

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

ANÁLISE DE MERCADO PARA FONTES RENOVÁVEIS NO URUGUAI VISANDO A COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM BRASIL E ARGENTINA

LUCAS ARAÚJO SOARES (1)
MILANA LIMA DOS SANTOS (1)

MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA (1)
VIVIANE TAVARES NASCIMENTO (1)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (1)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a energia das fontes renováveis que podem ser negociadas a partir do montante excedente gerado no Uruguai. O país vem apontando forte crescimento da capacidade instalada destas novas fontes, maior que o da demanda interna por energia elétrica. A análise do cenário projetado mostra que o volume de energia possível de ser comercializada com Brasil e Argentina é significativo, com valores chegando a quase 700 milhões de dólares por ano. Assim, o investimento em fontes renováveis no Uruguai, além de atrativo, viabiliza possibilidades de expansão do sistema de transmissão entre fronteiras, com objetivo de expandir a integração entre os países.

PALAVRAS-CHAVE

Integração energética, comercialização de energia, fontes renováveis, preço spot e sistema elétrico.

1.0 - INTRODUÇÃO

O Uruguai mudou sua matriz de geração de energia elétrica de fontes baseadas em usinas hidroelétricas e de térmicas movidas a combustível fóssil para o atual momento, ainda fundamentado em geração hídrica, porém com forte inserção de usinas eólicas e solares. Dentro da nova matriz, as termelétricas de fontes não renováveis serão utilizadas apenas em épocas de seca ou para cobrir alguns picos de demanda nas horas de variação negativa do vento e de sol.

Foi um esforço multilateral para implementar o processo que levou o país sul-americano a se posicionar, no intervalo de uma década, como o país com a maior porcentagem de energia eólica per capita da América Latina (1). Partindo de uma forte motivação para realizar esta transição, no início dos anos 2000, 55% do abastecimento de energia primária do Uruguai era provido por petróleo e derivados, 3% por gás natural, 18% por biomassa e 19% por fontes hidroelétricas, sendo que o restante, cerca de 5%, era importado de outros países da região, sob a forma de eletricidade (2). Naquele ano, o Uruguai importava 64% do total da oferta de energia primária.

Em 2008 o poder executivo do país aprovou uma política energética de longo prazo (2005-2030), na qual foi explicitado o papel que tal estratégia tinha para desenvolvimento de capacidades produtivas, desenvolvimento de novos conhecimentos, de tecnologias e a geração de capacidades industriais e empregos altamente qualificados (1).

Ao longo da última década, diversas pesquisas foram apresentadas com objetivo de estudar a grande virada do sistema elétrico uruguaio, como mostrado no estudo da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe - CEPAL (3). Outros estudos exploraram alternativas internas para o mercado uruguaio, como o trabalho apresentado por (4), que analisou um estímulo na resposta à demanda de consumidores através da flexibilização da tarifa, dentro de um cenário de expansão da geração e existência de excedente energético, que poderia ser exportado para outros países ou utilizado internamente, se houvesse nova demanda capaz de absorver este tipo de energia remanescente. Como exemplos de mercados de energia mais desenvolvidos, os trabalhos (5) e (6) apresentam análises dos mercados integrados da Europa e algumas alternativas devido à inserção de fontes eólicas na rede, respectivamente. Ambos os trabalhos mencionaram o sistema interconectado entre Portugal e Espanha, países estes que possuem um fluxo de troca de energia muito intenso, estruturado através do *Iberian Electricity Market* - MIBEL.

O trabalho apresentado por (7) contribui para um melhor entendimento das vantagens e desvantagens da integração elétrica da América do Sul como alternativa para desenvolvimento energético dos países, incluindo o Uruguai, de forma a abordar aspectos relacionados a custos, reservatórios hidroelétricos, desempenho tecnológico, demanda de eletricidade, crescimento populacional, fusos horários e margem de reserva. Neste estudo, a comparação de diferentes cenários permite estimar a contribuição da geração elétrica renovável e elucida as possibilidades de comércio internacional de eletricidade no longo prazo. De fato, a metodologia proposta no trabalho descrito pode prover informações importantes aos formuladores de políticas e auxiliar a tomada de decisões durante negociações internacionais no âmbito de uma discussão energética.

Por outro lado, ainda são limitados os estudos que apresentam alternativas para o grande investimento em fontes eólicas no Uruguai, dado um cenário de baixo crescimento da demanda. Nesta conjuntura, o presente trabalho apresenta inicialmente uma contextualização sobre mercados integrados em alguns lugares do mundo. No segundo momento, serão apresentados os aspectos sobre a comercialização de energia integrada entre os países que fazem fronteira com o Uruguai. Em seguida, é feita uma análise sobre um cenário onde a taxa de crescimento nos projetos eólicos segue na mesma linha que nos últimos anos, assim como a taxa de crescimento da demanda. Por fim, como objetivo principal, o presente artigo irá apresentar análises quantitativas de cenários futuros, considerando os montantes possíveis de serem negociados entre Uruguai e países fronteiriços, como Brasil e Argentina.

2.0 - OS MODELOS DE INTERCÂMBIO ENERGÉTICO PELO MUNDO

As tendências europeias relativamente ao setor elétrico sugerem a integração dos vários mercados de eletricidade. Neste sentido, verificou-se um esforço agregado dos vários países, criando mercados regionais com a participação de todos. Dentro do mercado europeu de energia, o estudo de (5) apresentou uma investigação sobre os impactos do modelo de metas da Comissão Europeia para a integração dos mercados de eletricidade e no seu desempenho dentro do caso de teste da região Ibérica. Neste trabalho foi incluído o contexto de mercado de 2030, com 33 países europeus, na simulação estocástica de Monte Carlo, levando em consideração a incerteza da geração de fontes renováveis e da demanda de eletricidade.

Consideraram-se três cenários de mercado para ano em análise: o modelo de mercado diurno e intradiário ibérico sem transações de energia com o resto da Europa; a integração do mercado ibérico diurno no modelo de mercado de eletricidade europeu em perspectiva, seguido por um modelo intradiário regional (mercado dentro da região ibérica), e; a integração europeia dos mercados diários e intradiários. Os indicadores de desempenho do mercado, incluindo custo de geração anual, excedente dos geradores, preços de mercado e redução de energias renováveis, na Espanha e em Portugal são apresentados e comparados nos três cenários. Os resultados da simulação apontaram que a integração do mercado do dia seguinte europeu leva a uma redução de 28% dos preços médios praticados na Espanha e Portugal, além de reduzir 26% nos preços intradiários na Espanha e 23% em Portugal. Dessa forma, é considerável que o modelo de metas apresentado no cenário Europeu irá trazer a utilização mais eficiente das fontes de geração renováveis na Espanha e Portugal.

Anteriormente, o trabalho de (6) abordou três estratégias diferentes como alternativa ao fato de maior disponibilidade de energia eólica ocorrer em períodos de menor demanda: a redução do excesso de energia eólica, a exportação do excesso de energia eólica para sistemas vizinhos e o uso de sistemas de armazenamento de energia para absorver os desequilíbrios de energia. A aplicação das estratégias ao estudo de caso português mostra que o corte do excesso de energia eólica é a pior estratégia, resultando num desperdício de 10,4% da geração eólica anual. Em contrapartida, a utilização da capacidade instalada hidroelétrica combinada com a instalação de um sistema adicional de armazenamento de energia permite a integração total da energia eólica na rede.

Já dentro do continente americano, os Estados Unidos e o Canadá são os maiores parceiros comerciais de energia um do outro, medido pelo valor do comércio de *commodities* de energia, que em 2017 foi de US \$ 95 bilhões (8). A relação energética entre os dois países se estende além do comércio de *commodities*, abrangendo uma variedade de prioridades econômicas, de segurança e ambientais comuns, embora nem sempre idênticas. De acordo com (9), as redes de energia cada vez mais integradas e o comércio de eletricidade em ascensão têm proporcionado benefícios econômicos e de segurança energética para os Estados Unidos e o Canadá. Enquanto das vendas de energia elétrica canadense para os Estados Unidos em 2017 representaram apenas 2% ao longo da fronteira, as conexões de transmissão são um componente importante dos mercados de eletricidade para os estados do norte americano. Como a maior parte da comercialização de energia elétrica entre os dois países é proveniente da geração hidrelétrica no Canadá, os estados dos EUA, particularmente no Nordeste, puderam tirar proveito de uma fonte barata de fornecimento de energia, enquanto as concessionárias canadenses conseguiram encontrar saídas para o excesso de geração. Essa relação de dependência mútua benéfica também existe no Noroeste do Pacífico, com o excesso de geração hidrelétrica no estado de Washington encontrando mercados além da fronteira com a região da Colúmbia Britânica, do lado canadense. As províncias de Colúmbia Britânica, Manitoba, Ontário e Québec comercializam a maior parte da energia elétrica com os Estados Unidos. Em um ano normal, Manitoba, Ontário e Québec geram mais energia do que precisam, proporcionando uma oportunidade de participação nos mercados de exportação.

A interconexão entre EUA e Canadá é feita por meio de 37 linhas de transmissão principais da Nova Inglaterra ao Noroeste do Pacífico. A rede elétrica interconectada da América do Norte oferece vários benefícios para o Canadá e os Estados Unidos, incluindo maior confiabilidade elétrica, segurança, acessibilidade e resiliência, bem como maiores benefícios econômicos. Os dois países trabalham juntos para melhorar o serviço por meio de mercados, órgãos reguladores internacionais e vários compromissos bilaterais. Devido à matriz comparativamente limpa de energia elétrica canadense, o aumento das exportações poderia ajudar os Estados Unidos, bem como estados e cidades individuais, a atingir suas metas de energia limpa. Além disso, a capacidade de armazenamento inerente da energia hidrelétrica canadense pode ajudar os estados norte-americanos a integrarem maiores quantidades de energia renovável intermitente.

Desde 1990, as exportações de energia elétrica do Canadá para os Estados Unidos vêm aumentando. Em 2015, 68,3 milhões de MWh foram exportados para os Estados Unidos, o que representou 1,8% do consumo total de eletricidade dos EUA e cerca de 11% da geração total canadense. O Canadá importa, ocasionalmente, energia elétrica dos Estados Unidos para atender picos de demanda. No entanto, nos últimos 26 anos, o Canadá tem sido um exportador líquido de eletricidade para os Estados Unidos. Cerca de três quartos das exportações são comercializadas no curto prazo nos mercados de energia e as quantidades restantes são vendidas por meio de contratos fixos de longo prazo. Em 2016, Québec foi a maior província exportadora de energia para os Estados Unidos, seguido por Ontário, Colúmbia Britânica e Manitoba. No futuro, espera-se que a geração de energia em ambos os países se torne mais limpa, ou seja, emita menos emissões de gases de efeito estufa. Devido à sua capacidade de armazenamento inerente, uma maior integração da energia hidrelétrica canadense no futuro pode permitir a implantação de quantidades ainda maiores de energias renováveis intermitentes nos EUA.

Devido à abordagem de planejamento conservadora do Canadá, muitas vezes há excesso de energia de hidrelétricas que é gerada e vendida em condições de fluxo acima da linha de base. As províncias estão adicionando mais capacidade de fontes renováveis (por exemplo, hidroelétrica e eólica) como parte de suas estratégias para eliminar o carvão. Isso cria uma oportunidade para exportar eletricidade canadense adicional para os Estados Unidos. No entanto, restrições físicas, financeiras e políticas devem ser superadas para aumentar os fluxos de eletricidade para os Estados Unidos. Infraestrutura adicional, incluindo novas instalações de geração de eletricidade e novas linhas de transmissão, são necessárias. Além disso, sem contratos bilaterais em vigor, pode ser desafiador obter financiamento para o desenvolvimento de novos projetos de transmissão ou hidrelétricas. Ademais, novos projetos de energia, infraestrutura de transmissão e contratos de energia estão sujeitos a uma variedade de regulamentações estaduais, provinciais e federais, que podem se tornar questões políticas com muitas partes interessadas a serem satisfeitas.

3.0 CONJUNTURA ELETROENERGÉTICA DO URUGUAI

3.1 Capacidade de geração em relação a demanda

Os últimos anos foram de grandes avanços na matriz energética no Uruguai, com maior atratividade para investimentos em geração de fontes renováveis, principalmente a eólica. Por outro lado, a demanda do país teve seu crescimento mais discreto, o que proporcionou uma virada de chave rápida no tipo de energia que passou a atender a demanda na rede nos últimos anos. A Figura 1 apresenta a geração efetiva dos últimos 11 anos no Sistema Interligado Nacional (SIN) uruguaio.

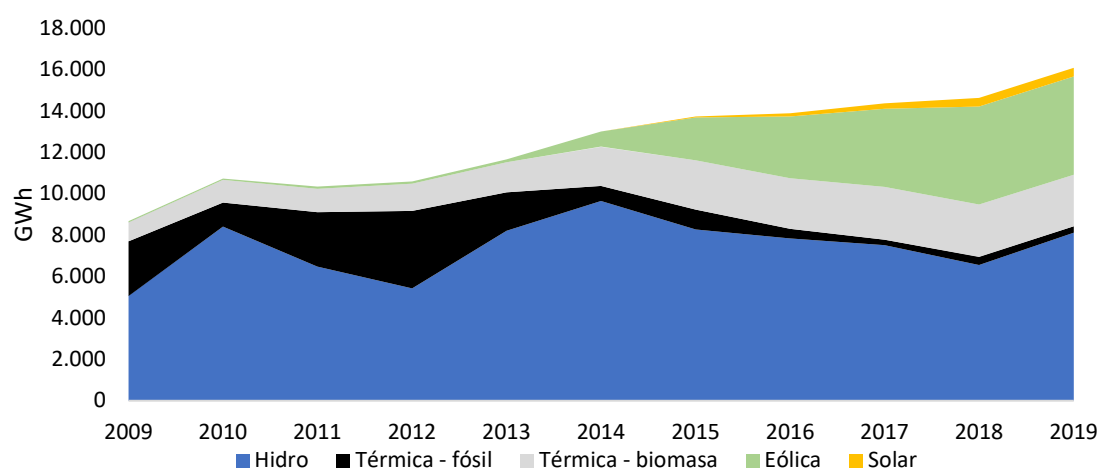


Figura 1 – Geração de energia elétrica por fonte. Fonte: (2).

Pode-se observar que a inserção da geração de renováveis acontece ao mesmo tempo que a diminuição de térmicas de combustível fóssil. Mesmo com o aumento da carga, houve muitas térmicas subutilizadas, principalmente nos últimos 6 anos do gráfico. No cenário de 2019, a demanda interna do SIN, assim como a demanda para exportação, era atendida 50% por fontes hídricas, 30% por fontes eólicas, 15% por fontes térmicas de biomassa, 3% por fontes solares e apenas 2% por térmicas de combustível fóssil. A fonte hídrica ainda é predominante no sistema, principalmente devido a UHE de Salto Grande que possui 1890 MW de potência instalada, sendo a metade uruguaia e a outra metade argentina.

De acordo com os dados produzidos pelo balanço energético (2), pode-se projetar a tendência de crescimento do consumo e da geração de energia elétrica após o último ano de análise, considerando uma taxa média de crescimento do consumo de 2,9% e da geração de 6,6%, sendo estes dados baseados na evolução histórica de cada componente avaliada. A Figura 2 apresenta a evolução do consumo e da geração desde 2009 do SIN uruguaio. Ao extrapolar o crescimento mantendo a taxa constante até 2030, a geração passa a superar em mais de duas vezes o consumo.

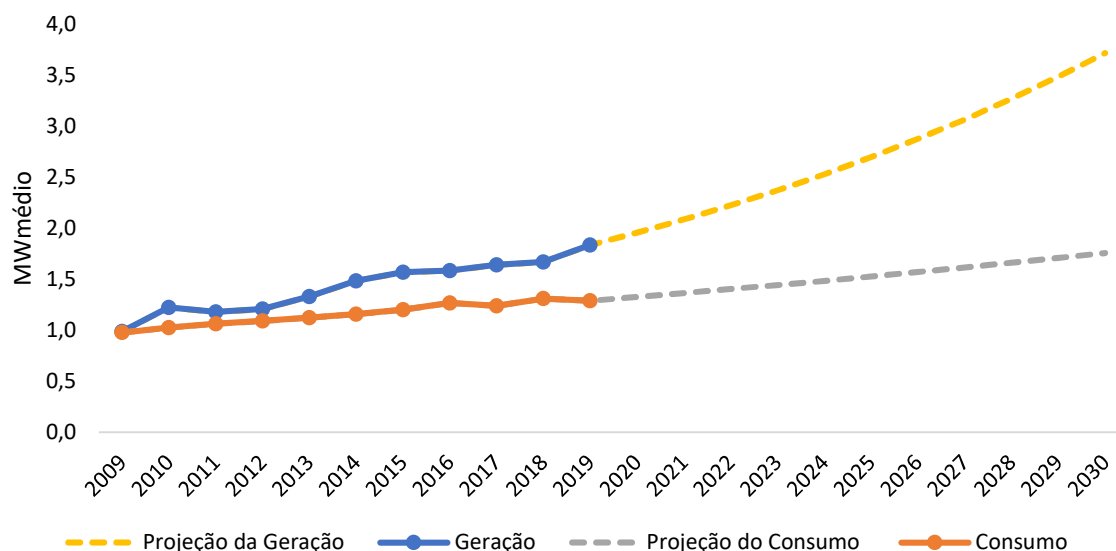


Figura 2 – Evolução do Consumo e da Geração no Sistema Interligado Nacional do Uruguai. Fonte: (2).

3.2 Operação do sistema uruguaio e Mercado de Energia

A estrutura institucional do setor energético do Uruguai é formada por agentes (estatais e privados) dos diferentes setores: geração, distribuição, transmissão e comercialização, ficando a responsabilidade pelo planejamento da política a ser adotada no Ministério da Indústria, Energia e Mineração (MIEM). A operação é realizada pela Administração do Mercado Elétrico (ADME), uma empresa pública não estatal, sem fins lucrativos. A ADME também é responsável pela organização e execução dos contratos livremente negociados entre os agentes. Toda a transmissão e distribuição, bem como a maior parte da geração, é realizada pela empresa estatal Administração Nacional de Usinas e Transmissões Elétricas (UTE), que opera com usinas térmicas, eólicas e hidráulicas e, também, a usina hidroelétrica binacional de Salto Grande. A estatal UTE é o principal agente do setor, que produz e compra energia elétrica de produtores privados e a distribui aos consumidores. Os contratos com particulares têm, portanto, a garantia implícita do Estado. Na prática, a UTE tem sido a executora de políticas públicas que têm permitido a notável diversificação da matriz energética uruguaia.

4.0 RELAÇÕES ECONÔMICAS E ENERGÉTICAS

4.1 Índices econômicos

O Uruguai é um país com pouca relevância econômica mundial, ocupando apenas a 77ª posição entre os maiores PIBs (8). Em relação aos países vizinhos, Brasil e Argentina, o país continua abaixo. O Brasil, com território de dimensões continentais, tem cerca de 210 milhões de habitantes, a Argentina cerca de 45 milhões, bem acima do Uruguai com aproximadamente 3,5 milhões. A Figura 3 apresenta o crescimento do PIB acumulado dos três países desde 2009. Verifica-se que apesar de ser um país de menor expressão econômica, o Uruguai acumulou mais de 10 anos seguidos de crescimento da sua economia.

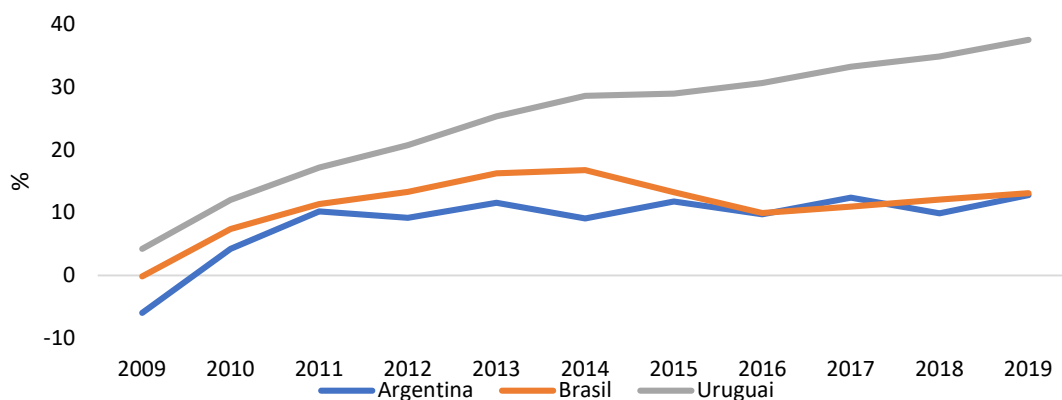


Figura 3 – Evolução do PIB Argentino, Brasileiro e Uruguaio. Fonte: Banco Mundial.

De maneira geral, o Uruguai se consolidou nos últimos anos como um destino confiável para investidores estrangeiros. Um quadro favorável para o investimento e bom desempenho econômico explicam os fluxos significativos de Investimento Estrangeiro Direto (IED) recebidos na última década. A segurança jurídica é outro pilar que sustenta a posição privilegiada como um bom local para investir, apesar de ter uma economia pouco expressiva mundialmente. De fato, o Uruguai é o único país do MERCOSUL com Grau de Investimento, ratificado pelas principais agências de *rating*. No ponto de vista de capital estrangeiro, a Tabela 1 apresenta uma comparação do câmbio que foi praticado entre as moedas dos países em relação ao dólar americano, com a referência do dia 31 de dezembro de 2019. Vale lembrar que as moedas de cada país são os pesos argentino e uruguaio e o real brasileiro.

Tabela 1 – Taxa de Câmbio entre os países. Fonte: Banco Central do Brasil.

Câmbio	USD	UYU	BRL	ARS
USD	1	0,03	0,25	0,02
UYU	37,12	1	9,21	0,62
BRL	4,03	0,11	1	0,07
ARS	59,87	1,61	14,85	1

4.2 Comercialização de energia entre os países

Com o forte investimento em geração de fontes renováveis nos últimos anos, o Uruguai passou a exportar mais energia, em comparação à necessidade de importação de anos anteriores. A Figura 4 apresenta um histórico de importação e exportação do Uruguai com o Brasil e Argentina nos últimos 20 anos.

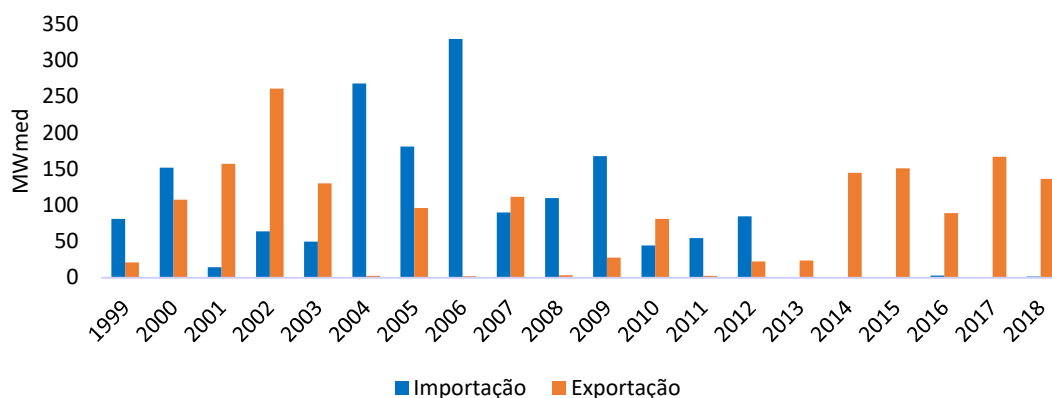


Figura 4 - Importação e Exportação de Energia Elétrica no Uruguai. Fonte: Operador Nacional do Sistema (ONS).

Com o foco na comercialização, os agentes elegíveis a exportar energia do Uruguai para o Brasil ou Argentina são apenas geradores e comercializadores. A ADME atribui os blocos resultantes para exportação no MIEM para realização de contratos do participante que atua como exportador. A exportação será modelada como um consumo que será adicionado no nó de exportação (na interconexão internacional) e será adicionado à demanda incluída no despacho econômico. Portanto, a geração que cobre a exportação será resultado de expedição e não uma

obrigação do exportador de cobrir com a geração própria, exceto por uma condição de déficit no MIEM. O contrato de exportação pode ser de fornecimento ou de suporte. Atualmente, a exportação para o Brasil ou Argentina é considerada como uma demanda interruptível e, portanto, sem garantia de obrigação de fornecimento. Por esse motivo, a necessidade de intercâmbio ocorre, normalmente, em momentos de preços altos no país receptor desta energia, conforme pode ser percebido na Figura 5, que apresenta os volumes de energia de intercâmbio entre Brasil e Uruguai de 2017 a 2020.

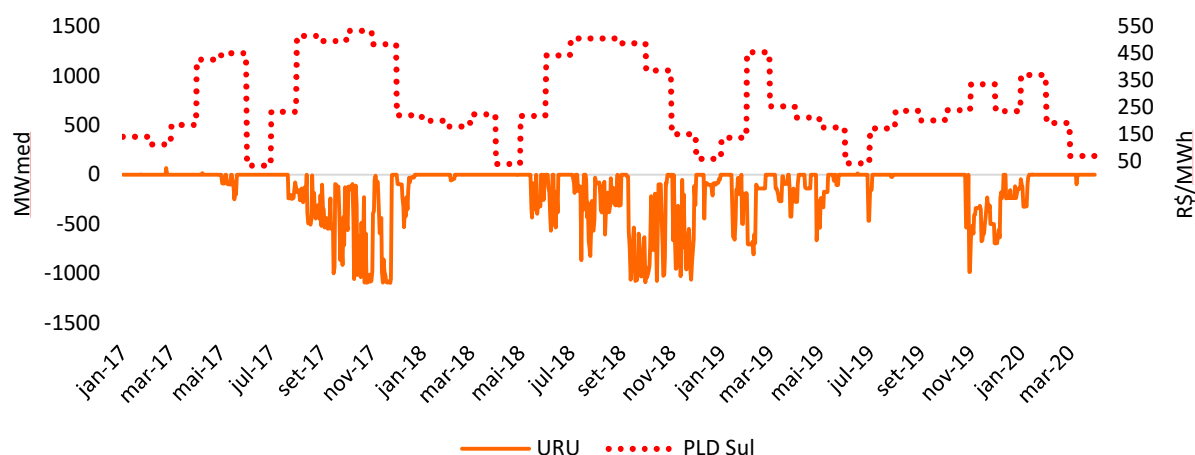


Figura 5 - Intercâmbio entre Brasil e Uruguai correlacionado com o Preço de Liquidação das Diferenças do submercado Sul do Brasil. Fonte: ONS e CCEE.

Existem 5 linhas de transmissão que fazem conexão com a Argentina e com o Brasil e escoam a energia excedente do SIN uruguaio. A Tabela 2 apresenta os circuitos de intercâmbio, assim como sua tensão de operação e as capacidades de cada uma. Vale ressaltar que, diferentemente do sistema uruguaio, que funciona em 50 Hz, o lado brasileiro opera em 60 Hz, sendo necessária a instalação de conversoras de alta potência nas subestações de fronteira.

Tabela 2 – Linhas de Transmissão para integração com Brasil e Argentina. Fonte: (2).

Origem	Destino	Linha de Transmissão	Tensão (kV)	Capacidade (MW)
URU	ARG	San Javier – Colonia Elia	500	2000
URU	ARG	Paysandú – Concep. Del Uruguay	132/150	100
URU	ARG	Salto Grande – Salto Grande	500	1890
URU	BRA	San Carlos – Pte. Médici	525	500
URU	BRA	Rivera – Livramento	230/150	70

5.0 METODOLOGIA DE ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA INTERCONEXÃO PARA EXPORTAR A GERAÇÃO EXCEDENTE DE FONTES RENOVÁVEIS

No intuito de analisar o potencial para investimento em projetos de geração no Uruguai, visando a comercialização com os países vizinhos, foi elaborado um cálculo que considera o volume de energia excedente da geração, conforme projeção mostrada na seção 3.1, valorado ao preço *spot* do Brasil e da Argentina. Foi incluído um fator de perdas na rede de 3% em cima da demanda projetada. Considerou-se o preço médio dos últimos 4 anos, tendo como referência final o ano de 2019. A Tabela 3 apresenta o preço *spot* praticado em cada país.

Tabela 3 - Preço de Curto Prazo médio no Brasil e na Argentina, no ano de 2019. Fonte: CAMMESA e CCEE.

Ano	Argentina (AR\$)	Brasil (R\$)
2016	1054,9	93,91
2017	1173,36	323,07
2018	2181,60	287,62
2019	3364,29	227,10
Preço Médio	1943,54	232,92

Conforme apresentado no subitem 4.2 existem limites de intercâmbio entre os países. Devido ao fato de terem capacidades de interligação diferentes, foram considerados os fatores para intercâmbio com cada país, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Fatores limites de intercâmbio.

Limites	Fator	Cap. Máxima (MW)
Brasil	0,125	570
Argentina	0,875	3990

Como forma de unificar os resultados, também foram considerados os valores de câmbio apresentados na Tabela 1; dessa forma todos os resultados demonstrados na próxima seção serão avaliados em moeda americana (US\$).

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A transformação energética feita pelo Uruguai foi possível graças a um importante investimento, tanto público quanto privado. De acordo com (9), entre 2011 e 2018 o Uruguai recebeu US\$ 4,5 bilhões de investimentos em energia limpa de bancos comerciais (nacionais e internacionais) e bancos de desenvolvimento (internacionais). Em 2015, o país registrou o maior investimento anual, US\$ 1,2 bilhão. Mais de 90% do total foi para usinas eólicas. Em 2018, os investimentos em energia renovável atingiram níveis baixos em relação aos anos anteriores, com apenas US\$ 5 milhões indo para projetos de energia limpa. 75% dos investimentos no setor de energia limpa foram estrangeiros. Este fato mostra que o Uruguai, além de ser um país de boa atratividade em investimento, possui uma ótima qualidade de ventos, incentivando cada vez mais os agentes do mercado a aplicarem seu capital em energia renovável no país.

Na Figura 6, são apresentados os resultados da análise feita considerando as projeções realizadas e os limites físicos dos intercâmbios com o Brasil e Argentina. Nota-se que a negociação com a Argentina tem muito mais atratividade devido ao limite de intercâmbio entre os países ser maior, assim torna-se um mercado com potencial superior ao brasileiro.

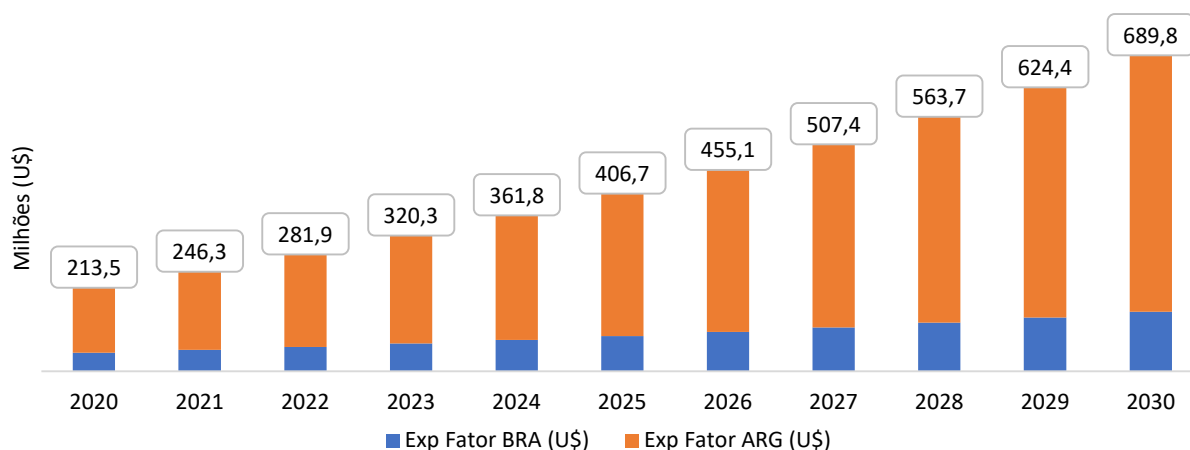


Figura 6 - Montante Financeiro possível de ser negociado entre os países vizinhos. Fonte: Próprio Autor.

Por outro lado, além da restrição de intercâmbio, o Brasil também vem praticando uma expansão grande de usinas de fontes renováveis como eólicas e solares. Esse fato fortalece ainda mais a oportunidade de negociar a exportação para a Argentina, sabendo que a matriz elétrica do país ainda é predominantemente térmica, pois não têm uma política energética de fontes limpas bem desenvolvida.

De certa forma, o Brasil também tem dificuldades com as variações de disponibilidade de energia eólica, solar e hídrica, causando diferenças grandes nos preços quando elas não se complementam. Juntamente ao fato anterior, cerca de 90% da expansão de renováveis ocorre no Nordeste do país, causando um descolamento de preços entre as regiões do Sistema Interligado brasileiro. Assim sendo, o investimento brasileiro em fontes renováveis no Uruguai, além de ser atrativo, viabiliza novas possibilidades na expansão do sistema de transmissão entre fronteiras, com objetivo de expandir a integração entre os três países, o que facilitaria ainda mais as negociações de energia.

A integração entre os países pode trazer benefícios mútuos. Os estudos aplicados em mercados maduros como o europeu mostram que as vantagens são consideráveis no ponto de vista técnico, como na capacidade de atendimento a demanda e redução no corte de geração de renováveis, quanto no financeiro, com reduções nos

preços médios praticados em ambos mercados. A idealização de integrar os mercados da América do Sul desenvolve a expectativa de tornar este ambiente viável na prática.

7.0 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado uma análise quantitativa do volume potencial de energia das fontes renováveis que podem ser negociadas a partir do montante excedente gerado no Uruguai, em um cenário de investimento na expansão das fontes de energia, visando a comercialização de energia elétrica com os países que fazem fronteira, como o Brasil e a Argentina.

Os resultados da simulação mostram que a integração dos mercados de energia elétrica uruguaio, argentino e brasileiro leva a uma transação de aproximadamente 700 milhões de dólares por ano. Além do resultado demonstrado, de acordo com a experiência internacional apresentada, a integração regional pode ser benéfica para a precificação de energia, diversificação da matriz e na segurança energética de cada um dos países envolvidos. Na simulação, foi considerado um cenário de crescimento da geração eólica e da demanda interna no Uruguai baseado na taxa histórica, o que evidenciou que a carga não acompanhará a expansão da geração do país.

Com tudo que foi apresentado, a análise se apresenta como uma sinalização positiva aos agentes de mercado na intenção de manter a atratividade nos investimentos em energia no Uruguai, para que, assim, o país continue cada vez mais sendo referência em energia limpa no mundo. Em conjunto, os resultados podem sinalizar a viabilidade de novas possibilidades de expansão do sistema de transmissão entre fronteiras, com objetivo de expandir a integração entre os três países.

Como trabalhos futuros, deve-se aprofundar as análises regulatórias de cada país, na intenção de uma integração mais adequada. Em outro caminho, faz-se necessário avaliar o custo da aplicação de capital de cada país, sendo importante a competitividade para viabilizar investimentos.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Bertoni, B. Messina, P. Bértola, L. La "revolución eólica" en Uruguay. Universidad de la República. 2018, Uruguay. Disponível em <http://desarrolloterritorial.ei.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2018/11/EOLICA-Bertoni-Messina-Bertol-a-OCTUBRE-2018-U%CC%81LTIMO-12102018.pdf>. Acessado em: 22 de setembro de 2021.
- (2) Balance Energético Nacional Uruguay. Ministerio de Industria, Energía y Minería. 2019. Disponível em <https://ben.miem.gub.uy/descargas/10anteriores/BEN2019-libro.pdf>. Acessado em: 22 de setembro de 2021.
- (3) C. Gramkow, P. Simões e R. Kreimerman, "O grande impulso (big push) energético do Uruguai", série Estudos e Perspectivas-Escritório da CEPAL em Brasília, N° 4 (LC/TS.2019/113-LC/BRS/TS.2019/5), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2019.
- (4) L. Di Chiara, F. Palacio, P. Soubes, R. Chaer, G. Casaravilla and E. Coppes, "An approach to an electricity tariff for responsive demand in the Uruguay of next years with high penetration of Wind and Solar energy," 2015 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM), Montevideo, 2015, pp. 52-56, doi: 10.1109/ISGT-LA.2015.7381129.
- (5) Zalzar, S. Francesco, E. The Impacts of an Integrated European Dayahead and Intraday Electricity Market on Market Performance: The Iberian Region Case. Department of Energy, Politecnico di Torino. Turin, Itália, 2019.
- (6) S. Faias, J. de Sousa and R. Castro, "Strategies for the integration of wind energy into the grid: An application to the Portuguese power system," 2010 7th International Conference on the European Energy Market, Madrid, 2010, pp. 1-7, doi: 10.1109/EEM.2010.5558704.
- (7) Moura, G. N. Pinto de. Long-term Power Systems Integration Using OSeMOSYS SAMBA - South America Model Base – and the Bargaining Power of Countries: A Cooperative Games Approach/Gustavo Nikolaus Pinto de Moura. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.
- (8) Mapping the U.S.-Canada Energy. Center for Strategic and International Studies. Maio, 2008. Disponível em: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/180507_Stanley_U.S.CanadaEnergy.pdf Acessado em: 01/04/2021.
- (9) Doug Vine. Interconnected: Canadian and U.S. electricity. Center for Climate and Energy Solutions – C2ES. Março, 2017.
- (10) International Monetary Fund. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Countries/URY>. Acessado em: 27 de dezembro de 2020.
- (11) Climatescope (Bloomberg 2019). Disponível em: <https://www.bloomberg.com.br/blog/climatescope-2019/>. Acessado em: 27 de dezembro de 2020.
- (12) I. Fígoli, V. Perna, G. Horta, L. Perco, A. Reyes and W. Sierra, "The role of biomass in Uruguay's energy transformation," 2018 IEEE 9th Power, Instrumentation and Measurement Meeting (EPIM), Salto, Uruguay, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/EPIM.2018.8756374.
- (13) S. Zalzar and E. Bompard, "A Day-Ahead Joint Energy and Uncertainty Reserve Market Clearing Model to Manage VRE Uncertainty," 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering

and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (IEEEIC / I&CPS Europe), Palermo, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEEEIC.2018.8493987.

DADOS BIOGRÁFICOS

Lucas Araújo Soares é graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI e mestrando em Engenharia Elétrica na Universidade de São Paulo - USP. Possui experiência em pesquisas na área de Sistemas de Potência: determinação de parâmetros de geradores síncronos e comissionamento, modelos de turbinas hidráulicas e reguladores de velocidade e em proteção de linhas de transmissão. Experiência profissional no mercado de energia, participando de estudos em modelos de otimização do despacho de usinas, conexão à rede básica, preço de energia e expansão do sistema, gestão de consumidores e portfólio de geração de renováveis. É especialista em comercialização de energia na Qair Brasil.

Miguel Edgar Morales Udaeta possui graduação em Engenharia Elétrica - Facultad de Ciencias y Tecnologia, UMSS (1984). Mestrado em Engenharia Elétrica pela EPUSP/USP (1990). Doutorado em Engenharia Elétrica pela EPUSP (1997). Pós-doutorado em planejamento energético e planejamento integrado de recursos pela USP (1999 e 2003). Livre-docência pela EPUSP (2012). Atualmente é professor de pós-graduação e pesquisador no GEPEA/EPUSP. Possui experiência na área de Engenharia de Energia e Economia de Energia, Planejamento Integrado de Recursos, Cadeia Produtiva do Gás Natural, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Atuando em: energia, planejamento energético, desenvolvimento sustentável, análise integrado de recursos, recursos energéticos, energização rural e energia e meio ambiente.

Viviane Tavares Nascimento possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2008), com experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens de Programação Assembler e Cobol. Trabalhou como pesquisadora no Laboratório de Sustentabilidade, vinculado à EPUSP, atuando em projetos aliando conceitos de redes de computadores, eficiência energética. Mestrado em gestão de contratos e consumo de energia de Data Centers para entrada em programas de resposta à demanda. Desde 2017 trabalha como pesquisadora junto ao GEPEA-EPUSP, atuando em projeto de sistemas de armazenamento integrado a outras fontes energéticas, projeto de P&D ANEEL, parceria com a CPFL.

Miliana Lima dos Santos é professora no Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica (PEA) da EPUSP desde 2013. Concluiu a graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal da Paraíba, em Campina Grande, no ano de 1998, e mestrado e doutorado na Universidade de São Paulo em 2010 e 2012, respectivamente. Suas áreas de interesse são: automação e operação de sistemas elétricos e industriais e ferramentas computacionais de suporte ao ensino e aprendizagem.