



SINERCONSULT
Sinergia em soluções



UNICAMP



XXIV SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

Impactos da inserção massiva de fontes intermitentes de geração de energia elétrica na operação de sistemas interligados

**GPL - GRUPO DE ESTUDO DE
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS
ELÉTRICOS**

**FERNANDO A. A. PRADO JR.;
PAULO S. F. BARBOSA e
MARCOS LEONE FILHO**



Introdução

Fontes intermitentes tem muitos atrativos

- ✓ Baixa intensidade de carbono → muitos países enxergam nessas alternativas estratégias para cumprimento das metas de redução de emissões de GEE
- ✓ Expansão modular
- ✓ Resposta eficiente para políticas públicas (“feed in”, quotas)
- ✓ Custos decrescentes
- ✓ Diversificação da oferta → aumento da segurança energética.

Eólicas no Brasil → 27,1 MW em 2005 para uma capacidade projetada de 17.281 MW (2020) (Abeolica).

Eólicas no mundo → 17,4 GW em 2000 para 432,9 GW em 2015. (Global Wind Report)

Usinas Fotovoltaicas no Brasil → em 2016 ~ nula evoluindo para 2,9 GW em 2019 (ANEEL)

Usinas Fotovoltaicas no Mundo → em 2000 existiam 1,3 GW sendo esperado 540GW em 2019 (EPIA- European Photovoltaic Industry Association)

Preços Declinantes

Alemanha, Austrália, Japão e o estado da Califórnia registraram redução superior a 50% do custo do investimento na capacidade instalada desde 2008.

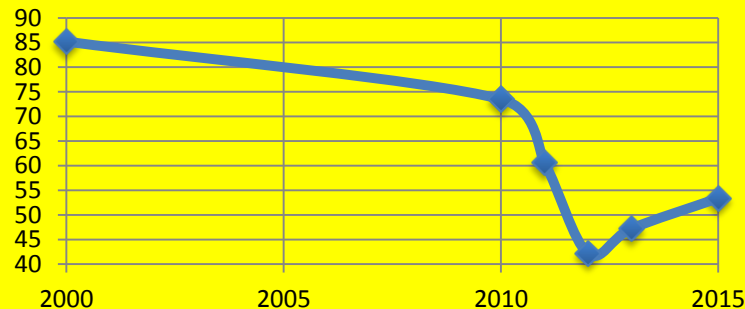


Ganhos de produtividade e elevada expectativa que eles ainda perdurem por bom tempo



Muitos incentivos públicos → O Deutsche Bank avaliou que 75% dos investimentos em projetos de energia solar fotovoltaica e 45% dos projetos de energia eólica foram influenciados positivamente de uma forma ou de outra por políticas públicas (2000-2009)

US\$/MWh leilões de energia eólica no Brasil



Expansão irresistível

Referencias
da literatura
indicam

- ✓ Conjunto de pesquisadores que acreditam que a maioria dominante da eletricidade será produzida por FI.
- ✓ Conjunto de pesquisadores que acreditam que essa meta poderia ser atingida com facilidade se existissem as condições políticas que promovessem os incentivos adequados à sua consecução.
- ✓ Outros no entanto enxergam limites a esta expansão (quase) absoluta por conta de impactos operativos relativamente a custos de reservas e necessidades tecnológicas e diversos impactos colaterais. Finalmente outros ainda avaliam que como valor marginal da energia produzida decresce com a penetração das FIs ocorreria naturalmente a inviabilidade de expansões muito robustas pela ausência de atratividade de investimentos,

Segurança Energética

O conceito de segurança energética pode ser traduzido pela disponibilidade de energia a qualquer tempo, em diferentes formas, em quantidade adequada e com preços viáveis, sem impactos que sejam inaceitáveis ou irreversíveis ao meio ambiente ou a economia.

Adequação, habilidade de administrar a oferta integrada do conjunto de fontes de geração e simultaneamente os requisitos energéticos e elétricos para todos os consumidores em todos os momentos, inclusive no longo prazo.

Segurança Energética habilidade de administrar contingências por meio de equipamentos e regras operativas que suportem os despachos coerentes, com restrições (quando necessárias) e pelos serviços ancilares.

Economia, habilidade de operar com tarifas e preços acessíveis a todos os consumidores, sem comprometimento da economia e nem do meio ambiente, permitindo-se que indústria de energia realize investimentos e a manutenção preservando assim as dimensões de segurança precedentes íntegras

Impactos da penetração massiva das FI's

- (I) Despachos operativos mais rápidos;
- (II) Startups mais frequentes;
- (III) Carga mínima assegurável de térmicas (como reserva girante, por exemplo) sendo demandadas com maior frequência → consequentemente com aumento do consumo de combustíveis e paradoxalmente com aumento de intensidade de emissões;
- (IV) Menor eficiência operativa dessas usinas e
- (V) Maior incidência de riscos e custos na operação por parte dos Operadores Independentes de Sistemas

Custos adicionais - controversos

- ✓ Sistemas de Transmissão mais robustos.
- ✓ Custo de oportunidade de geradores térmicos obrigados a permanecerem em reserva

Observe-se que nem todos os custos são das FI's, podendo ser arcados pelos geradores de fontes de back-up. Obviamente em algum momento estes custos precisarão de critérios sobre sua partição.

Impactos da penetração massiva das FIs

Como calcular os Custos adicionais?

A primeira contempla uma modelagem com diferentes cenários de penetração das FI e com diferentes cenários de geração (modelos de geração estocásticas) comparando-se o custo operativo esperado para cada um desses cenários comparado com a mesma capacidade instalada sem FI. Considerando-se a mesma composição (“mix”) das fontes tradicionais ou considerando-se um conjunto de usinas com a melhor tecnologia disponível (Better Available Technology - BAT).

A segunda alternativa define-se um período de tempo (por exemplo 3 anos) e se faz uma modelagem considerando-se que a produção das FIs dos últimos 3 anos teria sido determinística e se compara com o custo incorrido real.

Como dividir os Custos adicionais?

Individualmente?

Como proporção do impacto da planta no subsistema onde ela esta inserida?

De forma isonômica entre todos os geradores?

De forma isonômica entre todos os consumidores?

Qualquer modelo hibrido destas alternativas?

O mesmo conceito pode ser enfrentado para dividir benefícios sistêmicos, como por exemplo, a disponibilidade de certificados de emissões evitadas.

Quanta disponibilidade de reservas deve ser requerida?

A capacidade adicional que o Operador do Sistema precisa dispor (“on line” ou “off-line”) para atender a demanda de energia e assegurar a confiabilidade sempre e quando a carga ou a geração diferirem do previamente planejado.

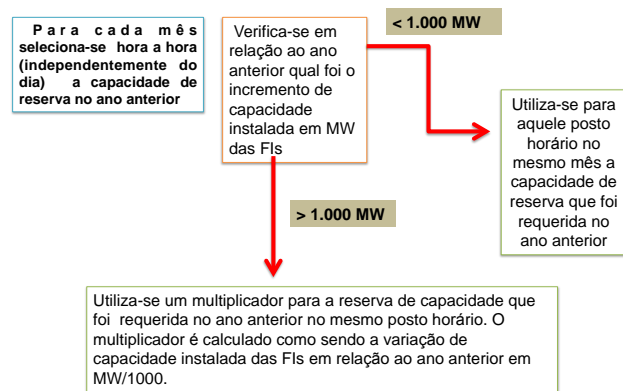


Problema pode ser mitigado

- ✓ Avanços tecnológicos
- ✓ Preços horários.
- ✓ Obrigação de servir.
- ✓ Capacidade de intercâmbio do Sistema.
- ✓ Rapidez de entrada em operação das usinas – automação do sistema.

Quanta disponibilidade de reservas deve ser requerida? Exemplos.

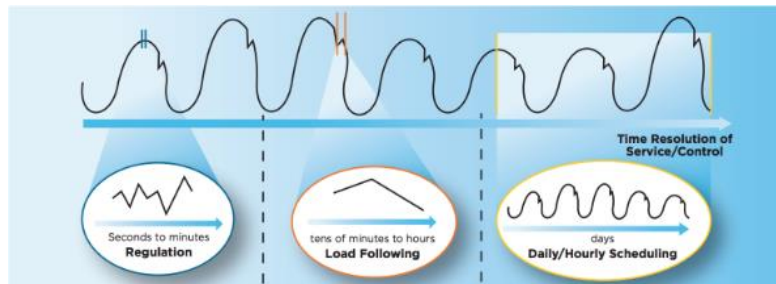
O sistema Texas, analisa a capacidade de usinas de reservas efetivamente utilizadas nos últimos 30 dias e no mesmo mês no ano anterior e faz o mesmo para a capacidade instalada das FIs nos últimos 30 dias e no mesmo mês do ano anterior. Para cada 1.000 MW adicionais de capacidade instalada de FI se utiliza um multiplicador sobre as reservas efetivamente utilizadas no caso mais relevante(no mês passado ou no ano anterior) .



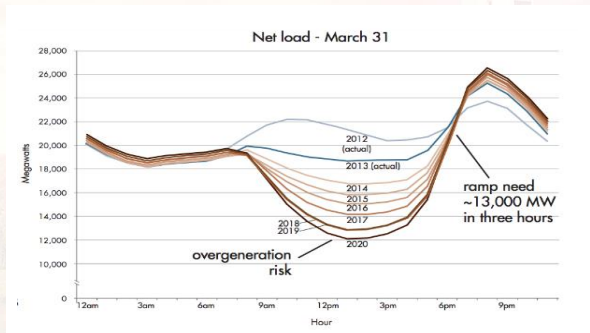
Alemanha 3 GW capazes de entrar em operação em 30 segundos. Outros 4,9 GW são disponibilizados para serem requeridos em 5 minutos, basicamente lastreados em hidroelétricas algumas delas reversíveis. Um terceiro bloco de usinas disponibilizados para uma reserva pode ser composta inclusive por usinas de FIs com montante de 2,4 GW para as quais se espera uma entrada em operação em até 15 minutos.

Califórnia usa 1% do sistema total para cada 100 MW de FI

Dificuldades dos ISOs/ RTOs



Escala de tempo dos Operadores



Rampas acentuadas

Erros inerentes ao planejamento das expectativas da carga (Banco Mundial estima que os erros sejam da ordem de 1,5% no dia seguinte; 5% na semana que vem).

Temperatura e clima

Contingencias

Intercâmbios cada vez mais frequentes.

Incerteza da carga

Intermitência

Formação de Preços

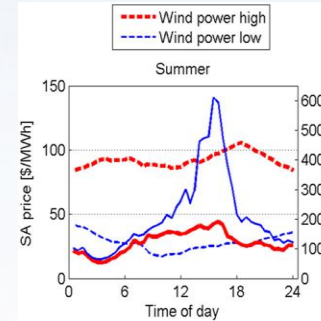
Direcionadores de Preços:
Brasil → Demanda por energia; Recursos Hídricos.

Países com predominância Térmica a influencia das Fls já se faz presente

Preços mercado spot muito baixo provocam efeito rebote em investimentos.

Mercados com desenhos de muita proteção ao risco acabam não incentivando a eficiência Brasil???)

Mercados com maior exposição ao risco acabam por exigir incentivos para a financiabilidade dos projetos



Preços no spot na Austrália influenciado por eólicas

As Fls também ampliam os riscos de sub-mercados e exigem critérios mais objetivos de alocação dos custos dos serviços ancilares

Alternativas- Possíveis soluções

- ✓ Investimentos em Transmissão → diversidade geográfica.
- ✓ Investimentos em armazenagem → baterias a reboque da mobilidade elétrica ? Hidroelétricas com reservatórios no Brasil?
- ✓ Melhorar a previsão climática → planejamento da operação.
- ✓ Maior esforço → planejamento integrado de recursos contemplando em especial a diversidade de fontes intermitentes (Demografia*)
- ✓ Incentivo → Resposta da Demanda.
- ✓ Esforços regulatórios → desenhos de mercado; tarifas dinâmicas e preços horários.

Por exemplo estima-se que até 2050 a população dos estados do Arizona e Nevada venham a mais que dobrar suas populações, enquanto está previsto que os estados da Florida e do Texas tenham crescimento populacional da ordem de 65%. Já o Distrito de Columbia terá sua população reduzida em 35%.

Comentários Finais


Os autores anteveem grande desenvolvimento tecnológico na ciência e na regulação dos temas conexos com a inserção massiva das Fls, que requer novos paradigmas na concepção física e de mercado dos sistemas de potência com grande presença de Fis.

O desenvolvimento deste artigo que faz parte desses esforços, como parte do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela ANEEL, intitulado P&D “IRIS - Integração de Renováveis Intermitentes: Um modelo de simulação da operação do sistema elétrico brasileiro para apoio ao planejamento, operação, comercialização e regulação.”, sendo desenvolvido desde Março/2016, tendo a AES Uruguaiana como empresa proponente, e um conjunto de empresas cooperadas, a saber: **(ii)** AES Tietê S.A., **(iii)** Companhia Energética Rio das Antas, **(iv)** Foz do Chapecó Energia S.A., **(v)** Candeias Energia S.A., **(vi)** Companhia Energética Potiguar, **(vii)** Companhia Energética Manauara, **(viii)** Paulista Lajeado Energia, **(ix)** BAESA-Energética Barra Grande S.A., **(x)** ENERCAN – Campos Novos Energia S.A., **(xi)** Barra da Braúna Energética S.A., **(xii)** Itiquira Energética S.A.


Agradecemos !!!


**Fernando A. Almeida Prado Jr.; Paulo S.F. Barbosa
e Marcos Leone Filho**

 (011) 26667-0133 (Sinerconsult)

 (011) 97245-0333 (Fernando)

 (019) 98195-0109 (Marcos)

 fernando@sinerconsult.com.br
marcos@venidera.com

 www.sinerconsult.com.br
www.venidera.com.br