



POTENCIAL DE INTERCÂMBIO DE ENERGIA ELÉTRICA ENTRE OS SISTEMAS ELÉTRICOS DO BRASIL E DA ARGENTINA

André Luiz Zanette¹

RESUMO

Nos últimos anos, diversos países vêm promovendo a integração de seus mercados de energia elétrica com o objetivo de promover o melhor aproveitamento dos recursos energéticos e aumentar a confiabilidade do suprimento e a competição entre os diversos agentes do setor. Na América do Sul, a principal interligação internacional existente corresponde à interconexão entre Brasil e Argentina via Garabi, com capacidade total de 2200 MW, que tem sido utilizada apenas quando um dos países apresenta dificuldades no suprimento de energia ou excesso de oferta hidrelétrica. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar os potenciais benefícios da utilização plena dessa interligação em relação à redução nos custos de produção de energia e à segurança do suprimento. Para isso, foram realizadas simulações do deck do modelo Newave do Plano Decenal de Energia 2019 da EPE considerando uma demanda adicional de energia para atender à Argentina e também uma oferta termelétrica adicional para avaliar a possibilidade de importação de energia desse país. Os resultados indicam que o melhor aproveitamento da interligação existente e a maior integração dos mercados de energia elétrica dos países podem contribuir significativamente para a redução dos custos de produção da energia elétrica e do risco de déficit no suprimento de energia, beneficiando consumidores e produtores de energia de ambos os países.

Palavras-chave: energia elétrica, sistemas elétricos e intercâmbio energético

1 COPPE/UFRJ -- Programa de Planejamento Energético, andrezanette@ppe.ufrj.br



ABSTRACT

In recent years, several countries have promoted the integration of their electricity markets in order to promote better utilization of energy resources and increase the reliability of supply and competition between the various players in the industry. In South America, the main existing international interconnection is Brazil-Argentina interconnection through Garabi, with total capacity of 2200 MW, which has been used only when a country has difficulty to supply electricity or excess of hydropower availability. In this context, this work aims to evaluate the potential benefits of using this interconnection fully with respect to the reduction in costs of energy production and security of supply. To do this, simulations were performed using the Newave program of the EPE Brazilian Energy Plan 2019, considering an additional demand to supply electricity to Argentina and also an additional thermal power capacity to evaluate the possibility of energy imports from that country. The results indicate that the best use of the existing interconnection and the further integration of the countries electricity markets can contribute significantly to the reduction of production costs of electricity and the risk of a deficit in energy supply, benefiting consumers and producers of energy from both countries.

Keywords: electric power, electricity markets and energy exchange

1. INTRODUÇÃO

A integração dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica tem como principal objetivo proporcionar o melhor aproveitamento dos recursos energéticos em cada sistema. Em uma situação ideal, a integração entre diferentes mercados de energia elétrica resulta na produção de energia ao menor custo possível para o atendimento a todos os consumidores, maximizando os excedentes dos produtores e dos consumidores. Além disso, a integração dos mercados resulta em uma maior confiabilidade dos sistemas e no aumento da competição entre os produtores, o que pode contribuir para a redução dos preços aos consumidores.

Com o objetivo de proporcionar a integração entre os seus mercados de energia elétrica, os países do Cone Sul desenvolveram um conjunto de interligações entre os seus sistemas elétricos. Essas interligações são



utilizadas nas situações em que há folga de recursos energéticos e de geração em um país e necessidade em outro, ou para atender a situações de emergência. Para tanto, existe um conjunto de regras, definidas em acordos internacionais, que normatizam os procedimentos para cada situação.

A principal interligação existente entre o mercado de energia elétrica brasileiro e os mercados dos países vizinhos, à exceção de Itaipu, é o intercâmbio com a Argentina realizado através das estações conversoras de Garabi 1 e Garabi 2, com uma capacidade total de 2.200 MW. Essa interligação foi projetada com o objetivo de possibilitar a importação de energia elétrica pelo Brasil, assim como para o atendimento frente a emergências no sistema brasileiro ou no argentino. Nos últimos anos, no entanto, ela vem sendo utilizada principalmente para atendimento à Argentina em função das dificuldades energéticas pelas quais vem passando esse país, especialmente nos meses de inverno (ONS, 2010a).

Embora tanto o sistema elétrico brasileiro quanto o argentino sejam caracterizados como sistemas hidrotérmicos, eles possuem características, escala e extensão distintas. O sistema elétrico brasileiro possuía, no final de 2009, uma capacidade instalada de 104.000 MW, sendo 78% correspondente às usinas hidrelétricas, 19% às termelétricas e 2% às usinas nucleares (ONS, 2010b). Em 2008, a geração de energia totalizou 53.000 MWmed. Desse total, a geração de origem hidráulica representou 80%, as térmicas a gás natural 6%, as térmicas a biomassa 4% e as term nucleares 3% (EPE, 2009).

Com relação ao sistema elétrico argentino, informações da CAMMESA (2009) mostram que a demanda de energia elétrica na Argentina aumentou, em média, 4,5% ao ano no período de 2002 a 2009, chegando a 13.000 MWmed. Esse aumento da demanda foi atendido principalmente pela geração termelétrica, que teve sua participação aumentada de cerca de 40% para 55% na geração de energia no mesmo período, enquanto a hidreletricidade passou de 51% para 36% e a nuclear permaneceu em cerca de 7%. Embora o gás natural continue sendo o principal combustível para a geração termelétrica, sua participação foi reduzida de 98% para menos de 80% em função da maior utilização de óleo combustível e diesel, especialmente nos meses de inverno, quando uma parcela do gás natural é deslocada para a utilização em sistemas de calefação, conforme verificado na Figura 1.

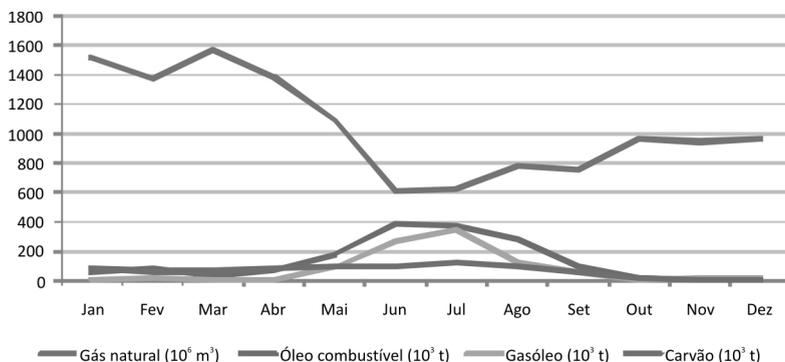


Figura 1 – Evolução do consumo de combustíveis para a geração termelétrica na Argentina em 2009 (CAMMESA, 2009).

Essas diferenças existentes entre os sistemas elétricos brasileiro e argentino, assim como a ocorrência de diferentes situações de hidrologia e eventuais desequilíbrios entre oferta e demanda nesses países (e, conseqüentemente, diferenças nos preços de energia) indicam a existência de um potencial significativo de intercâmbio entre esses mercados.

Nesse contexto, este trabalho tem como principal objetivo demonstrar que as interligações existentes entre Brasil e Argentina podem ser utilizadas continuamente para melhorar o aproveitamento dos recursos energéticos nos dois países, resultando em maiores benefícios para os produtores e consumidores de energia no Brasil e na Argentina, sendo que esses benefícios também podem ser obtidos através do melhor aproveitamento das demais interligações existentes e projetadas entre os países da América do Sul.

2. METODOLOGIA

Para estimar o potencial de intercâmbio entre os sistemas elétricos do Brasil e da Argentina, foram realizados três conjuntos de simulações utilizando o deck do Plano Decenal de Energia – PDE 2010-2019 do modelo Newave², disponibilizado pela EPE.

² Modelo para a operação de sistemas hidrotérmicos desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.



No primeiro conjunto de simulações, foi incorporada uma demanda adicional de energia na demanda da região Sul (variando de 500 a 2000 MW médios), com o objetivo de estimar o custo do atendimento pelo sistema brasileiro de uma demanda de importação de energia elétrica do sistema argentino e os benefícios resultantes para os consumidores argentinos e os produtores brasileiros. Os custos marginais obtidos através dessas simulações indicam o custo do atendimento a diferentes faixas de demanda do mercado argentino. Quando esses custos são inferiores aos custos marginais verificados no sistema elétrico argentino, o intercâmbio é utilizado, resultando em um menor custo para os consumidores daquele país e um ganho adicional para os produtores brasileiros.

No segundo conjunto, foi adicionada uma oferta de energia termelétrica, também variando de 500 a 2000 MW médios, com custos variáveis entre R\$ 100/MWh e R\$ 400/MWh. Esse conjunto de simulações tem como objetivo estimar os potenciais benefícios para os consumidores brasileiros e para os produtores argentinos da possibilidade de importação de energia termelétrica do sistema argentino pelo Brasil.

Finalmente, o terceiro conjunto de simulações combina as modificações utilizadas nos dois conjuntos de simulações anteriores, ou seja, um aumento da oferta e da demanda de energia, com o objetivo de avaliar o impacto decorrente da possibilidade de intercâmbio de energia entre os dois sistemas. Nessas simulações, para cada demanda adicional de energia, foi incorporada uma oferta equivalente de energia, de modo a simular o efeito da integração dos mercados em uma situação de equilíbrio entre oferta e demanda de energia em ambos os mercados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das simulações que incorporam as diferentes modificações no deck do PDE 2019 foram analisados comparando-se os custos marginais de operação (CMO) e os riscos e a magnitude dos déficits obtidos. A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam os custos marginais de operação médios para o período 2010-2019 para as diferentes simulações.



Tabela 1 – Custos marginais de operação médios obtidos nas simulações.

Simulação	CMO médio (R\$/MWh)	Diferença
Padrão	99,26	-
Exportação 500MW	113,05	+13,9%
Exportação 1000MW	129,25	+30,2%
Exportação 1500MW	146,07	+47,2%
Exportação 2000MW	166,42	+67,7%
Importação 500MW	92,59	-6,7%
Importação 1000MW	89,11	-10,2%
Importação 1500MW	86,67	-12,7%
Importação 2000MW	84,44	-14,9%
Exp. + Imp. 1000MW	112,82	+13,7%
Exp.+ Imp. 2000MW	132,30	+33,3%

Como pode ser verificado, o custo marginal de operação médio aumenta gradualmente com o aumento do montante de energia exportado, chegando a um valor quase 70% maior no caso da exportação máxima. Cabe destacar que esse CMO corresponde a uma média de 2000 cenários para os 120 meses do horizonte de simulação. Assim, a cada mês, esses custos podem ser maiores ou menores dependendo das condições do sistema brasileiro e, apesar de esses custos atingirem patamares substancialmente elevados no caso da exportação máxima, existe uma possibilidade significativa de que, dependendo das condições em que ambos os sistemas se encontrem, esse montante de exportação seja economicamente viável. Nesses casos, a possibilidade de exportação de energia para o sistema argentino poderia beneficiar tanto os produtores brasileiros, que teriam acesso a um mercado maior, quanto os consumidores argentinos, que teriam acesso a uma oferta de energia com menor custo.

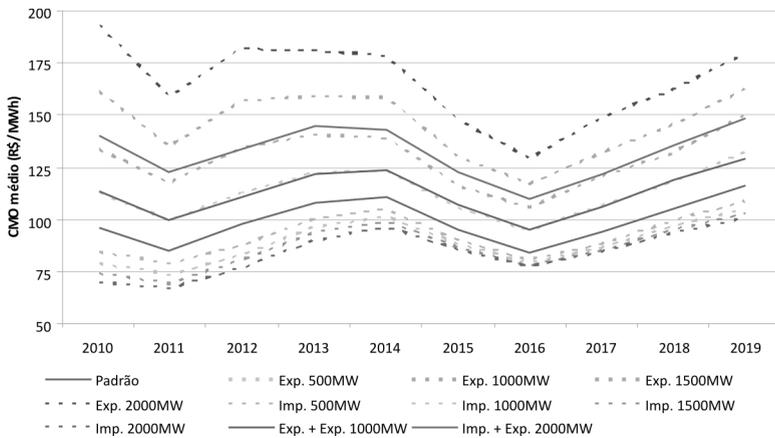


Figura 2 – Custos marginais de operação médios anuais para as simulações.

Nas simulações em que a possibilidade de importação de energia do sistema argentino está modelada como uma oferta adicional, apesar de esta possuir custos crescentes (até R\$ 400/MWh), ela contribuiria para uma redução média de até 15% dos custos de operação do sistema brasileiro. Essa redução de custo é explicada pela utilização dessa oferta especialmente nas situações em que há restrições ao atendimento da demanda do mercado brasileiro (em uma condição de hidrologia desfavorável, por exemplo). Nesses casos, a possibilidade de importação de energia beneficiaria os consumidores brasileiros, que teriam acesso a uma oferta de energia com menor custo, e os produtores argentinos, que teriam acesso a um mercado maior.

Finalmente, nas simulações que incorporaram a possibilidade de exportação de energia acompanhada de uma expansão da oferta equivalente, nota-se um aumento dos custos marginais de operação de menor magnitude do que os aumentos observados nas simulações que consideram apenas a exportação dos mesmos montantes. Esses aumentos dos custos marginais são explicados pelo fato de as ofertas adicionais modeladas apresentarem custos mais elevados do que o custo marginal de operação da simulação padrão.

Quando analisados a probabilidade de déficit e o montante de déficit no subsistema Sul obtidos nas simulações (Tabela 2), verifica-se um aumento significativo na probabilidade e no montante de déficit nas rodadas que simulam a exportação de energia, conforme esperado, uma vez que o aumento da demanda para exportação não é acompanhado por um au-



mento na oferta. Por outro lado, quando há possibilidade de importação, a probabilidade e o montante de déficit são reduzidos consideravelmente em função do aumento da oferta disponível para atender ao sistema brasileiro. Finalmente, quando o aumento da demanda para exportação é acompanhado de um aumento na oferta, o aumento da probabilidade e da intensidade do déficit é menor do que o verificado nas simulações em que há apenas o aumento da demanda.

Tabela 2 – Probabilidade e valor esperado do montante de déficit de energia para as simulações.

Simulação	Probabilidade de déficit	Diferença	Déficit – valor esperado (MWmed)	Diferença
Padrão	2,5%	-	6,3	-
Exportação 1000MW	3,8%	48%	11,0	74%
Exportação 2000MW	5,3%	111%	19,4	207%
Importação 1000MW	1,8%	-29%	3,9	-39%
Importação 2000MW	1,2%	-52%	2,3	-63%
Exp. + Exp. 1000MW	2,8%	11%	6,7	6%
Imp.+ Exp. 2000MW	3,1%	22%	7,6	20%

Embora este estudo apresente uma série de limitações, como a dificuldade em considerar o despacho das termelétricas por razões elétricas e de segurança energética nas simulações, o que reduziria a disponibilidade das usinas para exportação, os resultados indicam que o potencial de intercâmbio entre os dois países é subaproveitado. O melhor aproveitamento das interconexões existentes entre os sistemas elétrico brasileiro e argentino pode contribuir substancialmente para a redução dos custos de geração, uma maior confiabilidade de ambos os sistemas e um aumento da competição entre os agentes de geração.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra que o intercâmbio de energia elétrica entre Brasil e Argentina através do aproveitando das interconexões existentes pode ser bastante superior ao verificado nos últimos anos, quando os intercâmbios envolveram apenas a troca de energia entre os países e a exportação em caráter emergencial durante curtos períodos de tempo.



Esse melhor aproveitamento do potencial de intercâmbio requer a definição de um modelo contratual e operacional eficiente para a comercialização e a transferência de energia entre os países, com o objetivo de promover uma situação de estabilidade e confiança mútua.

Finalmente, este trabalho destaca a importância da realização de estudos para uma melhor avaliação dos potenciais de intercâmbio de energia elétrica entre os países da América do Sul, que possibilitariam o melhor aproveitamento dos recursos energéticos de cada país, beneficiando tanto os produtores quanto os consumidores de energia e contribuindo decisivamente para a integração energética do continente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMMESA, 2010. Informe Anual. Datos Relevantes – Mercado Electrico Mayorista. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. Disponível em: <www.portalweb.cammesa.com>

EPE, 2009. Balanço Energético Nacional 2009 - Ano Base 2008. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em <www.epe.gov.br>

ONS, 2010a. Acompanhamento Mensal dos Intercâmbios Internacionais – Junho/2010. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em: <www.ons.org.br>

ONS, 2010b. Plano Anual da Operação Energética – PEN 2009. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em: <www.ons.org.br>