



A Hidroeletricidade no Sistema Elétrico Português: Situação Atual e Perspetivas Futuras



Conferência Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

Lisboa, LNEC, 18 de janeiro de 2017

Ana Cristina Nunes

Direção de Regulação e Mercados

EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.

Agenda

I

Política Energética da União Europeia e impacto no Setor Elétrico Português

II

Benefícios da Hidroeletricidade para o Sistema Elétrico Português

III

Os Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção

IV

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a Longo Prazo

V

Conclusões

Em coerência com os objetivos de política energética, a UE adotou metas específicas para 2030

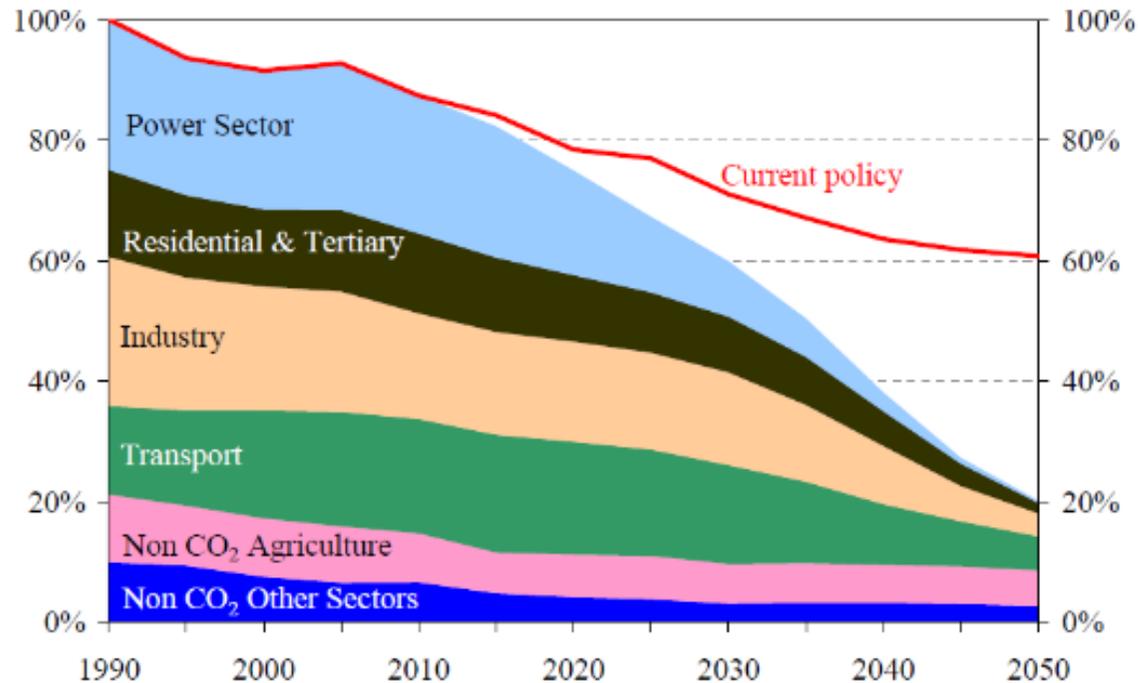
Objetivos da política energética



	2020	2030
Redução de emissões	20%	40% (vinculativo)
Contribuição das renováveis	20%	27% (vinculativo)
Redução do consumo	20%	27% (Indicativo)
Interligações	10%	15% (Indicativo)

As metas da UE estão em linha com os objetivos de descarbonização de longo prazo para 2050

Emissões de CO₂ por sector – Roadmap 2050 da UE



- -80/95% CO₂ vs. 1990
- Forte eletrificação do consumo
- Descarbonização total do sector elétrico
- Aumento da eficiência energética

Os Sistema Elétricos estão numa fase de transição

Em Portugal, a grande implicação desta política foi a modernização do sistema eletroprodutor nacional

Opções de política energética adotadas em Portugal na última década



- Descomissionamento das centrais elétricas a fuelóleo
- Entrada em serviço de 3 centrais a gás natural em ciclo combinado (Ribatejo, Lares e Pego)
- Melhorias ambientais nas centrais a carvão (dessulfuração e desnitrificação)



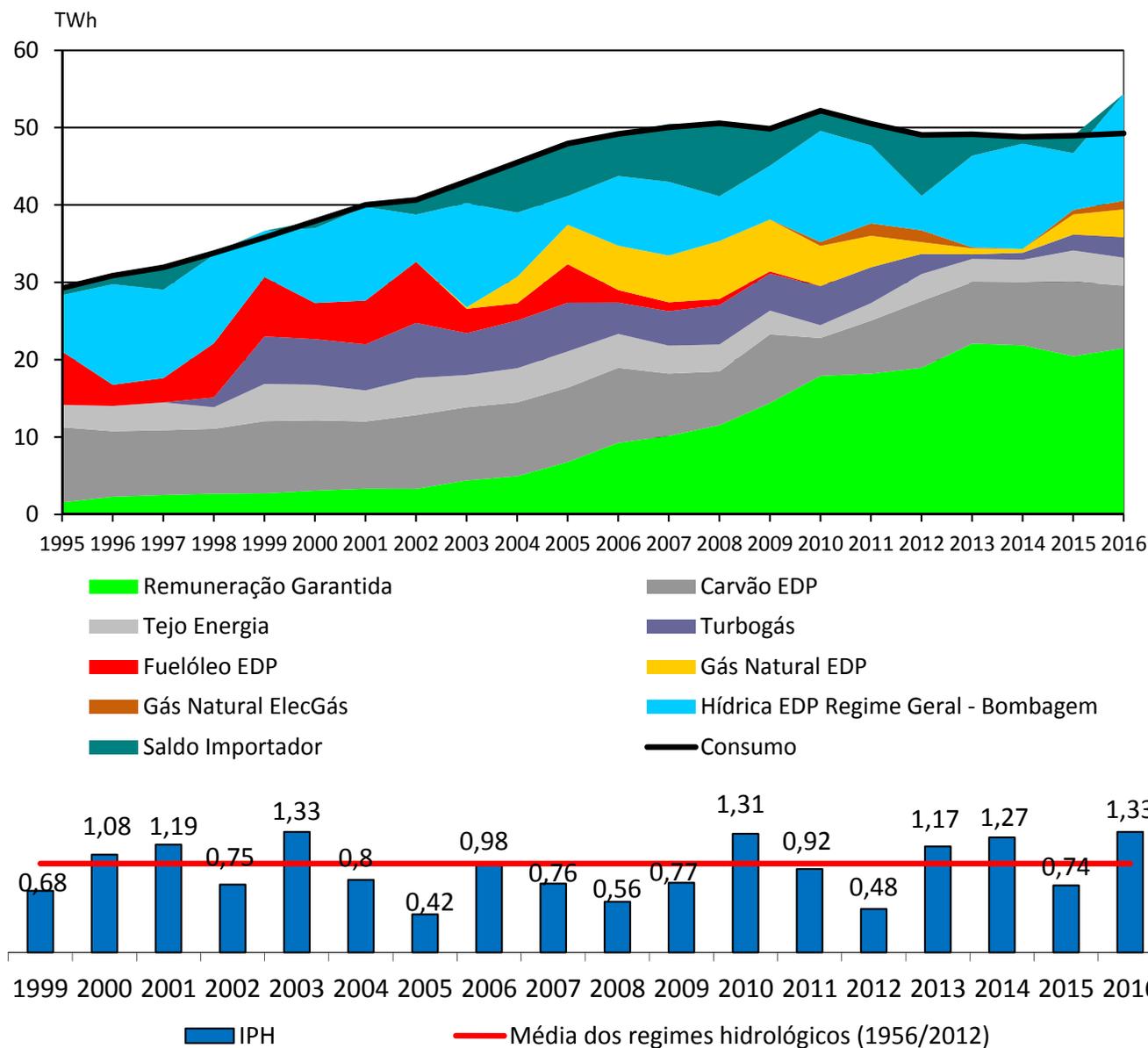
- > 4000 MW em projetos hídricos (~50% já operacionais ou em construção)
- 5 mil milhões de euros de investimento total com elevada incorporação nacional
- >30 000 empregos criados só em projetos EDP



- 5 046 MW de capacidade eólica instalados¹ (previsão 5 683 MW em 2020)
- As novas energias renováveis contribuíram para a redução da dependência energética em 10,8%, poupando 4,3 mil M€ na fatura energética

1) No final de 2016

A quota de Energia Renovável no abastecimento do consumo é hoje de cerca de 50% - Evolução da Produção e Consumo - Portugal Continental

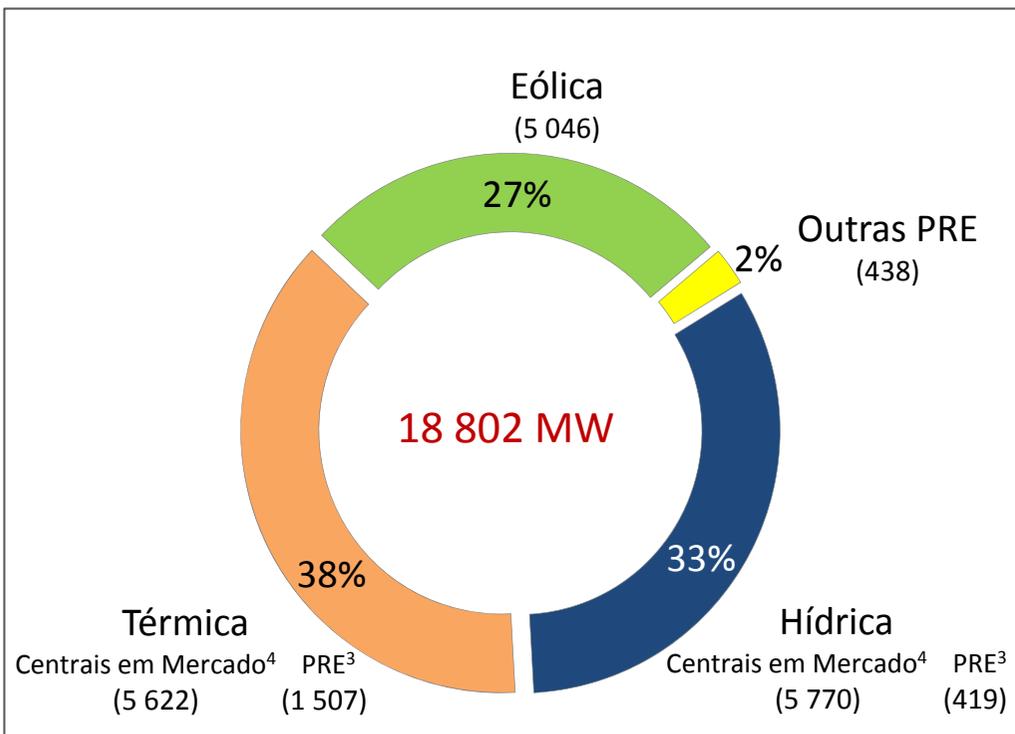


Emissão em 2016 (GWh)	
Produção EDP Regime Geral	26 981
<i>Hídrica</i>	15 297
<i>Térmica</i>	11 684
Produção Regime Geral (Outras)	7 388
Tejo Energia	3 616
Turbogás	2 641
ElecGás	1 131
Remuneração Garantida	21 504
<i>Eólica</i>	12 188
<i>Outras</i>	9 315
Saldo Importador	-5 085
Consumo em Bombagem	1 519
Consumo	49 269

Em 2016 Portugal foi exportador de energia elétrica.

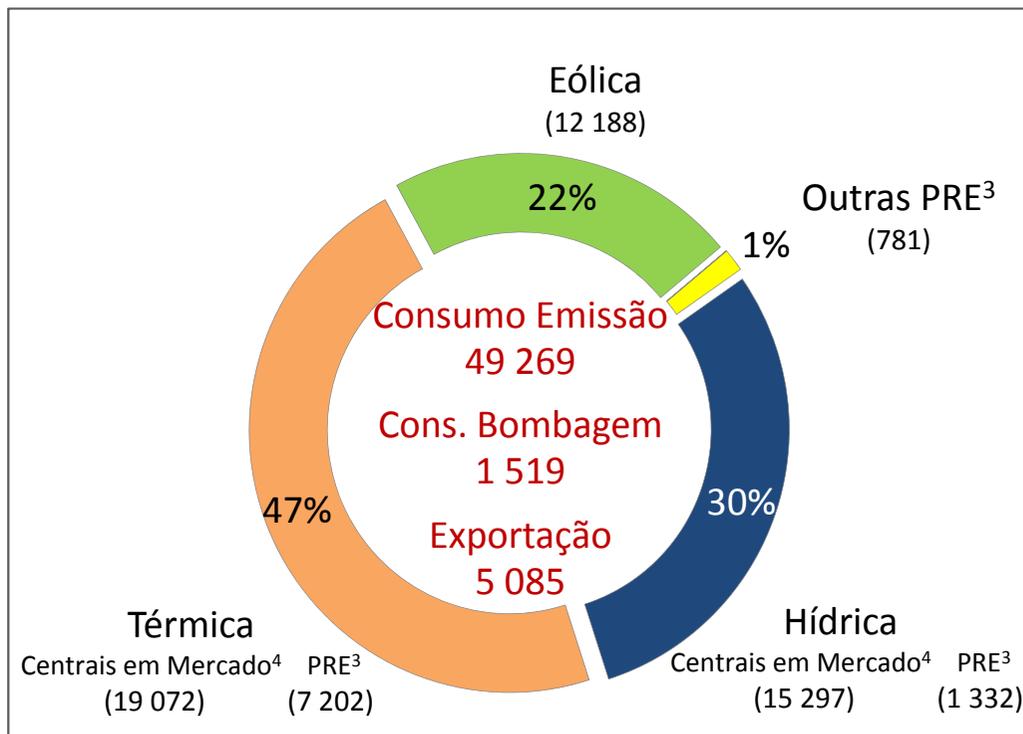
As Energias Renováveis têm já um peso significativo no sistema Eletroprodutor Português – Potência Instalada e Emissão por tecnologia – Continente 2016

Potência Instalada (MW)



Fonte: REN, Informação Anual

Emissão (GWh)



Fonte: REN, Estatística Anual, 2007-2016, valores provisórios

IPH¹ = 1,33

IPE² = 1,00

53% da Eletricidade produzida em 2016 foi através de fontes renováveis, sendo 30% hidroelétrica.

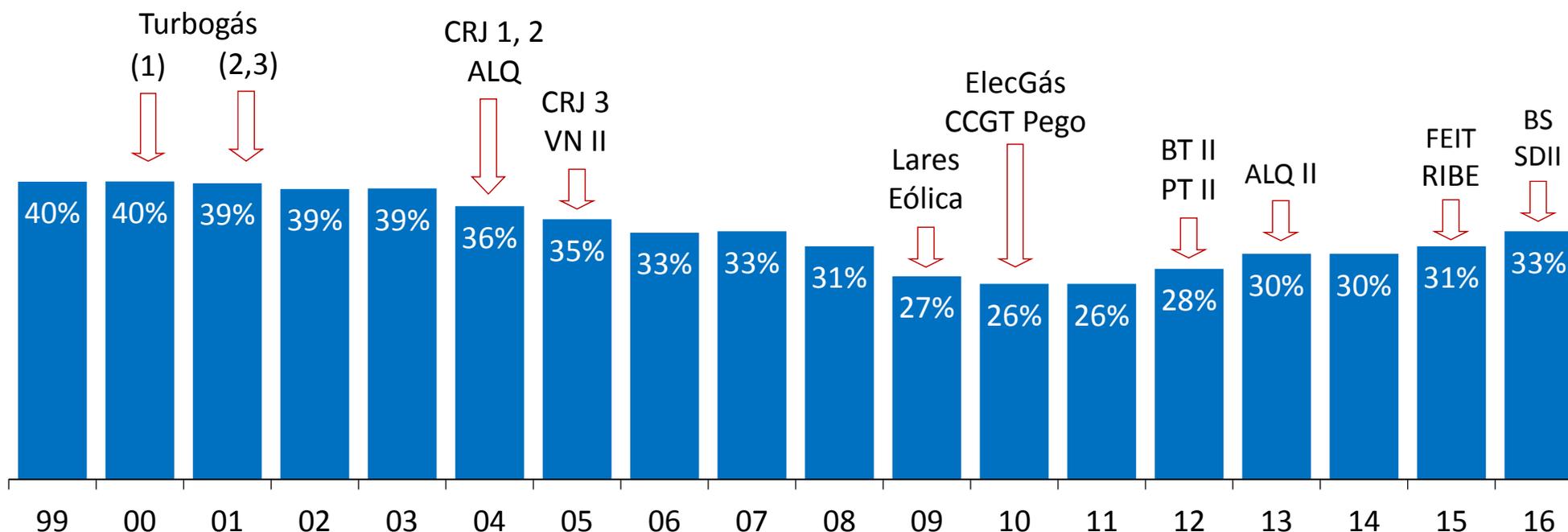
1) IPH – Índice de Produtibilidade Hidroelétrica

2) IPE – Índice de Produtibilidade Eólica

3) PRE com remuneração garantida

4) Centrais que vendem a produção no Mibel, independentemente do regime remuneratório

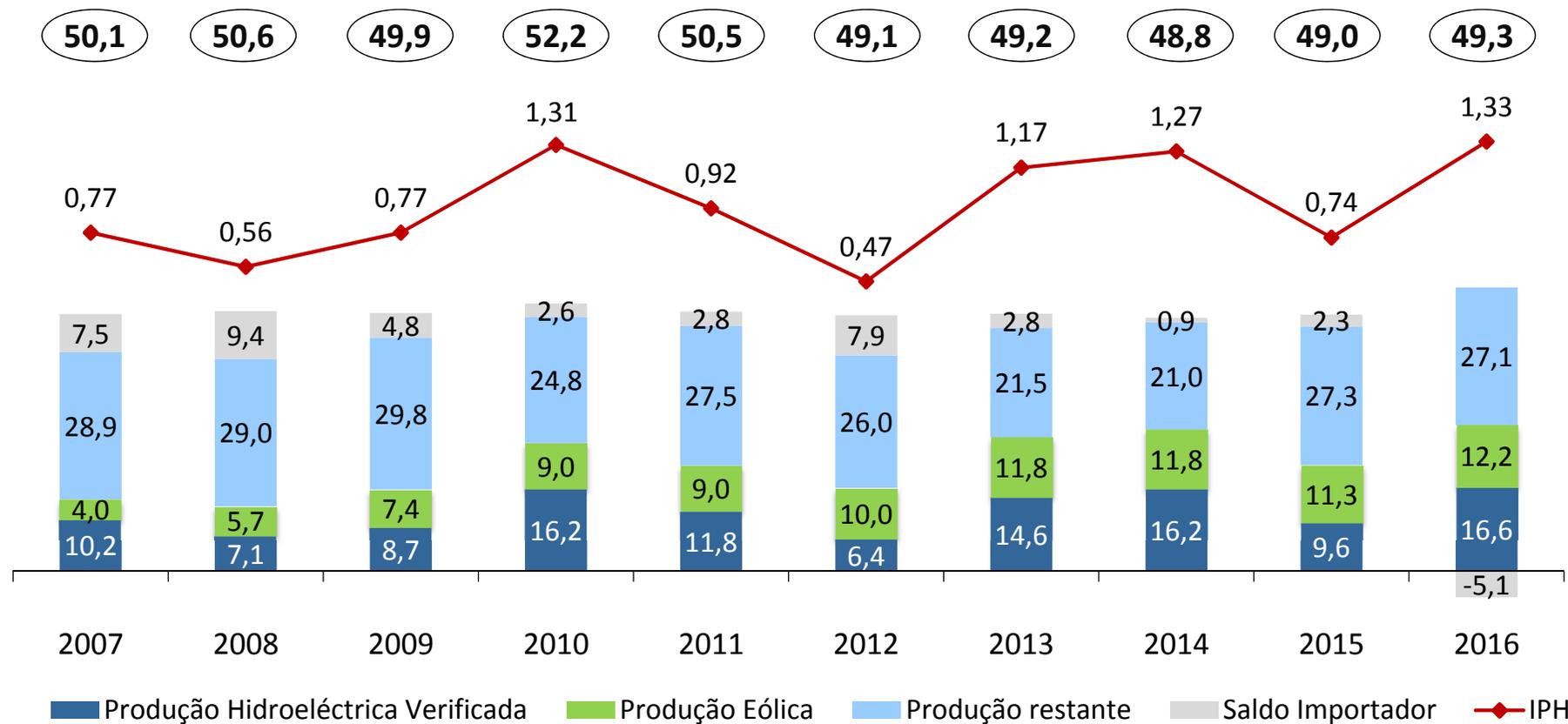
A Quota da Potência Hidroelétrica Instalada no SEN aumentou nos últimos anos devido à entrada em serviço de novos centros produtores hidroelétricos



Na década (2000-2009) a expansão do “SEN” foi essencialmente efetuada com grupos térmicos (CCGT) e Produção Regime Especial com Remuneração Garantida, fundamentalmente eólica, pelo que a quota da hidroeletricidade reduziu substancialmente. Esta quota aumentou nos anos mais recentes devido à entrada em serviço dos NCP hidroelétricos.

A contribuição da Energia Hidroelétrica para a satisfação do Consumo de Eletricidade é muito variável de ano para ano

Consumo Total na Emissão
(TWh)



Em média, nos últimos anos, as centrais hidroelétricas (incluindo PRE) foram responsáveis pela satisfação de cerca de 24% do consumo anual de eletricidade (gama 13% a 34% desde 2007). A contribuição da hidroeletricidade é contudo muito variável tendo-se situado entre um mínimo de 6,4 TWh e um máximo de 16,6 TWh neste período.

A contribuição eólica cresceu fortemente nos últimos anos.

Agenda

I

Política Energética da União Europeia e impacto no Setor Elétrico Português

II

Benefícios da Hidroeletricidade para o Sistema Elétrico Português

III

Os Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção

IV

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a Longo Prazo

V

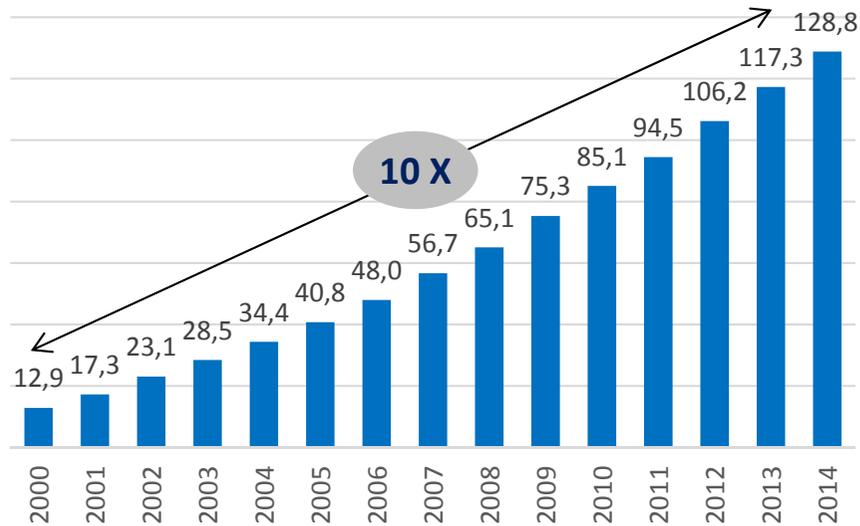
Conclusões

A Hidroeletricidade tem Importância Estratégica



As energias Eólica e Solar Fotovoltaico, aumentaram exponencialmente entre 2000 e 2014

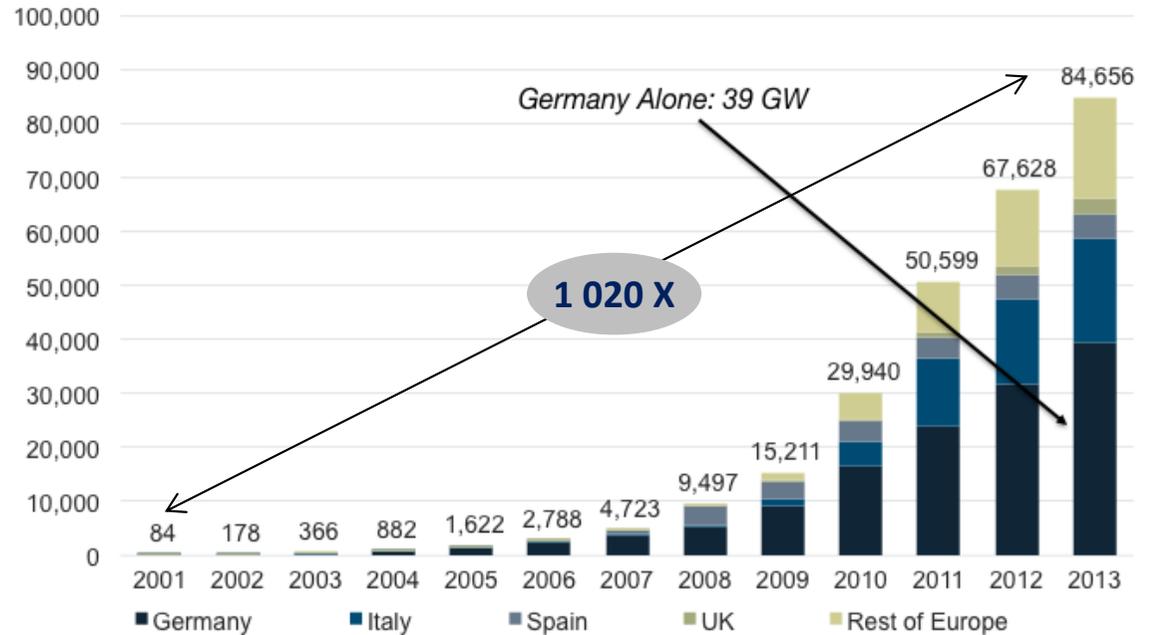
Evolução da Potência Eólica Instalada UE, 2000-2014 (GW)



Participação da energia eólica no Consumo em 2010 - UE

2014
24% PT
20% ES

Evolução da Potência PV Instalada UE, 2001-2013 (MW)

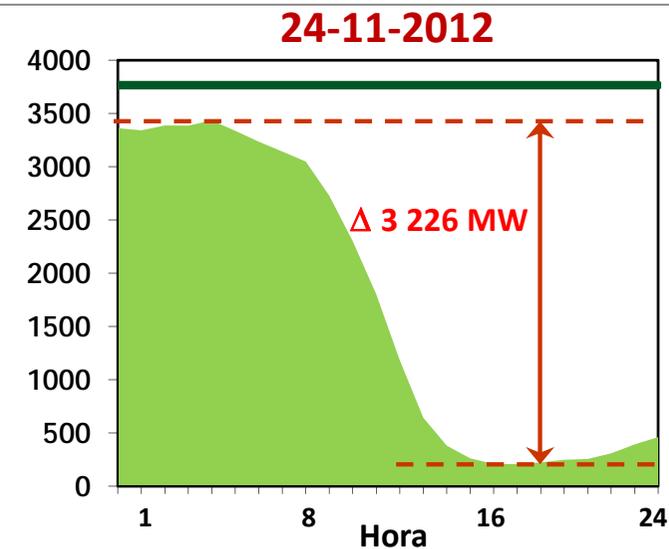
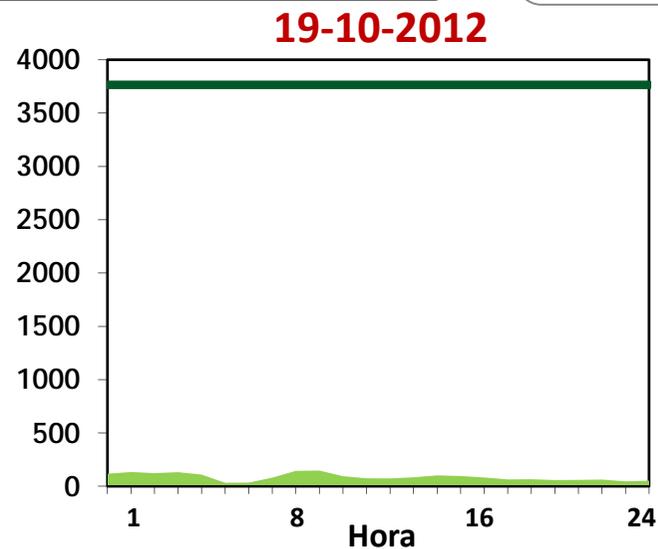
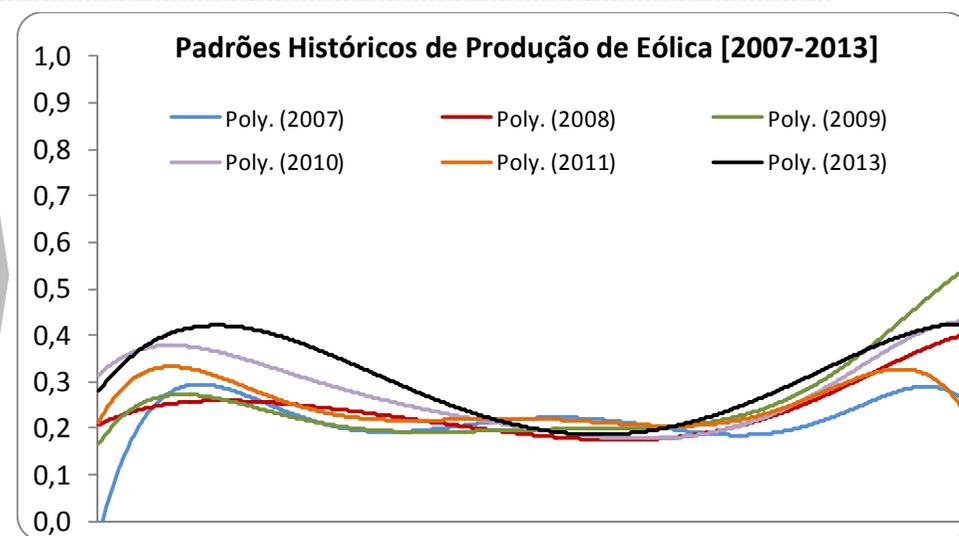
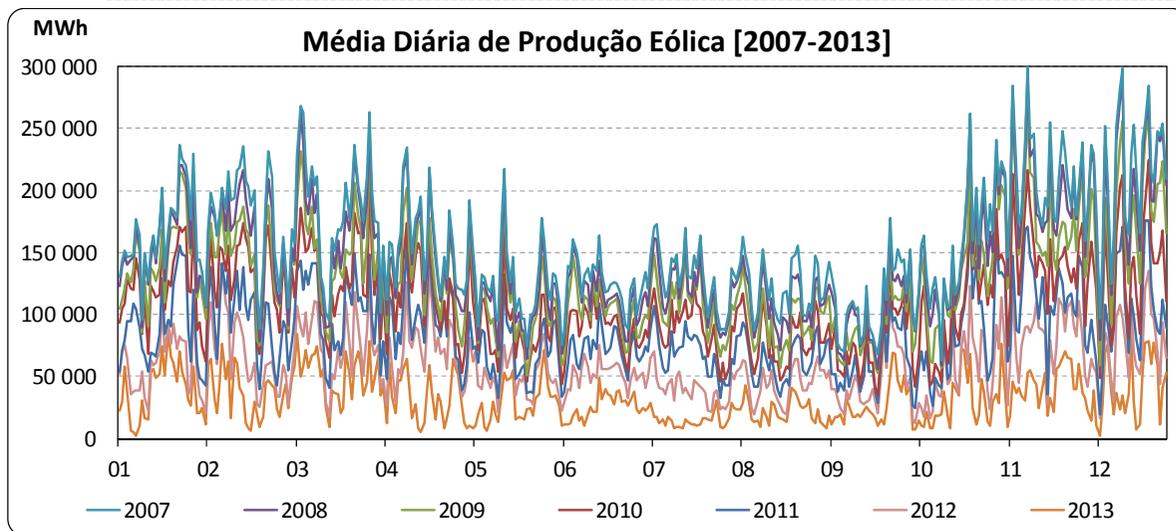


Fonte: EnBW

- A potência eólica instalada na Europa atingiu a **142 GW em 2015**, dos quais **5,1 GW em Portugal** e **23 GW em Espanha**.
- Para além da elevada capacidade instalada, a participação no consumo total tem vindo a aumentar nos últimos anos.
- A energia solar fotovoltaica na Europa atingiu cerca de **95,4 GW em 2015**, dos quais **428 MW em Portugal** e **4,4 GW em Espanha**.

Fonte: EWEA - Wind in power European Statistics

A Volatilidade e imprevisibilidade do vento assumem um papel importante no Sistema de Eléctrico Português



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

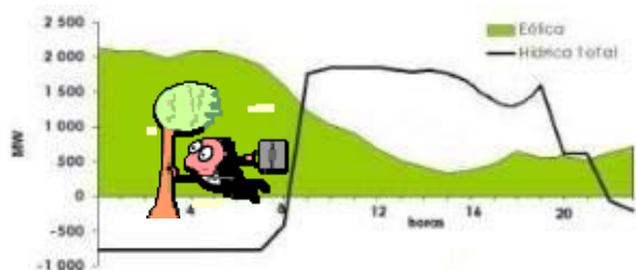
2%
Consumo
diário

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

32%
Consumo
diário

As centrais hidroelétricas com bombagem asseguram o armazenamento da energia eólica

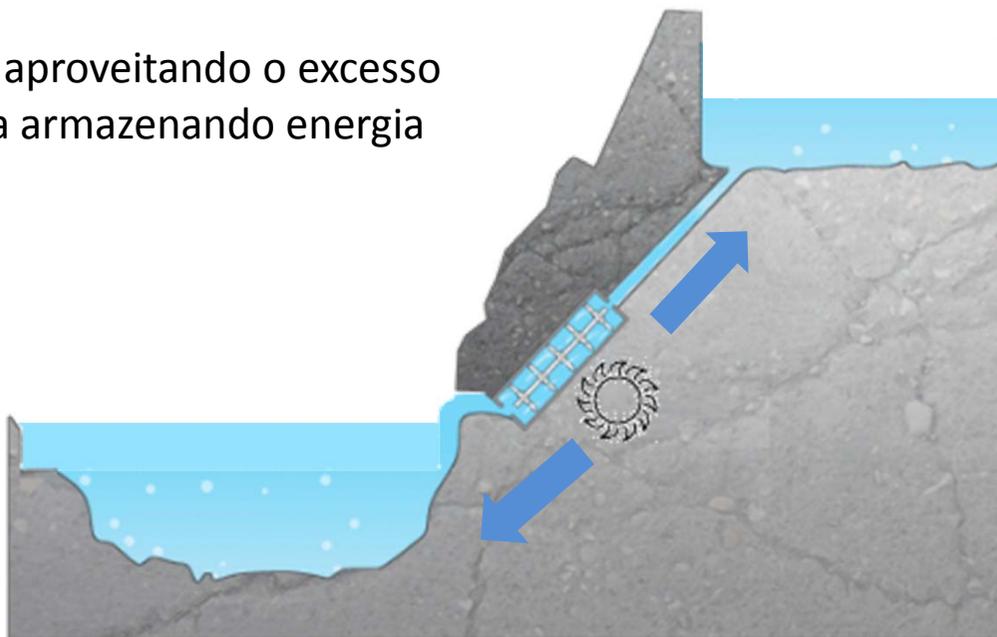
Complementaridade Hídrica/Eólica



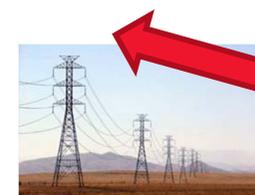
De noite bomba aproveitando o excesso de energia eólica armazenando energia

De dia turbina produzindo energia nos períodos mais adequados

MONTANTE

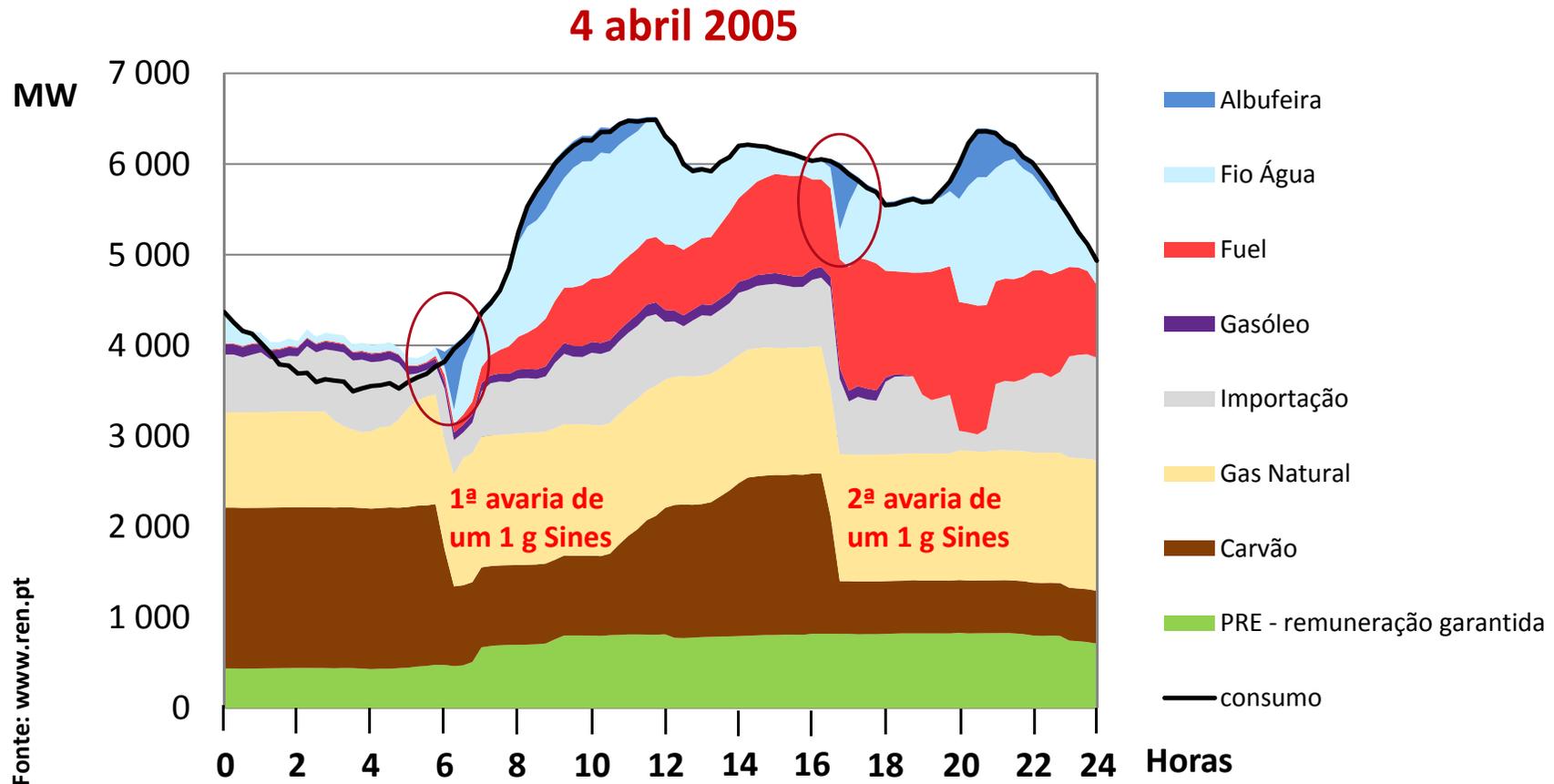


JUSANTE



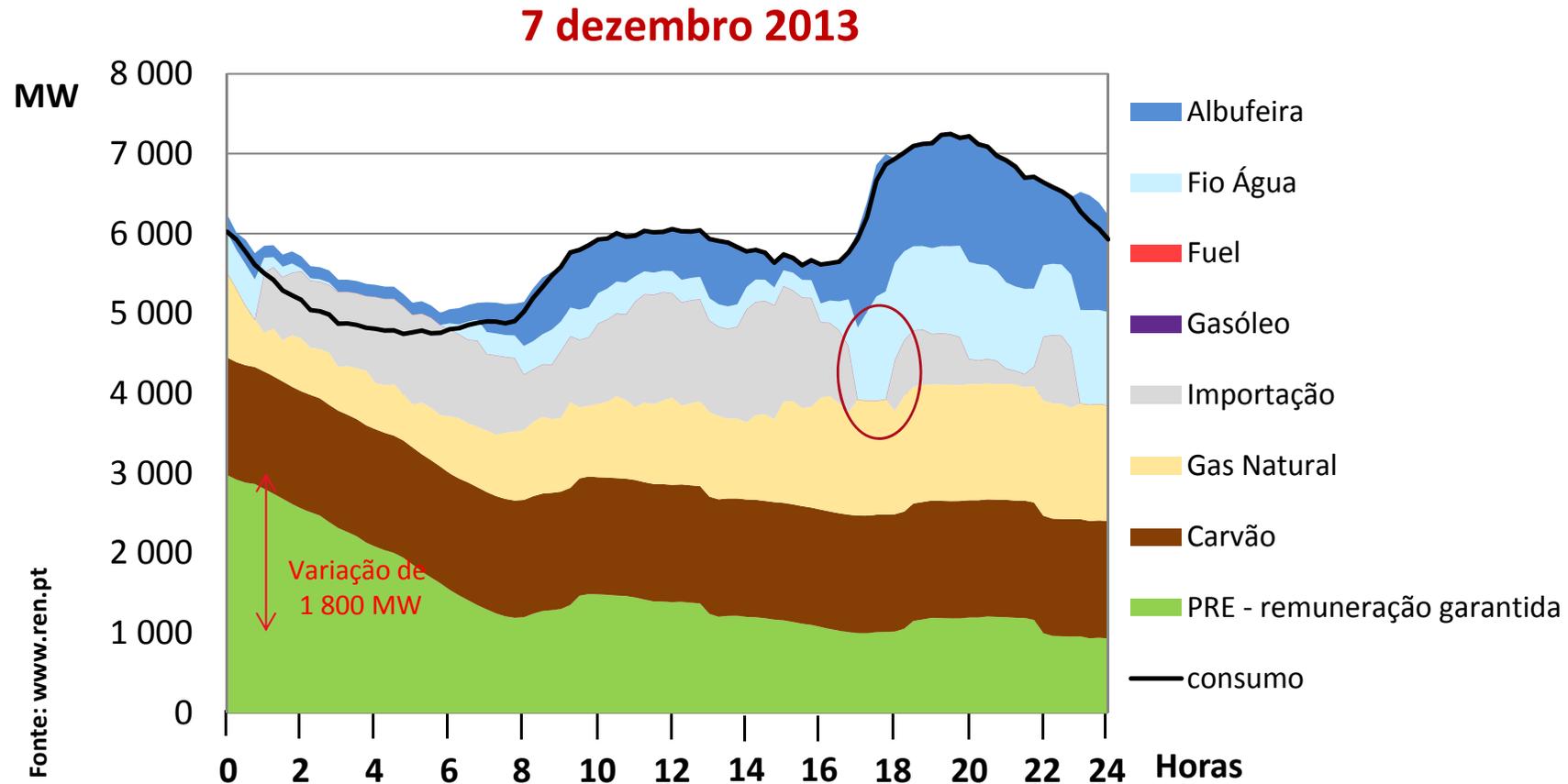
As centrais hidroelétricas asseguram o armazenamento da energia eólica bombando nas horas noturnas, onde existe mais recurso eólico do que consumo, e produzindo energia durante o dia através do turbinamento, nas horas de maior consumo de eletricidade.

Os Aproveitamentos Hidroelétricos constituem uma reserva rápida do sistema: Possibilidade da hídrica prestar serviços de sistema



As centrais hidroelétricas asseguram facilmente as variações normais de carga e são centrais que podem responder satisfatoriamente às ocorrências acidentais, mesmo em períodos de baixa hidraulicidade.

Os Aproveitamentos Hidroelétricos contribuem para a Segurança Abastecimento

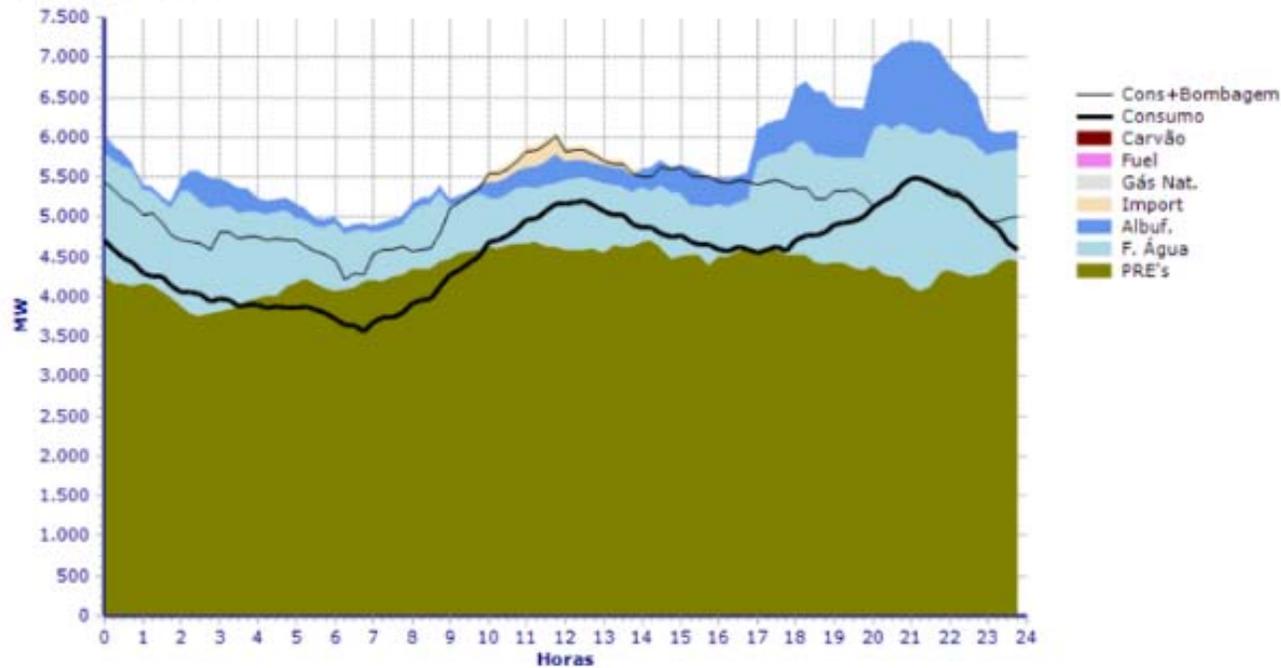


As centrais hidroelétricas podem também compensar rapidamente as grandes variações de energia eólica que podem acontecer num espaço temporal inferior a um dia e também as variações na interligação.

A contribuição da renovável já foi por diversas vezes superior ao consumo em Portugal

08 maio 2016

Diagrama de Consumo Total

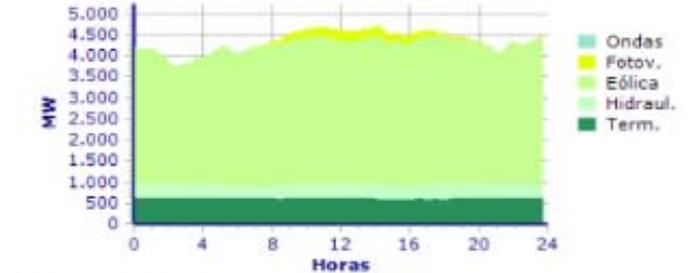


- No dia 8 de maio de 2016 a satisfação do consumo na emissão foi 100% realizado através de energias renováveis.
- Apenas entre as 10h e as 14h foi necessário a importação para satisfazer o consumo das bombagens hidroelétricas.
- A produção das grandes centrais térmicas nesse dia em Portugal foi nula.

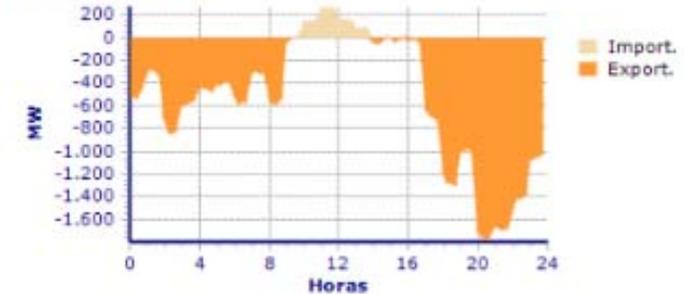
Hidráulica



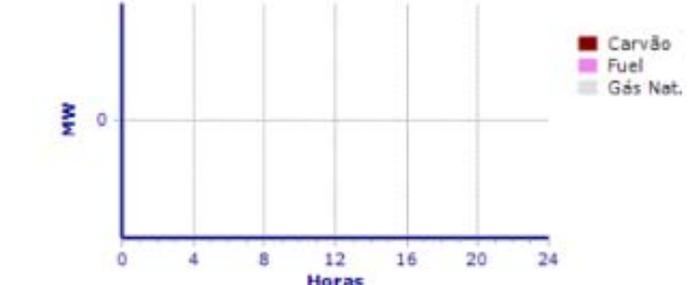
Produção em Regime Especial



Saldo Importador



Térmica



Fonte: www.ren.pt

Os aproveitamentos Hidroelétricos tem características únicas por serem renováveis e “despacháveis”

OPTIMIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTOR



- Grande flexibilidade de exploração;
- Reserva rápida do sistema;
- Fornecimento de serviços de sistema;
- Níveis de disponibilidade e fiabilidade muito elevados;
- Reserva importante para permitir a penetração de fontes de energia renovável intermitentes, nomeadamente a eólica;
- Maior equilíbrio no diagrama de cargas devido à possibilidade de bombagem.

MENOR DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA



- Redução da dependência energética e carbónica face ao exterior;
- Diminuição da dependência da volatilidade dos mercados e da eventual instabilidade em alguns países fornecedores.

OUTRAS FINALIDADES



- Reserva estratégica de água permitindo garantir o abastecimento de água para consumo humano e agrícola;
- Regularização de caudais e controlo de cheias;
- Contribuição para o cumprimento da Diretiva 2001/77/CE (Renováveis);
- Contribuição para a redução de emissões atmosféricas e para o cumprimento das metas da União Europeia.

Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP – via navegável do Douro

Douro - Eclusas de Navegação

- Todos os AH's do Douro Nacional foram equipados com eclusas de navegação, criando uma via navegável de 210 km de extensão, ligando Barca de Alva ao Oceano Atlântico.
- O desnível de Carrapatelo (35 m) é um dos maiores do mundo.



Nº DE ECLUSAGENS

ANO	Pocinho	Valeira	Régua	Carrapatelo	Crestuma	Total
2000	556	696	1 025	1 383	1 585	5 245
2008	1 363	1 464	2 378	2 237	2 631	10 073
2015	2 030	2 258	3 150	3 155	3 530	14 123
2016	2 092	2 271	3 237	3 205	3 605	14 410

Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP - Outros Usos

Castelo de Bode



Abastecimento de água à Grande Lisboa

Crestuma



Abastecimento de água à Grande Porto

Aproveitamentos do Cávado



Regularização necessária para o abastecimento de água à região de Braga

Aproveitamentos do curso principal do rio Douro



Cerca de 210 km de via navegável, do Porto até Barca de Alva (fronteira com Espanha)

Aguieira



Controlo de cheias do rio Mondego (Coimbra e Baixo Mondego)
Abastecimento de água para consumo humano
Regadio
Turismo e lazer

Sistema do Ave



Controlo fluvial

Castelo de Bode e Caniçada



Utilização turística

Destes exemplos, apenas a Aguieira foi especificamente instituída com o estatuto de “fins múltiplos”, tendo o Estado participado diretamente no investimento.

Agenda

I

Política Energética da União Europeia e impacto no Setor Elétrico Português

II

Benefícios da Hidroeletricidade para o Sistema Elétrico Português

III

Os Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção

IV

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a Longo Prazo

V

Conclusões

O desenvolvimento do parque hidroelétrico insere-se na Estratégia da EDP

Reforços de Potência da EDP Produção a entrarem em serviço até 2020

Central	Rio	Empresa	Tipo de central	Potência (MW)	Entrada em Serviço
Picote II	Douro Internacional	EDP	Não-Reversível	246	final 2011
Bemposta II	Douro Internacional	EDP	Não-Reversível	191	final 2011
Alqueva II	Guadiana	EDP	Reversível	256	dezembro 2012
Venda Nova III	Cavado	EDP	Reversível	779	janeiro 2017
Salamonde II	Cavado	EDP	Reversível	223	janeiro 2016
Total				1 695	

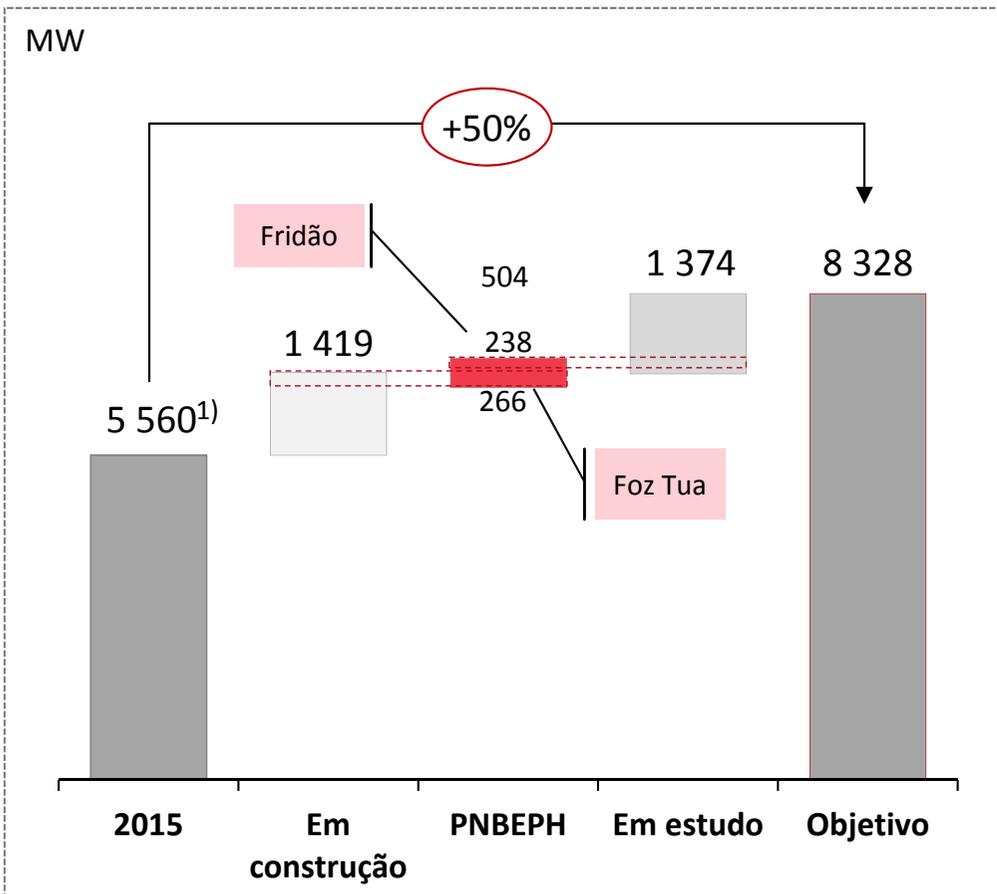
Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção a entrarem em serviço até 2020

Central	Rio	Empresa	Tipo de central	Potência (MW)	Entrada em Serviço
Baixo Sabor	Sabor	EDP	Reversível	186	jan. 2015/fev. 2016
Ribeiradio/Ermida	Vouga	EDP	Não-Reversível	82	maio 2015
Foz Tua	Tua	EDP	Reversível	266	abril 2017
Total				534	

EDP lidera o desenvolvimento do Plano Hidroelétrico em Portugal, aumentando a sua capacidade em 52%, investindo cerca de 3 000 M€

Investimento: 3 000 M€ até 2030

Trabalho: 7 200 diretos e 20 600 indiretos



- ~ **2 770 MW** de nova capacidade.
- Cerca de **4,1 Mt CO₂** evitadas (direta e indiretamente).
- ~ **4 700 GWh** de produção bruta e ~ **700 GWh** de produção líquida.

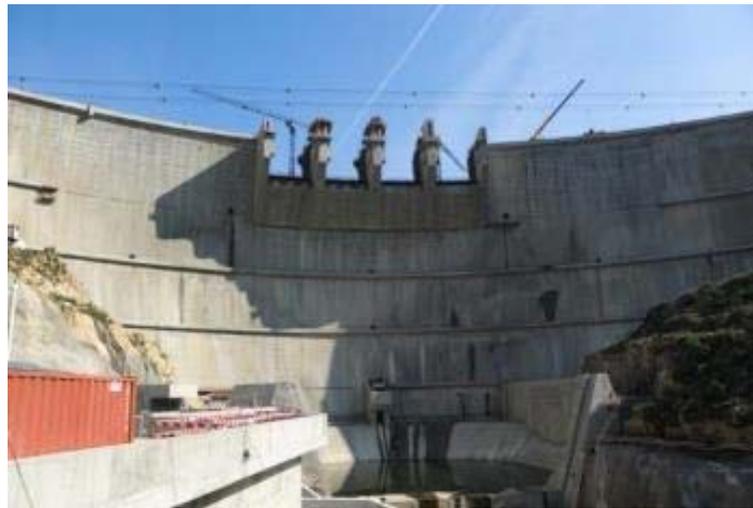
- De 2011 a 2015 a EDP construiu **809 MW** (Baixo Sabor Jusante (Feiticeiro), Ribeiradio+Ermida, Alqueva II, Picote II e Bemposta II) com **884 GWh** de produção bruta anual média.

2015

2030

1) Incluí 164 MW de PRE com remuneração garantida

Novos Aproveitamentos - Baixo Sabor



Montante



Jusante
(Feiticeiro)

Potência líquida	(Reversível) 186 MW
Produtibilidade bruta	460 GWh/ano
Produtibilidade líquida	215 GWh/ano
Emissões CO ₂ evitadas	351 kt/ano
Volume útil	630 hm ³
Entrada em serviço	jan. 2015/fev. 2016
Nº trabalhadores diretos	1 675
Nº trabalhadores indiretos	4 000

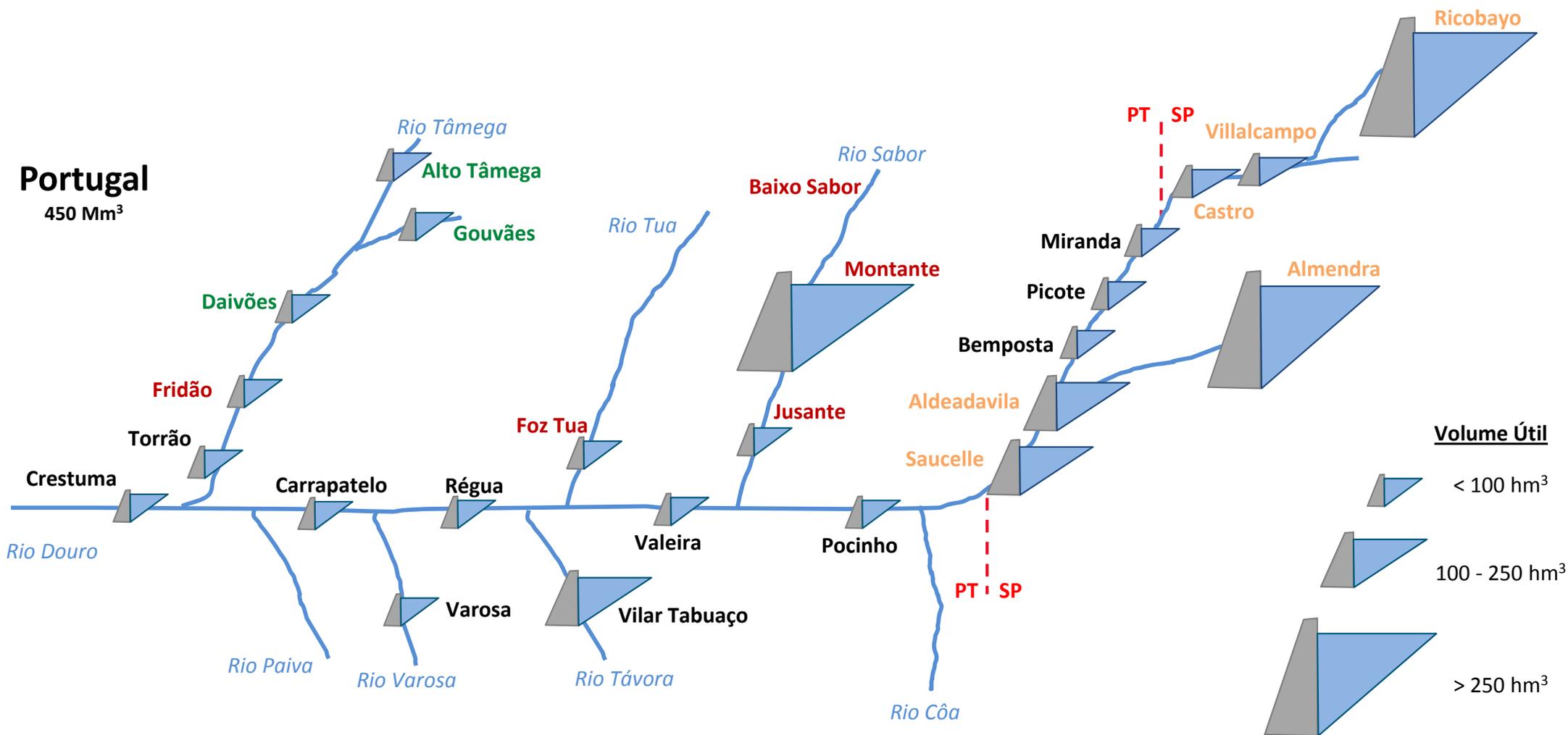
- O Baixo Sabor mais do que duplica a capacidade de armazenamento portuguesa na bacia do Douro, ao acrescentar 630 milhões de m³ adicionais.
- É constituído por dois escalões e está equipado com grupos reversíveis, o que possibilita ainda uma melhor gestão da produção, alavancada pela sua localização estratégica e que permite otimizar a produção de toda a cascata do Douro a jusante.

Novos Aproveitamentos - Baixo Sabor

Bacia do Douro	Bacia Espanhola	Bacia Portuguesa
Bacia Hidrográfica (km ²)	79 000 (81%)	18 500 (19%)
Armazenamento possível (hm ³)	8 470	4 465
Armazenamento atual (hm ³)	7 045	450
% do máximo possível	83%	9%

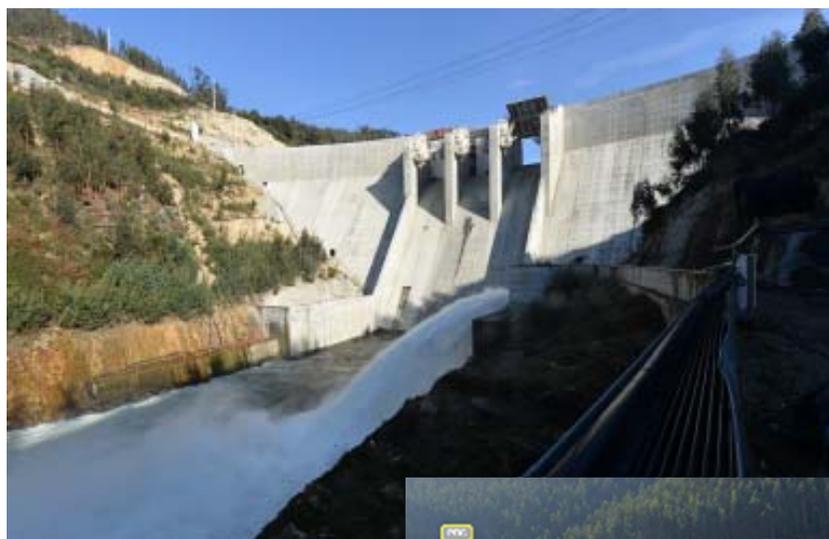
- A bacia nacional do Douro é a maior fonte de recursos hídricos do país, representando cerca de dois terços da produção hidroelétrica.
- Como os aproveitamentos existentes nesta bacia são do tipo “fio-de-água”, a produção de eletricidade está totalmente dependente da exploração dos aproveitamentos espanhóis.
- A criação de capacidade de armazenamento na bacia nacional do Douro representa para o sistema eletroprodutor uma mais valia significativa e insubstituível.

Baixo Sabor – Importância do Armazenamento



O Baixo Sabor mais do que duplica a capacidade de armazenamento Portuguesa no rio Douro, ao adicionar 630 Mm³ ao valor atual de 450 Mm³

Novos Aproveitamentos – Ribeiradio/Ermida (Vouga)



Ribeiradio



Ermida

Potência	82 MW
Produção anual	156 GWh
Volume útil	87 hm ³
Emissões CO ₂ evitadas	45 kt/ano
Entrada em serviço	maio 2015
Nº trabalhadores diretos	550
Nº trabalhadores indiretos	1 700

- Primeiro grande Aproveitamento Hidroelétrico do rio Vouga, constituído por dois escalões, ambos equipados com central elétrica, Ribeiradio e Ermida.
- O AH Ribeiradio/Ermida surge na sequência de concurso público lançado pelo INAG, ao qual a EDP concorreu em conjunto com a EVIVA Energy¹⁾ (grupo MARTIFER), numa parceria a 55%-45%. Posteriormente a MARTIFER baixou a participação para 2,7%.

Reforço de Potência de Venda Nova - Venda Nova III



Barragem de Venda Nova - 1951

Reforço de Potência de Venda Nova - Venda Nova III

Localização:

- Concelho de Vieira do Minho
- Freguesias de Ruivães e Campos
- Margem esquerda do rio Rabagão



- 1) Aproveitamento de Venda Nova / Vila Nova (1951)
- 2) Aproveitamento de Venda Nova II / Frades (2005)
- 3) Aproveitamento de Venda Nova III

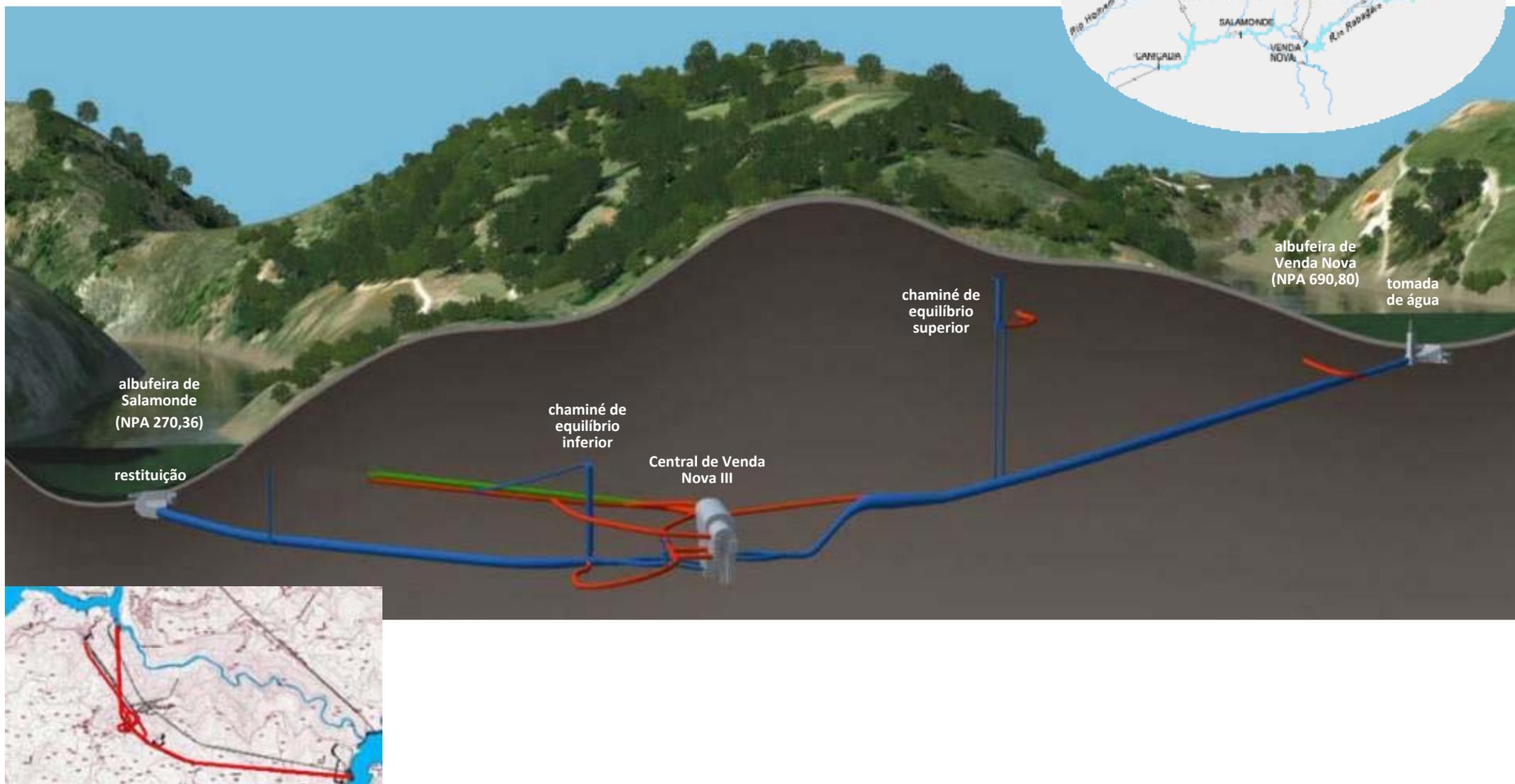
Potência líquida	(Reversível) 779 MW
Produtibilidade bruta	1 441 GWh/ano
Produtibilidade líquida	19 GWh/ano
Emissões CO ₂ evitadas	1 120 kt/ano
Entrada em serviço	janeiro 2017
Nº trabalhadores diretos	450
Nº trabalhadores indiretos	1 400



- A bacia do Cávado, embora de dimensão reduzida, apresenta boas características para os aproveitamentos hidroelétricos. O desnível de **420 metros**, entre Salamonde e Venda Nova, em apenas 4,5 km justifica o particular interesse deste local.
- Os **grupos de velocidade variável** que serão instalados em Venda Nova III, primeiros na Península ibérica, vão permitir um melhor aproveitamento da energia disponível na rede para bombagem.

Reforço de Potência de Venda Nova - Esquema

Perfil esquemático do conjunto



Reforço de Potência de Salamonde – Salamonde II

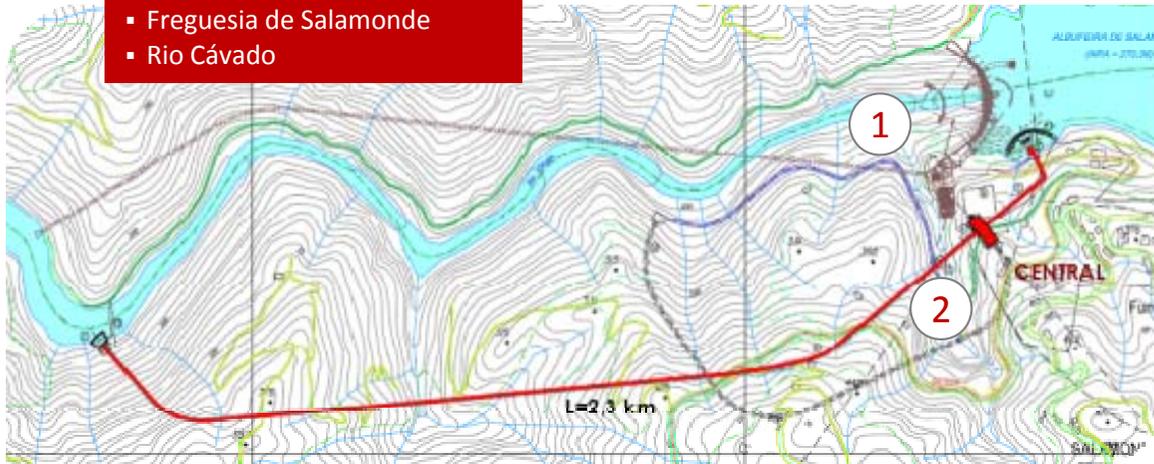


Barragem de Salamonde - 1953

Reforço de Potência de Salamonde – Salamonde II

Localização:

- Concelho de Vieira do Minho
- Freguesia de Salamonde
- Rio Cávado



- 1) Aproveitamento de Salamonde (1953)
- 2) Aproveitamento de Salamonde II

Potência líquida	(Reversível) 223 MW
Produtibilidade bruta	386 GWh/ano
Produtibilidade líquida	80 GWh/ano
Emissões CO ₂ evitadas	332 kt/ano
Entrada em serviço	janeiro 2016
Nº trabalhadores diretos	500
Nº trabalhadores indiretos	1 500

- A nova central incrementará cerca de cinco vezes a potência da central existente.
- Esta unidade é constituída por uma central subterrânea em caverna, um circuito hidráulico em túnel e diversos poços e túneis auxiliares e de acesso.
- A central está equipada com um grupo gerador reversível.



Reforço de Potência de Salamonde – Esquema

Perfil esquemático do aproveitamento



Novos Aproveitamentos – Foz Tua



Barragem



Vista Geral

Potência líquida	(Reversível) 266 MW
Produtibilidade bruta	667 GWh/ano
Produtibilidade líquida	275 GWh/ano
Emissões CO ₂ evitadas	480 kt/ano
Entrada em serviço	abril 2017
Nº trabalhadores diretos	1 000
Nº trabalhadores indiretos	3 000

- O Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua será constituído por um só escalão equipado com bombagem.
- Foz Tua foi o primeiro Aproveitamento Hidroelétrico lançado a concurso público pelo INAG, ao abrigo do Plano Nacional de Barragens Elevado Potencial Hidroelétrico.
- Atualmente em fase final de construção.

O desenvolvimento do Plano Hidroelétrico da EDP no período 2014-2025 é gerador de emprego

Situação em junho de 2014

Aproveitamentos	Nº Trabalhadores em obras	Locais	Nº Empresas	Locais
Baixo Sabor	1 351	197	160	9
Ribeiradio / Ermida	637	121	101	22
Venda Nova III	862	236	94	13
Salamonde II	425	73	65	10
Foz Tua	787	284	61	5
Total	4 062	911	481	59

A construção dos aproveitamentos hidroelétricos gera emprego e desenvolvimento económico, mesmo a nível local.

Agenda

I

Política Energética da União Europeia e impacto no Setor Elétrico Português

II

Benefícios da Hidroeletricidade para o Sistema Elétrico Português

III

Os Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção

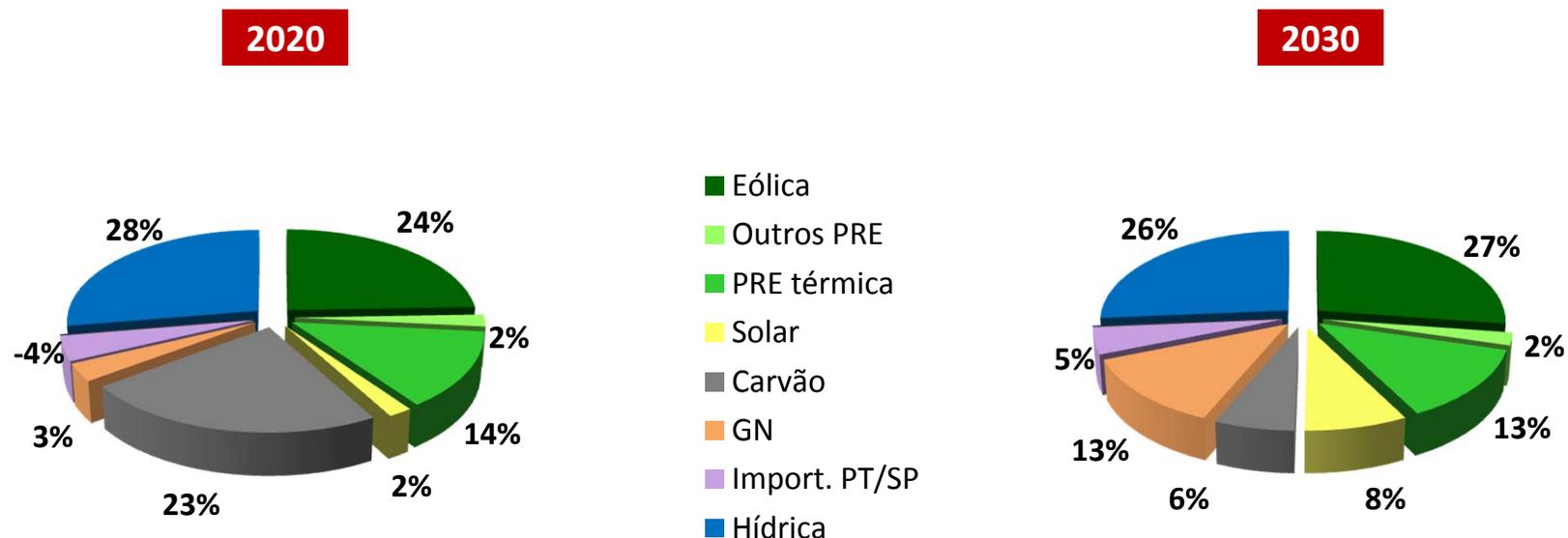
IV

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a Longo Prazo

V

Conclusões

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a longo prazo



- O programa hidroelétrico em curso permite manter a quota acima de 25% em 2030.
- O Solar terá uma quota de cerca de 8% em 2030.

NOTA: PRE Térmica: Cogeração + Biomassa + Biogás + RSU
Outros PRE: Mini-Hídrica, ondas

Fonte: Estudos DRM

Agenda

I

Política Energética da União Europeia e impacto no Setor Elétrico Português

II

Benefícios da Hidroeletricidade para o Sistema Elétrico Português

III

Os Novos Aproveitamentos Hidroelétricos da EDP Produção

IV

Evolução da Estrutura da Produção em Portugal a Longo Prazo

V

Conclusões

Conclusões

- ❖ Entraram em exploração em 2016 ou estão em fase final de construção cerca de **1 400 MW** (Baixo Sabor, Salamonde II, Venda Nova III e Foz Tua) hidroelétricos da EDP Produção, tendo já no passado recente (entre 2011 e 2015) sido desenvolvidos cerca de **800 MW** (Picote II, Bemposta II, Alqueva II, Ribeiradio/ermida e Feiticeiro).
- ❖ Com o enorme aumento esperado de produção renovável, o **armazenamento** será uma importante ferramenta para gerir e operar sistemas de energia de uma forma mais sustentável. Ao nível da produção, em Portugal, **os aproveitamentos hidroelétricos** desempenham um papel importante na gestão do sistema elétrico e no armazenamento de energia, porque são uma tecnologia **flexível, económica e comercialmente disponível**. Para além disso, contribuem para a redução da dependência energética e para a redução das emissões de CO₂.
- ❖ As energias Renováveis têm um peso significativo no Sistema Eletroprodutor Português, representando cerca de 50% do abastecimento do consumo.
- ❖ A transição para um parque produtor de baixo carbono pressupõe no caso Português, tal como em muitos países europeus **mais Energias Renováveis**, assumindo a hidroeletricidade um papel cada vez mais importante no Sistema Elétrico Nacional.



FIM

