

## **Benefícios de uma integração dos mercados elétricos – Exemplo da Alemanha e Europa**

Apresentação para o seminário internacional “Integração e segurança elétrica na América Latina”  
Rio de Janeiro, 26 de agosto 2016  
Benjamin Bayer, IASS Potsdam

### **1 Programa de Trabalho no tema de Energia no IASS**

---

O meu nome é Benjamin Bayer e represento o Instituto para Estudos de Sustentabilidade de Potsdam, que se encontra perto da capital Berlim, na Alemanha.

O instituto é financiado pelo Ministério de Educação e Pesquisa. Desde sua fundação em 2009 cresceu bastante e atualmente trabalham aproximadamente 100 pesquisadores no instituto.

O diretor fundador do instituto é professor Klaus Töpfer, que trabalhou a maioria da sua vida sobre temas ambientais. Por exemplo, ele foi ministro do meio ambiente na Alemanha nos anos 90 e ele participou também na Conferência do Rio de Janeiro no ano 92 e na última conferência RIO+20 também aqui no Rio. Ele é também membro do partido da Chanceler Merkel, que é diretamente vinculado com a fundação Konrad Adenauer.

O objetivo do instituto é fazer pesquisa sobre temas que podem ter uma grande influência para um futuro mais sustentável. O meu grupo trabalha sobre diversos aspectos da transformação energética e da energia renovável.

### **2 Principais mensagens**

---

No dia de hoje, irei falar sobre os benefícios e desafios de uma integração dos mercados elétricos do ponto de vista da Alemanha e da Europa, que se encontram no processo de uma transformação fundamental para um sistema com uma alta porcentagem de energia eólica e fotovoltaica. Especialmente neste contexto, existem várias opções para otimizar os recursos elétricos nos países na Europa.

### **3 Estado atual da energia renovável na Europa**

---

Começamos com o estado atual da energia renovável na Europa.

O slide mostra o desenvolvimento da energia renovável na Europa nos últimos seis anos. Você pode ver que a geração de energia renovável cresceu continuamente e os crescimentos da energia eólica e fotovoltaica foram especialmente grandes. Por exemplo, a geração da energia eólica duplicou nos últimos seis anos e a geração da energia fotovoltaica é cinco vezes superior que no ano 2010.

Dado que o consumo elétrico na Europa é constante desde há cerca de 10 anos, a porcentagem da energia renovável na geração total cresceu e chegou a 30 por cento no ano 2015.

Também as previsões para o futuro mostram que a geração eólica e fotovoltaica seguirá crescendo nos próximos anos porque elas são as duas opções mais econômicas dentro da energia renovável. E têm possibilidade de baixar ainda mais os custos. Ademais, ainda há muitas áreas disponíveis para desenvolver estas duas tecnologias.

O desenvolvimento da matriz de energia renovável na Alemanha é praticamente semelhante à média da Europa. A diferença é que a porcentagem da energia renovável é um pouco mais elevada na Alemanha que na média da Europa. Adicionalmente temos menos geração via hidroelétricas por causa da geografia. Em compensação, produzimos mais energia eólica e fotovoltaica.

#### **4 Dia com alta geração de energia eólica e fotovoltaica**

---

No próximo slide quero mostrar a vocês o impacto da energia eólica e fotovoltaica na Alemanha. Para isso este slide demonstra a geração das diferentes tecnologias durante três dias do mês de maio deste ano.

Selecionei esses dias porque foram dias bem ensolarados e com muito vento, logo a geração da energia renovável foi relativamente alta durante todo este tempo. No segundo dia neste slide se estabeleceu um novo recorde para Alemanha quando a energia renovável produziu 85 por cento do que estava sendo consumido ao meio-dia no país.

Neste slide podemos descobrir também um dos benefícios de uma integração dos mercados elétricos na Europa.

O slide demonstra que a geração durante estes três dias foi sempre maior que o consumo elétrico. Quer dizer que durante todo esse tempo, a Alemanha exportou energia aos países vizinhos. Por exemplo, Áustria, Suíça, França, Holanda e Luxemburgo. Estes países tem uma porcentagem de energia eólica e fotovoltaica mais baixa e assim podemos usar também os recursos elétricos deles para equilibrar a energia renovável na Alemanha. E precisamos menos recursos adicionais na Alemanha para integrar uma alta geração da energia renovável.

#### **5 Integração dos mercados na Europa**

---

Incluí o próximo slide para visualizar o intercâmbio de energia na Europa. O slide mostra o saldo de importações e exportações para todos os países na Europa.

Por exemplo, no ano de 2015 a Alemanha exportou um saldo de **52** Terrawatt-horas aos países vizinhos, o que é equivalente a **oito** por cento da geração total na Alemanha. Esta quantidade cresceu nos últimos anos porque o parque das centrais elétricas na Alemanha tem custos de curto prazo relativamente baixos pelo uso da energia renovável, da energia nuclear e pelo uso do carbono lignito.

Todo este intercâmbio de energia é possível porque os mercados de eletricidade já são europeus. Desde décadas existem interconexões entre os países na Europa. E por diferentes iniciativas da União Europeia o por iniciativas bilaterais, a integração dos mercados foi intensificada. Por exemplo, em 2010 se combinaram os mercados da França, Bélgica, Holanda e Alemanha e nos anos 2014 e 2015 se adicionaram os países no oeste, norte e sul da Europa. Assim a combinação de mercados se ampliou a 19 países.

A combinação de mercados significa que a bolsa elétrica considera automaticamente a capacidade de transmissão entre os países e calcula o preço de mercado correspondentemente.

## **6 Como recursos complementários são aproveitados**

---

Então seguimos falando sobre os benefícios de uma integração de mercados que são relevantes para Alemanha e Europa.

O seguinte benefício que gostaria mencionar é que os recursos elétricos na Europa são parcialmente complementários. Para isso existem vários exemplos.

Primeiro exemplo: Na Europa existem vários países que têm uma alta porcentagem de centrais hidroelétricas reversíveis, onde se podem guardar os excessos de energia. Por exemplo, muitas hidroelétricas reversíveis se encontram nos países alpinos Áustria e Suíça e nos países escandinavos como Noruega. Inversamente estes países tem menos energia eólica e fotovoltaica na sua matriz elétrica.

Já existem varias interconexões como mencionei antes, mas para aproveitar melhor essa situação seria necessário construir ainda mais interconexões. E isso é o que está em andamento na Europa. Um exemplo é uma interconexão submarina entre Alemanha e Noruega que vai conectar os dois países até o ano 2020. O cabo submarino mede 600 km e o custo será de aproximadamente dois bilhões de Euros ou 9 bilhões de Reais. Assim desde o ano 2020 a Alemanha pode guardar energia eólica nos reservatórios de agua na Noruega e importar a energia quando não há suficiente geração de energia renovável na Alemanha. Noruega pode aproveitar também dessa interconexão porque pode reduzir a dependência da hidrologia e das suas hidroelétricas.

## **7 Redução da volatilidade na geração variável**

---

O seguinte benefício importante se trata do efeito que a geração variável de energia eólica e fotovoltaica se torna menos volátil nos mercados integrados.

Isso acontece porque, na Europa, as usinas da energia eólica e fotovoltaica são construídas em diferentes localizações e com diferentes tecnologias.

Assim a geração variável de uma usina pode compensar a geração variável de outra usina. Por exemplo, se em um lugar na Europa não há vento, é provável que outra usina em outro lugar possa compensar a geração parcialmente. Pode ser uma usina da mesma tecnologia ou até de outra tecnologia.

Basicamente, se você agrega a geração de muitas usinas eólicas e fotovoltaicas, você pode reduzir a variabilidade da geração. A redução da variabilidade tem dois efeitos, o que o slide de PowerPoint também demonstra.

O primeiro efeito é que a geração mínima é mais alta. Há estudos que quantificam este efeito. Por exemplo, um estudo (que está citado pelo governo alemão) calculou que a geração mínima das usinas eólicas na Alemanha é 7 por cento da capacidade instalada. E geração mínima na Europa é 14 por cento da capacidade instalada. Basicamente o dobro. Assim, em teoria você precisa menos centrais elétricas como reserva, para os tempos de pouca geração de energia eólica.

O segundo efeito é que as mudanças de geração são reduzidas, isto é, a inclinação das mudanças de geração é menor quando sobe e baixa a geração. Dessa forma, são necessários menos recursos para tornar o sistema flexível.

## **8 Redução da variabilidade na demanda de eletricidade**

---

Há um efeito semelhante relacionado com os padrões da demanda de eletricidade.

Existem várias diferenças entre os países que têm um impacto no consumo de eletricidade. O clima varia bastante, também há diferenças sociais e assim o perfil de atividades nos países é diferente. Adicionalmente o horário com luz do sol é ligeiramente diferente entre os países.

Uma das consequências, por exemplo, é que na Itália o consumo de energia elétrica é maior no verão devido ao uso de ar condicionado. Ao contrário, o consumo maior na Alemanha é encontrado no inverno, devido ao aquecimento elétrico.

Quer dizer que o consumo máximo conjunto é menor que a soma do consumo máximo nacional. A diferença pode ser maior de 10 GW no centro da Europa conforme com vários estudos sobre este tema. Assim cada país precisa de menos reservas.

## **9 Desafios para a integração elétrica**

---

Nos últimos slides apresentei varios benefícios de uma integração dos mercados europeus. Basicamente a integração da energia eólica e fotovoltaica pode ser mais econômica pelos efeitos que mencionei.

Não obstante existem vários desafios e a integração de mercados também cria perdedores.

### Expansão de rede e protestos

Por exemplo, para integrar os mercados na Europa é necessário expandir as linhas de transmissão de alta voltagem. E isto não apenas entre os países, mas também dentro dos próprios países para seguir transportando a energia. Por exemplo, é necessário expandir a rede de transmissão do norte ao sul de Alemanha para transportar a geração de energia eólica (localizados no norte) aos centros industriais (localizados mais ao sul).

Num país como Alemanha, densamente povoado, isto é um sério problema porque o impacto visual perturba seriamente as pessoas que moram perto dessas linhas. As consequências são protestos de pessoas que são geralmente em favor de transição energética, mas em contra as linhas de transmissão. O slide mostra um exemplo. Devidos aos protestos das populações, a construção destas linhas atrasa. Adicionalmente estas linhas devem custar dois o três vezes mais dinheiro porque o governo decidiu construir cabos subterrâneos em vez de linhas aéreas, em resposta aos protestos.

### Diminuição de preços

Outro efeito é que a alta porcentagem de energia eólica e fotovoltaica na Alemanha substitui a geração das usinas convencionais e baixa os preços do mercado a curto prazo. E isso não só na Alemanha, mais também nos mercados vizinhos. Por exemplo, as horas de produção das centrais de

gás baixaram não só na Alemanha, mas também na Holanda. O gráfico no slide mostra como baixou a geração das usinas de gás enquanto ao mesmo tempo a geração de energia renovável subiu.

Também as horas de produção das centrais hidroelétricas reversíveis na Suíça baixaram bastante. Normalmente eles produziram eletricidade nas horas de ponta ao meio dia. Mas agora as centrais de energia fotovoltaica produzem esta energia. Assim basicamente, as receitas de muitas centrais baixam. E isso não só nos países que tem a energia renovável, mas também nos países vizinhos.

### Desenho do mercado

Os desafios incluem também aspectos do desenho do mercado, inclusive aspectos regulatórios. Por experiência, sabemos que as modificações nas regras do mercado elétrico demoram vários anos, pois são dependentes das opiniões dos vários grupos de interesse público, muito com opiniões completamente opostas. Por exemplo, é necessário harmonizar as regras como financiar as capacidades de reserva para assegurar a segurança de abastecimento. O slide mostra que existem várias mecanismos gerais para financiar as usinas de reserva. Por exemplo, alguns países introduziram mecanismos de capacidade, outros países têm reservas e outros países não têm nenhum mecanismo de capacidade. Ademais as regras podem variar bastante entre os países.

### Alternativas

Como último ponto neste slide quero mencionar que a expansão de redes e de interconexões é somente uma de muitas alternativas para tornar o sistema elétrico mais flexível. Existem também muitas outras opções para integrar a energia eólica e fotovoltaica de uma maneira eficiente. Só quero mencionar um exemplo. Na Alemanha o setor de aquecimento depende ainda muito de combustíveis convencionais. Uma solução seria eletrificar este setor para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. Já esta começando lentamente, mas o desenvolvimento de bombas de calor ou calefações elétricas depende muito do desenho das tarifas de eletricidade. Logo, com outro desenho de tarifas, seria possível integrar mais energia renovável na Alemanha e exportar menos aos países vizinhos. Com este ponto queria mostrar que o intercambio de energia entre os países no futuro vai depender de muitos fatores. Por isso é também muito difícil quantificar o benefício das interconexões.

## **10 Conclusão**

---

Chegamos às conclusões. Um das perguntas centrais desta sessão é “Quais são os benefícios e desafios da integração dos mercados de eletricidade?”.

Para responder esta pergunta é importante ver o contexto porque nos encontramos num processo de uma transformação para um sistema com uma alta percentagem de energia eólica e fotovoltaica.

Nos últimos slides mostrei que existem vários benefícios para Alemanha e para outros países da Europa. Parcialmente Alemanha já esta aproveitando estes benefícios, porque Alemanha já tem varias interconexões e ademais na Europa central os mercados a curto prazo são combinados para facilitar a exportação e importação de energia elétrica. Para explorar os benefícios completamente é necessário seguir com o processo de integração dos mercados.

Por exemplo, as centrais de energia eólica na Alemanha e as centrais hidroelétricas na Noruega são complementárias. Também vimos que a integração dos mercados pode reduzir a variabilidade da geração e da demanda. Do ponto de vista econômico, seria possível baixar os custos de variáveis porque as usinas elétricas mais eficientes podem ser usadas. E também seria possível baixar os investimentos do sistema geral porque se precisa menos usinas elétricas de reserva.

Esta integração é um grande desafio político porque é necessário harmonizar as regras entre os países e também é necessário encontrar soluções para os grupos desfavorecidos.

Cheguei ao final da minha apresentação. Espero que vocês tenham gostado a apresentação e fico a disposição para discutir com vocês se a experiência é relevante para o Brasil e América latina.