de Risco e Continuidade do Negócio

Teresa Cavaco – Direção de Sustentabilidade

Vítor Ribeiro – EDP Internacional