

Transição Energética: Desafios na gestão do sistema elétrico

Apresentação do Relatório

27 de Outubro

Motivação

- As alterações climáticas afiguram-se cada vez mais impactantes.
 - A aposta na transição energética não é uma opção, mas sim uma necessidade.
- O recente conflito bélico amplificou a já existente crise do gás natural, colocando uma enorme pressão no preço desta fonte energética.
 - Este inesperado conflito promoveu uma mudança de paradigma no que diz respeito à segurança de abastecimento.
- Na perspetiva tradicional, a flexibilidade provém, essencialmente, da geração com centrais térmicas ou hidroelétricas, às quais se juntam as interligações.
- A integração massiva de geração renovável variável introduz novos desafios ao sector elétrico.

Segurança operacional

- As fontes de energia renováveis assumem já mais de metade de toda a produção elétrica em Portugal:
 - 41% (2017) - 66% (2021);
 - As centrais hidroelétricas são um dos principais fatores da segurança de abastecimento do sistema elétrico em Portugal.
- Num sistema 100% renovável, as vicissitudes das fontes renováveis implicam desafios para a segurança operacional:
 - Incerteza da disponibilidade eólica;
 - Limitação de produção inerente ao período de radiação solar;
 - Dependência da pluviosidade.
- Para que a segurança operacional seja robusta implica conhecer a disponibilidade de cada recurso, e ter geração suficiente para suprir a variabilidade do consumo.

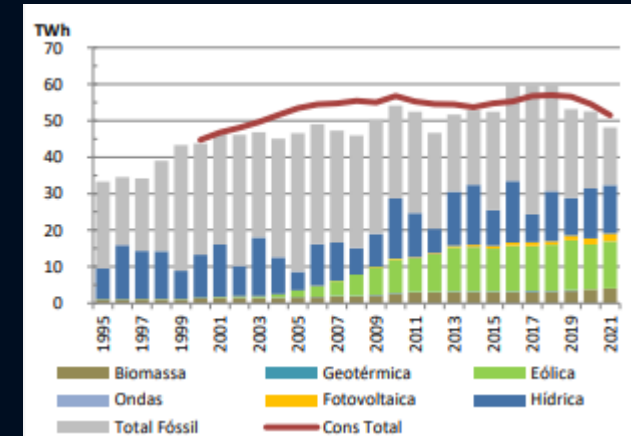


Fig. 1 - Produção de Eletricidade por fonte de energia (Fonte: DGEG)

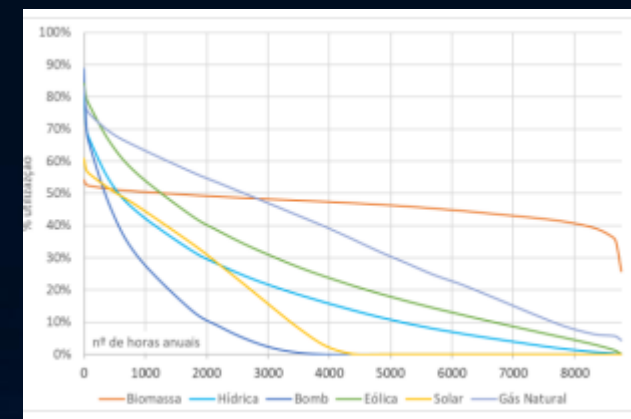


Fig. 2 – Potência média 2017 – 21 (Fonte: REN datahub)

Biomassa

- Em Portugal, a produção elétrica a partir da biomassa representa uma potência firme relevante, cuja média anual (373 MW) é cerca de 85% do valor máximo verificado anualmente (420 MW).
- Em 2021, esta fonte produziu cerca de 3.5 TWh:
 - representando quase 7% da produção nacional de eletricidade.
- As centrais elétricas alimentadas a biomassa baseiam-se em sistemas termoelétricos ou de cogeração.
- Os sistemas termoelétricos assumem-se como uma solução de valorização energética dos resíduos sólidos urbanos ou dos resíduos florestais.
- Maior parte da capacidade existente está associada à Cogeração, sendo indissociável da atividade industrial.
 - Isto significa que esta produção não é totalmente programável, mas estável e previsível.
 - A valorização da biomassa residual florestal como fonte de energia limpa permite promover o dinamismo do setor florestal, alavancando a limpeza e preservação da floresta e representando uma fonte de valor económico distribuído no território.

Hídrica

- Variações anuais muito expressivas:
 - 2017: 7.4 TWh (13.5% do total)
 - 2020: 13.9 TWh (28% do total);
- **Sazonalidade**
 - Maiores índices de pluviosidade durante o inverno resultando em maiores índices de produção hidroelétrica;
 - Nestes períodos têm sido registados períodos de vários dias consecutivos de produção elétrica 100% renovável (impulsionado pela hídrica e eólica);
- **Capacidade de armazenamento**
 - As instalações com bombagem (atualmente 3.5 GW), contribuem para maior flexibilidade do sistema energético;
- **Flexibilidade de curto prazo**
 - Programável dentro dos critérios de gestão dos recursos hídricos;
- **Planeamento**
 - Capacidade de prever a disponibilidade possibilitando um planeamento de curto e médio prazo, contribuindo para a flexibilidade do sistema.

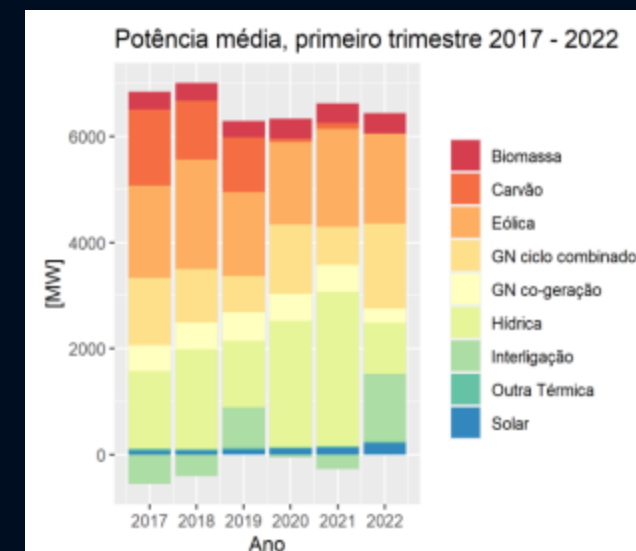


Fig. 3 - Potência média por fonte de energia (Fonte: REN datahub)

Eólica

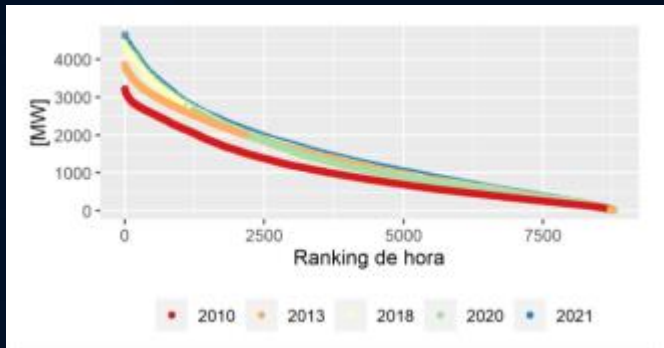


Fig. 4 – Curva de duração de produção eólica (Fonte: REN datahub)

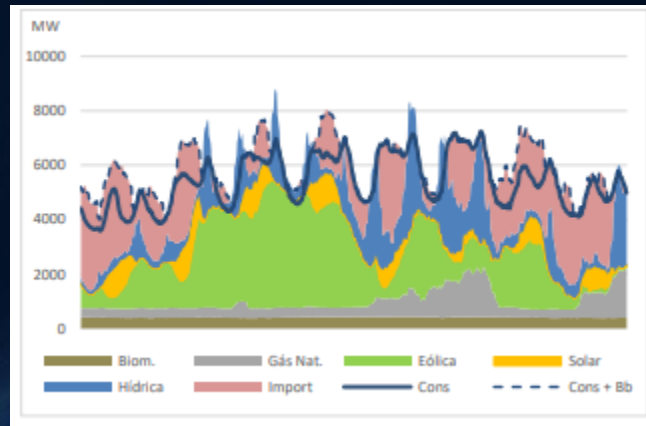


Fig. 5 – Energia elétrica produzida, por fonte, de 17 a 24 de abril de 2022 (Fonte: REN datahub)

- Crescimento expressivo nos últimos 20 anos, em particular entre 2003 e 2013.
- 5.5 GW de capacidade instalada, com produção média anual de aproximadamente 13 TWh.
- Em abril de 2022, a produção eólica registou um máximo histórico de 4 741 MW.
 - Com variações de produção, superiores a 800 MW, em períodos de uma hora, representando perto de 15% do consumo.
- Na próxima década, é expectável um aumento em 4 GW de potência eólica.
 - Representando um aumento de quase 80%, podendo originar cerca de 20 TWh de energia eólica anual.
- Apesar da sua imprevisibilidade, a energia eólica representa um importante contributo no *mix* de produção, sobretudo na dimensão de segurança de abastecimento e dependência de importação.

Solar fotovoltaica

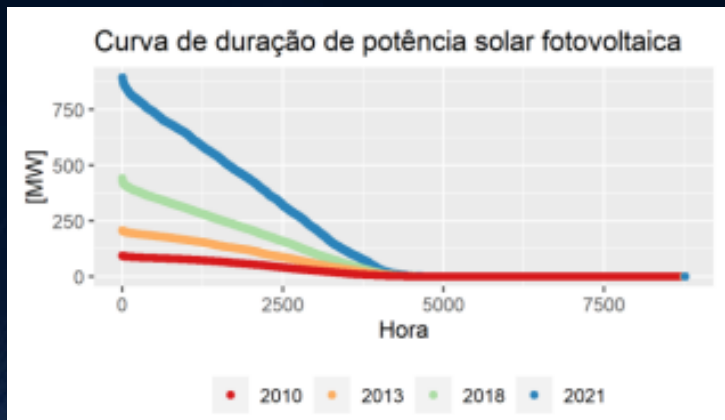


Fig. 6 – Curva de duração de produção de energia fotovoltaica (Fonte: REN datahub)

- Entre 2010 e 2021, a potência máxima verificada em parques solares aumentou de 100 MW para perto de 900 MW.
- Até 2030, espera-se um aumento significativo da potência instalada, atingindo 9GW - (volume anual de 15TWh) – Implicando uma complementaridade com soluções de armazenamento de grande dimensão:
 - bombagem hídrica, conversão em combustíveis renováveis, armazenamento térmico, baterias convencionais ou ainda através da mobilidade elétrica.
- Uma vantagem desta fonte está relacionada com o seu nível de previsibilidade.

Contexto Ibérico

Portugal tem cerca de 21 GW de potência instalada:

- 4 GW em centrais de ciclo combinado, 1 GW em cogeração a Gás Natural, 7.1 GW em centrais hídricas, 5.5 GW de eólica.

A capacidade da interligação com Espanha é de cerca de 5 GW.

O consumo máximo elétrico português registado ronda os 9.8 GW.

Devido à forte interligação elétrica, bem como o mercado de eletricidade comum, importa também analisar a capacidade existente em toda a região ibérica.

- A ponta de consumo no sistema elétrico Espanhol nos últimos 5 anos foi de 38 GW, o que somado ao máximo Português perfaz 48 GW.
- A capacidade instalada no sistema Ibérico é de 130 GW, onde 36.5 GW são em gás natural, 7 GW em nuclear, 7 GW em carvão, mais de 20 GW em hídrico, e 20 GW em eólico.
- Fazendo uma estimativa da capacidade despachável disponível, existirão cerca de 70 GW.
- Em termos ibéricos, a adequabilidade da potência existente é bastante superior ao que se verifica apenas em Portugal.
- Na próxima década, existe uma expectativa de aumento significativo de capacidade solar e eólica, podendo atingir 30 GW de solar e 40 GW de eólica. Anualmente poderão ser produzidos cerca de 150 TWh/ ano destas fontes, o que equivale a 50% do consumo elétrico atual na Ibéria.

Serviços de Sistema

- Os operadores da rede de transporte e distribuição terão de responder a vários desafios para garantir a estabilidade e resiliência dos sistemas elétricos.
- Dos principais serviços que constituem hoje de garantia de segurança do SEN, destacamos:
 - Bombagem hídrica (armazena excesso de produção);
 - Áreas de balanço (equilíbrio de produção e consumo);
 - Reserva de regulação (deslastre de cargas de consumo não essenciais, nomeadamente bombagem);
 - Banda de Reserva de Regulação (redução de consumo em indústrias eletrointensivas);
- Outras soluções, mais disruptivas:
 - Estabelecer uma coordenação entre o operador de transporte e distribuição de rede;
 - Recurso a comunidades de energia para agilizar a integração de renováveis e serviços de flexibilidade;
 - Utilização de excedentes de produção elétrica para a síntese de novos combustíveis renováveis;
 - Planeamento da utilização da energia – períodos preferenciais para carregamento de veículos elétricos;
 - Armazenamento de energia em veículos elétricos (V2G);
 - Deslastre seletivo de cargas não essenciais – para grandes clientes de serviços ou mesmo domésticos;
 - Armazenamento doméstico de energia;
 - Aumento significativo da capacidade comercial da interligação ibérica com outros sistemas.

Inércia do Sistema

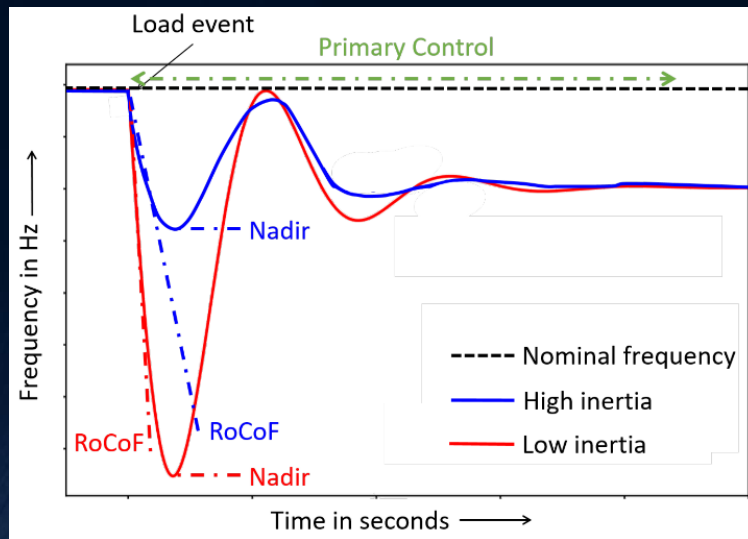


Fig. 7 – Resposta em frequência com alta e baixa inércia [1]

- Os geradores tradicionais têm os seus terminais diretamente ligados à rede e a energia cinética armazenada nas suas massas girantes é automaticamente trocada com a rede em situação de desequilíbrio.
- As unidades de geração renovável variável são ligadas à rede através de conversores de potência eletrónicos que desacoplam os geradores da rede, o que implica que os mesmos não forneçam qualquer inércia ao sistema sendo necessário encontrar soluções técnicas para colmatar a diminuição da inércia do sistema.

Como operar um sistema sem inércia mecânica

Inércia Sintética:

Capacidade de transferir energia da rede para os equipamentos usando diferentes esquemas de controlo. O objetivo é imitar parte do comportamento da inércia fornecida instantaneamente pelos geradores síncronos.

- Neste momento, existem no norte de Portugal alguns parques eólicos mais recentes com interface eletrónica com esse propósito. Estes mecanismos, apesar de não oferecerem inércia ao sistema, diminuem o seu tempo de resposta, permitindo conservar a frequência do sistema dentro dos limites desejados.

Tipo	Requisito
Frequência	Capacidade de manter o parque ligado à rede dentro de uma gama de frequências
	Capacidade de suportar taxas de variação de frequência (ROCOF)
	Capacidade de modelar a potência ativa em resposta a variações de frequência
Robustez	Capacidade de suportar cavas de tensão
	Capacidade de recuperação de potência ativa após defeito
Tensão	Capacidade de permanecer ligado à rede elétrica dentro de uma gama de tensões
	Capacidade dinâmica de injeção de potência reativa durante defeito
	Capacidade estática de absorção / injeção de potência reativa
	Funcionamento em modo de controlo de potência reativa, modo de controlo de fator de potência e modo de controlo de tensão

Tabel 1 – Requisitos de ligação

Conclusão

- A transição energética é uma arma fundamental no combate às alterações climáticas. Em particular, o sector elétrico irá registar uma assinalável mudança, para um sistema maioritariamente baseado em fontes de energia renovável.
 - Portugal tem boas condições para alcançar um *mix* de produção de eletricidade 100% renovável. Contudo, existem desafios, sendo vital uma boa complementaridade entre todas as tecnologias renováveis.
- A geração hidroelétrica é considerada a principal fonte renovável de produção de energia elétrica em Portugal.
 - Apesar de fortemente influenciada pela pluviosidade anual, tem um impacto significativo na produção de eletricidade. As albufeiras das barragens constituem não só uma solução de armazenamento de água, como também uma solução robusta de armazenamento energia a curto e longo prazo.
- Entre 2000 e 2020, houve um forte crescimento da potência eólica instalada.
 - A geração eólica garante um considerável volume de energia anual, contudo a não controlabilidade do recurso primário aliada à sua incerteza, fazem com que o seu contributo para segurança operacional não seja considerável.
- Para atingir a meta 100% renovável, o vetor do consumo terá de desempenhar um papel mais ativo para equilíbrio do sistema, por exemplo através das comunidades de energia.

Conclusão

- A substituição de máquinas síncronas por recursos baseados em inversores, (eólica, solar e certos tipos de baterias de armazenamento) tem dois efeitos antagónicos:
 - Diminuição da quantidade de inércia disponível no sistema;
 - Capacidade de resposta mais rápida do que os recursos convencionais, reduzindo a quantidade de inércia tradicionalmente necessária;
 - A combinação de inércia e resposta de frequência mecânica pode ser substituída pela resposta de frequência baseada em eletrónica de potência dos recursos baseados em inversores (inércia sintética) .
- O aumento da capacidade de interligação com a Europa continental apresenta um papel importante como medida de fortalecimento da segurança de abastecimento e da segurança operacional do Sistema Eléctrico Ibérico.
 - Esta solução permitirá aumentar o trânsito de energia, a exportação de electricidade de fonte renovável, da qual seremos cada vez mais excedentários, nomeadamente fotovoltaica e eólica;
 - Permitirá também reduzir a utilização de back-up fóssil na Península Ibérica em momentos de baixa produção renovável;
 - Outra vantagem, em particular para a Ibéria, assenta no aumento da inércia global do sistema, nomeadamente pela elevada produção nuclear em França, com geradores síncronos.

Energia em DEBATE

UMA INICIATIVA FELPT
Associação Portuguesa da Energia

Transição Energética: Desafios na gestão do sistema elétrico

27 de Outubro 2022, 17h30 – 19h