



**XII SEPOPE**  
 20 a 23 de Maio 2012  
 May – 20<sup>th</sup> to 23<sup>rd</sup> – 2012  
 RIO DE JANEIRO (RJ) -  
 BRASIL

**XII SIMPÓSIO DE ESPECIALISTAS EM PLANEJAMENTO DA  
 OPERAÇÃO E EXPANSÃO ELÉTRICA**

**XII SYMPOSIUM OF SPECIALISTS IN ELECTRIC OPERATIONAL  
 AND EXPANSION PLANNING**

**Estabelecimento das condições para determinação dos benefícios da  
 integração elétrica entre o Brasil e o Uruguai**

**Hermes Chipp – [hjchipp@ons.org.br](mailto:hjchipp@ons.org.br)**

**Marcelo Prais – [prais@ons.org.br](mailto:prais@ons.org.br)**

**Alberto Sergio Kligerman – [alberto@ons.org.br](mailto:alberto@ons.org.br)**

**Maria Helena Teles de Azevedo – [mhelena@ons.org.br](mailto:mhelena@ons.org.br)**

**Luiz Augusto Lattari Barretto – [lattari@ons.org.br](mailto:lattari@ons.org.br)**

**ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico**

**Brasil**

**Gonzalo Casaravilla – [gcasaravilla@ute.com.uy](mailto:gcasaravilla@ute.com.uy)**

**Ruben Chaer – [rchaer@fing.edu.uy](mailto:rchaer@fing.edu.uy)**

**Jorge Cabrera – [jcabrera@ute.com.uy](mailto:jcabrera@ute.com.uy)**

**Ana Casulo - [acasulo@ute.com.uy](mailto:acasulo@ute.com.uy)**

**UTE - Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas  
 Uruguai**

**SUMÁRIO**

Exportações de energia do Brasil para o Uruguai vêm ocorrendo, de forma interruptível, utilizando a interconexão de 72 MW entre as subestações de Rivera e Santana do Livramento, 150/230 kV, desde 2001. Atualmente, essa energia transacionada para o Uruguai advém de geração de usinas termoeletricas não despachadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS – e de geração hidrelétrica proveniente de vertimentos turbináveis do Brasil, porém de montante limitado.

Está prevista para o início de 2013 uma nova interligação de 500 MW em 500 kV entre os dois países. Para que esta ampliação da capacidade de transmissão seja utilizada de maneira mais ampla e vantajosa para ambas as partes, se sugere neste trabalho bases que contribuam com o aperfeiçoamento das condições de integração entre os dois países nos próximos anos.

Com este objetivo, o ONS e a Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas – UTE do Uruguai desenvolveram um estudo piloto utilizando a conversora de 72 MW, com o objetivo de experimentar, em uma escala menor, novas formas de promover o intercâmbio entre os dois países para, eventualmente, aplicá-los ou adequá-los à futura interconexão de 500 MW.

Neste sentido, o estudo conjunto compreende o período 2011 – 2013, e, a partir dos custos marginais previstos para ambos os sistemas, são simulados os intercâmbios energéticos que se realizariam através da conversora de 72 MW.

Com a metodologia proposta, a partir dos custos marginais do Uruguai antes e depois do intercâmbio e supondo que os custos marginais do Brasil não são afetados pela exportação de 72 MW, o estudo avaliou o benefício total que essas transações produziram no período, demonstrando que, mesmo considerando a limitação atual de 72 MW, o benefício da integração chega a cerca de 76 milhões de dólares ao longo dos 24 meses.

Marcelo Prais  
[prais@ons.org.br](mailto:prais@ons.org.br)

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico  
 Rua da Quitanda, 196/21º andar – Centro, Rio de Janeiro/RJ  
 CEP 20.091-005

PALAVRAS-CHAVES: Interconexão Brasil – Uruguai, Intercâmbios de otimização, Conversora de frequência, Rateio dos benefícios

## 1. Histórico, Antecedentes e Motivação

Com base no potencial de intercâmbio no Cone Sul e na complementariedade hidrológica e de recursos energéticos existentes na região, os países do Mercosul vêm procurando ampliar as possibilidades de ganhos sinérgicos através de intercâmbios de energia elétrica.

O Projeto CIER 15 Fase II – “Estudio de Transacciones de Electricidad entre las Regiones Andina, América Central y Mercosur – Factibilidad de su Integración” [1], em dezembro de 2010, já havia apontado oportunidades de incrementos das transações energéticas na América Latina e, em especial, nos países que compõem o Cone Sul.

Neste sentido, Brasil e Uruguai estão empenhados em concretizar uma nova interligação de 500 MW em 500 kV, cujo funcionamento está previsto para o início de 2013. Para que esta ampliação da capacidade de transmissão seja utilizada de maneira mais ampla e vantajosa para ambas as partes, faz-se necessário o aperfeiçoamento das condições de integração entre os dois países nos próximos anos.

Exportações de energia do Brasil para o Uruguai vêm ocorrendo, de forma interruptível, utilizando a interconexão de 72 MW entre as subestações de Rivera e Santana do Livramento. Mais recentemente, se beneficiando da interligação existente entre Brasil e Argentina, ocorreram transferências para o Uruguai em valores superiores aos 72 MW. Atualmente, a energia transacionada para o Uruguai advém de geração de usinas termoeletricas não despachadas pelo ONS e de geração hidroelétrica proveniente de vertimentos turbináveis do Brasil, porém de montante limitado.

Com o objetivo de ensaiar alguns possíveis avanços nos esquemas vigentes de integração elétrica e visando experimentar novos processos, para eventualmente corrigi-los e aplicá-los à futura interconexão de 500 MW, o ONS e a UTE desenvolveram um estudo piloto utilizando a conversora de 72 MW, no período 2011 – 2013, considerando os custos marginais previstos para ambos os sistemas e simulando os intercâmbios energéticos que se realizariam através dessa conversora.

A partir dos custos marginais do Uruguai antes e depois do intercâmbio e supondo que os custos marginais do Brasil não são afetados pela exportação de 72 MW, o estudo avaliou o benefício total que essas transações produziram no período.

Comparando-se os custos marginais da região Sul do Brasil com os do Uruguai, constata-se que há diversidade nas magnitudes e sazonalidade de seus valores. A diferença entre os custos marginais de cada país representa o ganho que estaria sendo apropriado ao sistema importador no momento em que se efetiva a transferência de energia.

## 2. Estudos Realizados

### 2.1. Premissas e Metodologia

A análise realizada se baseia na simulação do sistema uruguaio de forma a serem avaliadas as magnitudes dos intercâmbios que venham a ocorrer através da Conversora Rivera – Santana do Livramento, no período de novembro/2011 a outubro/2013, e a influência dessa interconexão nos custos marginais do Uruguai, uma vez que, como premissa básica, assume-se que intercâmbios de 72 MW não afetam os valores dos Custos Marginais de Operação - CMO do Brasil.

A partir da avaliação da variação dos custos marginais do Uruguai antes e depois do intercâmbio, o estudo determina o benefício total que essas transações proporcionaram, no período dos dois anos considerados.

Nos itens a seguir, estão apresentados os dados e as considerações utilizadas nas simulações, as definições dos casos de estudo e a metodologia usada no cálculo do benefício total.

### 2.1.1. Sistema Elétrico Brasileiro

O sistema elétrico brasileiro possui grandes extensões de linhas de transmissão de cerca de 115.000 km em tensão igual ou superior a 230 kV (Rede Básica) e um parque de geração diversificado, sendo predominantemente hidráulico, como pode ser constatado na Tabela I.

Tabela I: Evolução da Oferta de Energia do Brasil

TIPO	2010		2011	2012	2013	2014	2015	
	MW	%	MW	MW	MW	MW	MW	%
Hidráulica	68.857	63,8	70.106	72.211	74.608	75.742	80.499	58,4
nuclear	2.007	1,9	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	1,5
GN	9.059	8,4	9.186	9.186	9.979	9.979	9.979	7,2
GNL	204	0,2	204	1.077	2.201	2.201	2.201	1,6
carvão	1.415	1,3	2.485	3.205	3.205	3.205	3.205	2,3
óleo	2.976	2,8	3.669	4.789	8.942	8.942	8.942	6,5
diesel	1.236	1,1	1.135	909	971	971	971	0,7
outros	257	0,2	749	749	749	749	749	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>17.154</b>	<b>15,9</b>	<b>19.435</b>	<b>21.922</b>	<b>28.054</b>	<b>28.054</b>	<b>28.054</b>	<b>20,3</b>
PCHs	3.513	3,3	4.009	4.229	4.359	4.359	4.441	3,2
Biomassa	4.320	4,0	5.168	6.265	6.468	6.483	6.523	4,7
Eólicas	826	0,8	1.434	3.200	5.248	5.248	5.248	3,8
Itaipu 60 Hz (Brasil)	7.000	6,5	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	5,1
<b>Capacidade Instalada</b>	<b>101.670</b>	<b>94,3</b>	<b>107.152</b>	<b>114.827</b>	<b>125.737</b>	<b>126.886</b>	<b>131.765</b>	<b>95,5</b>
Itaipu 50 Hz (Paraguai)	6.320	5,9	6.275	6.230	6.185	6.140	6.095	4,4
<b>Total disponível</b>	<b>107.990</b>	<b>100</b>	<b>113.427</b>	<b>121.057</b>	<b>131.922</b>	<b>133.026</b>	<b>137.860</b>	<b>100</b>

As maiores demandas concentram-se nas regiões Sul e Sudeste, regiões brasileiras mais populosas e industrializadas. Na Tabela II a seguir é apresentada a evolução da demanda anual brasileira no período 2010 – 2015. O crescimento médio no período é igual a 3.001 MW médios, ou 5,0%. O valor mais elevado em 2013 é explicado pela incorporação dos sistemas isolados das capitais Manaus e Macapá ao SIN quando da entrada em operação da linha de transmissão Tucuruí – Manaus – Macapá.

Tabela II: Projeção da demanda anual do Brasil

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Sistema Interligado Nacional (SIN) – MWmed</b>	<b>58.761</b>	<b>61.640</b>	<b>65.772</b>	<b>68.640</b>	<b>71.530</b>
<b>Taxa crescimento</b>	<b>3,9%</b>	<b>4,9%</b>	<b>6,7%*</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,2%</b>

No presente trabalho, o sistema elétrico brasileiro foi representado nas simulações pelos CMOs da Região Sul do Brasil, que traduzem o custo da energia no Brasil a ser ofertada na fronteira com o Uruguai. Os CMOs são calculados durante os Programas Mensais de Operação – PMO do sistema elétrico brasileiro e são disponibilizados semanalmente pelo ONS. São resultados da execução mensal do modelos de planejamento da operação energética de médio prazo (NEWAVE [2]) e da execução semanal do modelo de programação da operação eletroenergética de curto prazo (DECOMP [3]), que são utilizados pelo ONS nos processos relacionados ao planejamento eletroenergético da operação do sistema hidrotérmico brasileiro.

Para o presente estudo, foram utilizadas as séries de CMOs oriundos do PMO de maio de 2011, cujas configurações, premissas e previsões utilizadas para o seu processamento encontram-se publicadas no endereço eletrônico do ONS ([http://www.ons.org.br/operacao/programa\\_mensal\\_operacao.aspx](http://www.ons.org.br/operacao/programa_mensal_operacao.aspx))

### 2.1.2. Sistema Elétrico Uruguaio

Para o sistema uruguaio, foram previstas demandas anuais (GWh/ano), no período de novembro/2011 a outubro/2013, a serem atendidas pelo seu sistema elétrico, constituído por usinas térmicas,

hidráulicas, eólicas e usinas a biomassa, e pelos intercâmbios internacionais estabelecidos com Brasil, Argentina e Paraguai.

Os dados relativos à configuração do sistema uruguaio utilizados nas simulações para a determinação dos intercâmbios entre o Brasil e Uruguai estão detalhados a seguir.

### **Demanda de Energia Elétrica:**

Tabela III: Projeção da demanda anual do Uruguai

<b>Ano</b>	<b>Demanda Uruguaia (GWh/ano)</b>
<b>2011</b>	9393
<b>2012</b>	9678
<b>2013</b>	9973

### **Capacidade Instalada:**

Tabela IV: Capacidade Instalada do Uruguai (MW)

<b>TIPO</b>		<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
		<b>MW</b>	<b>MW</b>	<b>MW</b>	<b>MW</b>	<b>MW</b>	<b>MW</b>
<b>Hidráulica</b>	Bonete	155	155	155	155	155	155
	Baygoria	108	108	108	108	108	108
	Palmar	333	333	333	333	333	333
	Salto Grande(*)	945	945	945	945	945	945
	<b>TOTAL</b>	<b>1541</b>	<b>1541</b>	<b>1541</b>	<b>1541</b>	<b>1541</b>	<b>1541</b>
<b>Térmica</b>	Gás / Óleo	494	494	494	494	854	854
	Vapor	243	243	243	243	243	423
	Óleo	80	80	80	80	80	80
	<b>TOTAL</b>	<b>817</b>	<b>817</b>	<b>817</b>	<b>817</b>	<b>1177</b>	<b>1357</b>
<b>Biomassa</b>		-	80	80	180	180	180
<b>Eólica</b>		-	-	76	376	376	376
<b>Capacidade Instalada</b>		<b>2358</b>	<b>2438</b>	<b>2514</b>	<b>2914</b>	<b>3274</b>	<b>3454</b>

(\*) Usina binacional entre Uruguai e Argentina. A potência de 945 MW corresponde à metade uruguaia da usina.

### **Intercâmbios Internacionais:**

- Exportação para Argentina: Máximo 2000 MW – Preço: US\$ 10/MWh
- Importação ocasional e contratos pela Interconexão Uruguai-Argentina: Máximo 100 MW – Preço: US\$ 80/MWh
- Importação/Exportação com o Brasil via Conversora Rivera – Santana do Livramento: Esta interconexão tem uma capacidade de 72 MW, em ambos os sentidos, mas apresenta as seguintes restrições a serem consideradas nas simulações:
  - Exportação Brasil → Uruguai: Nos meses dezembro, janeiro, fevereiro e março só há exportação no patamar de Carga Leve.

- Exportação Uruguai → Brasil:  
Durante todo o período do estudo há restrição de exportação, no valor máximo de 50 MW, apenas para o patamar de Carga Pesada uruguaio (P1).

### 2.1.3. Considerações Gerais

Nas simulações dos intercâmbios entre Brasil e Uruguai, foram utilizadas, basicamente, duas ferramentas:

- CEGH [4]: modelo gerador de séries sintéticas, para a obtenção das 79 séries sintéticas mensais de vazões afluentes para cada usina do sistema uruguaio (Bonete, Palmar e Salto Grande) considerada no estudo;
- SimSEE [5]: Simulador energético que, a partir da otimização da operação do sistema hidrotérmico uruguaio, permite a avaliação dos custos operativos relativos aos diversos cenários de vazões gerados.

Os intercâmbios entre os dois países foram impedidos sempre que o custo marginal de operação do país fornecedor fosse igual ao superior a US\$136,6/MWh. De outra forma, não seria razoável considerar que um país seja exportador (ainda que de energia interruptível) quando sua situação energética parece caracterizar uma situação de abastecimento preocupante.

## 2.2. Simulações Realizadas

A seguir, são apresentadas as etapas de modelagem e a definição dos casos de estudo.

### 2.2.1. Modelagem dos Custos Marginais do Brasil

Os CMOs mensais da região Sul do Brasil, utilizados nesse trabalho, são valores previstos e disponibilizados pelo ONS, oriundos do PMO de Maio/2011. Eles correspondem a 79 séries de valores de CMOs, previstos para o horizonte compreendido entre maio de 2011 e dezembro de 2015. Cada série de CMO corresponde ao resultado da simulação, com o modelo NEWAVE, com cada uma das 79 séries geradas a partir do histórico de vazão existente (1931-2009).

Desta forma, obtém-se, para cada patamar de carga (Leve, Média e Pesada), para cada série e durante todo o período do estudo, o conjunto de valores mensais de CMOs da região Sul do Brasil a ser usado nas simulações com o modelo SimSEE.

Porém, da maneira como esses valores mensais de CMOs são disponibilizados, em 3 patamares, eles não podem ser diretamente utilizados pelo modelo SimSEE, pois este utiliza um passo de tempo semanal dividido em 4 bandas horárias, aqui denominadas “patamares uruguaiois” (P1, P2, P3 e P4).

Assim, houve a necessidade de se adequar as durações semanais dos 3 patamares brasileiros, que são, respectivamente, 63,16 horas, 87,28 horas e 17,45 horas, às 4 bandas horárias uruguaiois cujas durações são 7, 28, 91 e 42 horas, respectivamente, de forma a ponderar as séries de CMOs, recompondo-as de acordo com os 4 patamares uruguaiois.

A Tabela V a seguir apresenta a distribuição das horas obtida:

Tabela V: Distribuição das horas semanais dos patamares do Brasil em relação aos patamares do Uruguai

Patamares (Uruguai)	Patamares (Brasil)		
	Carga Leve 17,45h	Carga Média 87,38h	Carga Pesada 63,16h
<b>P1 - 7h</b>	7,00		
<b>P2 - 28h</b>	10,45	17,54	
<b>P3 - 91h</b>		69,84	21,16
<b>P4 - 42h</b>			42,00

De posse da Tabela V, a ponderação dos valores dos CMOs do Sul do Brasil foi efetuada da seguinte forma:

- $CMO_{BR}^{P1}$  (CMO no patamar P1) =  $CMO_{Carga Leve}$
- $CMO_{BR}^{P2}$  (CMO no patamar P2) =  $(10,45/28)*CMO_{Carga Leve} + (17,54/28)*CMO_{Carga Média}$
- $CMO_{BR}^{P3}$  (CMO no patamar P3) =  $(69,84/91)*CMO_{Carga Média} + (21,16/91)*CMO_{Carga Pesada}$
- $CMO_{BR}^{P4}$  (CMO no patamar P4) =  $CMO_{Carga Pesada}$

### **2.2.2. Modelo estocástico de vazões Uruguai e CMOs do Brasil SUL**

A partir das 79 séries mensais de CMOs da região Sul do Brasil para o horizonte do estudo (2011-2015) e das séries de afluições às usinas do Uruguai, utilizou-se um modelo estocástico CEGH [4], que capta o conjunto de correlações espaciais e temporais das séries. A identificação deste modelo é importante para a correta simulação da operação do principal reservatório do Uruguai, dado que existe uma correlação apreciável entre o regime de chuvas do Uruguai e da região Sul do Brasil (e, portanto, com os valores de CMOs).

Para quantificar a importância de representar adequadamente a dependência entre as vazões aos reservatórios do Uruguai e os CMOs da região Sul do Brasil, é importante notar que o coeficiente de correlação cruzada entre a soma das vazões às usinas e a média dos CMOs é de -20%, o que mostra claramente que quando a região Sul do Brasil tem preços altos, há um viés estatístico importante para uma tendência de que se verifiquem vazões baixas às usinas do Uruguai. Se esta correlação negativa não fosse levada em conta, se cometeria um erro ao se sobrevalorizar os benefícios dos intercâmbios.

### **2.2.3. Modelagem da Interconexão Rivera-Livramento**

O modelo estocástico identificado de acordo com o item 2.2.2 é capaz de gerar séries sintéticas de vazões afluentes às usinas do Uruguai e valores de CMO da região Sul do Brasil. Estes valores gerados foram utilizados na plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica – SimSEE para a simulação da operação ótima do sistema uruguaio.

Com a hipótese de que os CMOs da região Sul do Brasil não serão afetados por intercâmbios de até 72 MW, a representação da conversora no simulador SimSEE foi feita com um modelo de Mercado Spot, em patamares de carga (P1, P2, P3 e P4) conectado a um nó que, por sua vez, se conecta a um outro nó, correspondente ao sistema uruguaio, através de dois arcos que representam importação e exportação, sendo também consideradas suas respectivas perdas e restrições.

O preço da energia no nó que representa a região Sul do Brasil é o dos custos marginais gerados pelo modelo estocástico mencionado anteriormente para cada patamar de carga.

### **2.2.4. Casos de Estudo**

A determinação dos benefícios baseia-se na avaliação da variação dos CMOs do Uruguai antes e depois do intercâmbio, supondo que os custos marginais do Sul do Brasil não são afetados pela exportação / importação de 72 MW. Com essa finalidade, foram definidos os seguintes casos de estudo simulados:

- Caso 1- “Sem\_Intercâmbio”  
Para a simulação, é estabelecido um custo de US\$ 5.000/MWh para a exportação de energia, de forma a tornar proibitivo o intercâmbio de energia entre os dois países.
- Caso 2- “Com\_Intercâmbio”  
As regras estabelecidas no item 2.1.2 para a Importação/Exportação do Uruguai com o Brasil, via Conversora Rivera – Santana do Livramento, são aplicadas para a simulação desse caso, considerando as séries de CMOs da região Sul do Brasil.

### 2.3. Determinação dos Benefícios

De posse dos dados, informações, premissas e metodologia acima descritos, foram efetuadas as simulações dos dois casos de estudo e, assim, a partir do cálculo da diferença entre os custos marginais apresentados pelos dois países, os benefícios advindos dos intercâmbios ocorridos foram estimados como sendo iguais aos ganhos que são apropriados pelo sistema importador no momento em que se efetiva a transferência de energia.

Assim, como apresentado na Figura 1, considerou-se como custo marginal do Uruguai para efeito dos intercâmbios a média aritmética dos custos marginais na hipótese de não ocorrer o intercâmbio (CMOsem) e ocorrendo o intercâmbio (CMOcon). O benefício total da interligação é dado pela diferença entre a média aritmética do custo marginal do Uruguai (CMOurg) e o custo marginal da região Sul do Brasil.

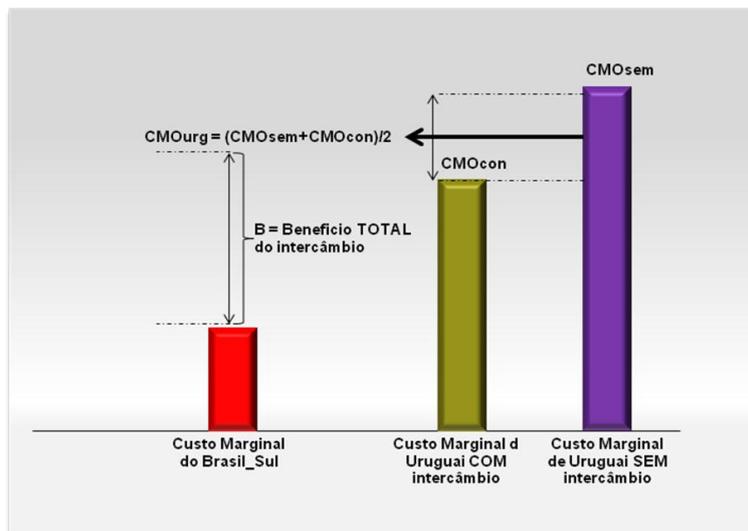


Figura 1: Benefício Total: Diferença entre os Custos Marginais dos dois países

Como citado anteriormente, para um intercâmbio máximo de 72 MW através da conversora Rivera – Santana do Livramento, considerou-se que, nas simulações, os CMOs do Sul do Brasil não sofrem variações. Portanto, foram utilizadas as séries de CMOs do Sul do Brasil com seus valores ponderados de acordo com a distribuição de horas dos patamares uruguaios, conforme apresentado no item 2.2.1, sendo 79 séries constituídas de valores mensais no período de novembro/2011 a outubro/2013 para cada um dos patamares (P1, P2, P3 e P4).

Dado que os custos marginais do Uruguai são afetados pelos intercâmbios com o Brasil, para cada patamar e para cada série, foram calculadas as médias mensais entre seus respectivos custos marginais (“com” e “sem” intercâmbio), ao longo de todo o horizonte do estudo. De posse desses valores, os benefícios advindos dos intercâmbios entre os dois países foram obtidos aplicando-se o seguinte cálculo:

$$\text{Benefício}^{Pi}(m,s) = \frac{\text{ABS}[\text{Pint}^{Pi}(m,s)] \times \text{ABS}[(\text{CMOsem}^{Pi}(m,s) - \text{CMOcom}^{Pi}(m,s))/2 - \text{CMO\_BR}^{Pi}(m,s)]}{\text{Duração}^{Pi}}$$

Sendo:

- $\text{Pint}^{Pi}(m,s)$  = Intercâmbios mensais
- $\text{CMOsem}^{Pi}(m,s)$  = CMOs mensais do URUGUAI (Obtidos no Caso “SEM Intercâmbio”)
- $\text{CMOcon}^{Pi}(m,s)$  = CMOs mensais do URUGUAI (Obtidos no Caso “COM Intercâmbio”)
- $\text{CMO\_BR}^{Pi}(m,s)$  = CMOs mensais do subsistema Sul do BRASIL

- Duração<sup>Pi</sup> = duração do patamar Pi em questão, conforme descrito no item 2.2.1
- Pi = Patamar P1, P2, P3 ou P4
- m = mês
- s = série

Para que a contabilização dos benefícios fosse feita de forma indistinta e independente do sistema importador, no cálculo foram considerados os valores absolutos tanto do intercâmbio quanto da diferença existente entre os CMOs dos dois países, aqui também chamada de margem.

Os resultados obtidos estão apresentados no item a seguir.

## 2.4. Resultados

O resumo dos valores em cada etapa do cálculo dos benefícios do intercâmbio entre Brasil e Uruguai, advindos da interconexão de 72 MW entre as subestações de Rivera e Santana do Livramento é apresentado na Tabela VI, a seguir.

Ressalta-se que o valor do pedágio para o uso da linha de transmissão, igual a 360.000 US\$/mês, foi considerado no cálculo do saldo do benefício total. Esse valor compulsório corresponde ao custo necessário para a amortização dos investimentos, operação e manutenção da estação conversora de propriedade da UTE e Eletrobrás. Esse custo deverá ser pago pelo agente comercializador que requeira o uso da conversora.

Tabela VI: Benefícios conjuntos advindos do uso da interconexão de 72MW entre Brasil – Uruguai

Período do Estudo	BENEFÍCIOS (US\$)							
	Por Patamar				TOTAL_Semanal US\$/sem	TOTAL_Mensal US\$/mês	Pedágio US\$/mês	SALDO US\$/mês
	MÉDIA_P4 US\$/sem	MÉDIA_P3 US\$/sem	MÉDIA_P2 US\$/sem	MÉDIA_P1 US\$/sem				
Nov-11	315.341,31	625.420,63	181.466,68	32.824,80	1.155.053,42	5.018.982,12	360.000,00	4.658.982,12
Dec-11	410.570,48	204.482,53	1.582,73	278,08	616.913,82	2.680.637,41	360.000,00	2.320.637,41
Jan-12	429.966,16	210.082,97	867,00	220,86	641.136,99	2.785.892,88	360.000,00	2.425.892,88
Feb-12	415.844,30	217.371,49	5.506,92	1.254,80	639.977,50	2.780.854,63	360.000,00	2.420.854,63
Mar-12	418.268,46	209.854,31	2.964,96	606,93	631.694,66	2.744.863,70	360.000,00	2.384.863,70
Apr-12	371.535,86	759.397,40	227.039,40	53.519,60	1.411.492,26	6.133.269,92	360.000,00	5.773.269,92
May-12	371.651,51	788.749,13	240.872,13	55.600,08	1.456.872,85	6.330.459,41	360.000,00	5.970.459,41
Jun-12	406.058,49	864.483,68	263.007,74	62.852,06	1.596.401,97	6.936.746,68	360.000,00	6.576.746,68
Jul-12	320.840,71	687.377,17	209.303,50	50.667,06	1.268.188,44	5.510.580,72	360.000,00	5.150.580,72
Aug-12	275.003,82	591.599,90	180.508,78	44.414,94	1.091.527,43	4.742.946,58	360.000,00	4.382.946,58
Sep-12	235.475,75	475.803,72	145.528,29	34.072,83	890.880,59	3.871.088,28	360.000,00	3.511.088,28
Oct-12	176.192,53	391.322,14	115.590,61	24.312,95	707.418,23	3.073.900,63	360.000,00	2.713.900,63
Nov-12	202.433,10	430.841,63	130.031,82	30.069,96	793.376,52	3.447.409,89	360.000,00	3.087.409,89
Dec-12	321.257,92	225.923,58	27.231,09	6.440,97	580.853,55	2.523.946,99	360.000,00	2.163.946,99
Jan-13	406.730,63	201.088,99	2.743,96	498,45	611.062,03	2.655.209,99	360.000,00	2.295.209,99
Feb-13	443.996,94	236.521,44	8.876,71	1.587,72	690.982,81	3.002.484,82	360.000,00	2.642.484,82
Mar-13	463.240,51	241.746,32	4.367,90	910,29	710.265,02	3.086.270,62	360.000,00	2.726.270,62
Apr-13	443.050,77	774.051,54	218.227,00	54.081,34	1.489.410,65	6.471.843,89	360.000,00	6.111.843,89
May-13	289.248,66	606.405,57	186.687,25	45.720,63	1.128.062,11	4.901.698,45	360.000,00	4.541.698,45
Jun-13	229.460,45	486.823,67	149.537,27	36.698,97	902.520,35	3.921.665,82	360.000,00	3.561.665,82
Jul-13	189.816,58	407.886,67	125.854,28	30.651,14	754.208,67	3.277.216,22	360.000,00	2.917.216,22
Aug-13	168.586,31	355.365,82	108.234,67	26.762,48	658.949,28	2.863.291,51	360.000,00	2.503.291,51
Sep-13	152.580,20	301.713,84	95.052,92	22.889,52	572.236,48	2.486.503,76	360.000,00	2.126.503,76
Oct-13	99.285,37	231.063,11	75.652,63	16.849,09	422.850,21	1.837.384,83	360.000,00	1.477.384,83
<b>TOTAL Período</b>	<b>7.556.436,80</b>	<b>10.525.377,25</b>	<b>2.706.736,23</b>	<b>633.785,54</b>	<b>21.422.335,83</b>	<b>93.085.149,74</b>	<b>8.640.000,00</b>	<b>84.445.149,74</b>
<b>TOTAL Período VP:</b>	<b>6.812.399,15</b>	<b>9.415.103,72</b>	<b>2.409.498,34</b>	<b>562.816,93</b>	<b>19.199.818,15</b>	<b>83.427.781,23</b>	<b>7.694.361,61</b>	<b>75.733.419,62</b>

O benefício total da interligação de 72 MW entre o Brasil e o Uruguai é da ordem de US\$ 76 milhões no período novembro/2011 a outubro/2013 (trazido a valor presente em novembro/2011). Este montante aponta para a importância de que haja uma evolução nas modalidades de intercâmbio atualmente praticadas no âmbito dos países do Cone Sul, de forma que se possa extrair dos investimentos realizados e ainda a realizar o máximo de benefício resultante da integração e da complementaridade existentes, contribuindo assim para a melhoria das condições de atendimento e para o bem estar das sociedades.

As possibilidades de rateio dos benefícios proporcionados pela interligação devem ser objeto de regulação econômica pelos Governos de cada país, em especial pelos Ministérios de Minas e Energia e pelos Reguladores. No momento, os governos do Brasil e do Uruguai constituíram grupos mistos de trabalho com a finalidade de propor, conforme decisão tomada pelos governos, um caminho para a integração plena entre mercados. Neste ambiente, a discussão de alocação dos benefícios será um dos tópicos a serem tratados.

### 3. Conclusões

Brasil e Uruguai possuem uma interconexão de 72 MW em Santana do Livramento – Rivera, que é utilizada de maneira restrita, predominantemente com fluxos no sentido do Brasil para o Uruguai. A energia fornecida pelo Brasil tem como base as usinas termoelétricas não despachadas e energia hidroelétrica turbinável na modalidade de devolução.

No início de 2013 entrará em operação uma interligação forte entre os dois países, de 500 MW em 500 kV, ampliando as possibilidades de trocas eficientes de energia. Neste caso, os fluxos no sentido do Brasil para o Uruguai deverão influenciar os custos marginais do sistema brasileiro, o que irá requerer novos aperfeiçoamentos na metodologia aqui aplicada.

Neste trabalho apresentamos uma proposta de evolução da modalidade de intercâmbio de energia interruptível em relação à prática atual, e que serve de ensaio para ampliar os benefícios quando da ampliação da integração. Os benefícios auferidos pelos intercâmbios baseados nos custos marginais dos dois países são da ordem de US\$ 76 milhões em dois anos, considerando-se apenas uma interligação de 72 MW.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Projeto CIER 15 Fase II – Informe Final, 2010.
- [2] CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Manual de Referência – Modelo NEWAVE. Rio de Janeiro, RJ. 2001.
- [3] CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Manual de Referência – Modelo DECOMP. Rio de Janeiro, RJ. 2012.
- [4] IIE - Instituto de Ingeniería Eléctrica. *Modelos CEGH de procesos estocásticos multivariados*. Facultad de Ingeniería - Universidad de la República Oriental del Uruguay - Montevideo 2011.
- [5] IIE - Instituto de Ingeniería Eléctrica. *Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica - SimSEE*. Facultad de Ingeniería - Universidad de la República Oriental del Uruguay - Montevideo 2012.