

CLEINERSON ARAÚJO  
DANILO FERREIRA DE SOUZA

# INTEGRAÇÃO ELETROENERGÉTICA DA AMÉRICA DO SUL: REALIDADES E PERSPECTIVAS



**INTEGRAÇÃO ELETOENERGÉTICA DA AMÉRICA DO SUL:  
REALIDADES E PERSPECTIVAS**



**UFMT**

**Ministério da Educação  
Universidade Federal de Mato Grosso**

**Reitora**

Myrian Thereza de Moura Serra

**Vice-Reitor**

Evandro Aparecido Soares da Silva

**Coordenador da Editora Universitária**

Renilson Rosa Ribeiro

**Supervisão Técnica**

Ana Cláudia Pereira Rubio

**Conselho Editorial**



Renilson Rosa Ribeiro (Presidente - EdUFMT)  
Ana Cláudia Pereira Rubio (Supervisora - EdUFMT)  
Adelmo Carvalho da Silva (Docente - IE)  
Ana Carrilho Romero Grunennvaldt (Docente - FEF)  
Arturo Alejandro Zavala Zavala (Docente - FE)  
Carla Reita Faria Leal (Docente - FD)  
Divanize Carbonieri (Docente - IL)  
Eda do Carmo Razera Pereira (Docente - FCA)  
Elizabeth Madureira Siqueira (Comunidade - UFMT)  
Evaldo Martins Pires (Docente - CUS)  
Ivana Aparecida Ferrer da Silva (Docente - FACC)  
Josiel Maimone de Figueiredo (Docente - IC)  
Juliana Abonízio (Docente - ICHS)  
Karyna de Andrade Carvalho Rosseti (Docente - FAET)  
Lenir Vaz Guimarães (Docente - ISC)  
Luciane Yuri Yoshiara (Docente - FANUT)  
Maria Corette Pasa (Docente - IB)  
Maria Cristina Guimaro Abegão (Docente - FAEN)  
Mauro Miguel Costa (Docente - IF)  
Neudson Johnson Martinho (Docente - FM)  
Nileide Souza Dourado (Técnica - IGHD)  
Odorico Ferreira Cardoso Neto (Docente - CUA)  
Paulo César Corrêa da Costa (Docente - FAGEO)  
Pedro Hurtado de Mendoza Borges (Docente - FAAZ)  
Priscila de Oliveira Xavier Sudder (Docente - CUR)  
Raoni Florentino da Silva Teixeira (Docente - CUVG)  
Regina Célia Rodrigues da Paz (Docente - FAVET)  
Rodolfo Sebastião Estupiñán Allan (Docente - ICET)  
Sonia Regina Romancini (Docente - IGHD)  
Weyber Ferreira de Souza (Discente - UFMT)  
Zenesio Finger (Docente - FENF)

Cleinson Araújo  
Danilo Ferreira de Souza

**INTEGRAÇÃO ELETROENERGÉTICA DA AMÉRICA DO SUL:  
REALIDADES E PERSPECTIVAS**

1ª Edição

  
**EduFMT**  
Cuiabá, MT  
2018

Copyright (c) Cleinerson Araújo & Danilo Ferreira de Souza, 2018.

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

A EdUFMT segue o acordo ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil, desde 2009.

A aceitação das alterações textuais e de normalização bibliográfica sugeridas pelo revisor é uma decisão do autor/organizador

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A663i	Araújo, Cleinerson Integração eletroenergética da América do Sul [e-book] : realidades e perspectivas / Cleinerson Araújo, Danilo Ferreira de Souza . – Cuiabá : EdUFMT, 2018. Dados eletrônicos (1 arquivo), il. color.  Modo de acesso : World Wide Web ISBN: 978-85-327-0653-9 Inclui referências  1. Energia elétrica – América do Sul – Integração. 2. Energia elétrica – América do Sul – Perspectivas. 3. América do Sul – Integração eletroenergética. 1. Souza, Danilo Ferreira de.
-------	---

CDU – 621.311(817.2)

Bibliotecária Consuelo O. Melo – CRB-1/1468

**Coordenação da EdUFMT:** Renilson Rosa Ribeiro

**Supervisão Técnica:** Ana Claudia Pereira Rubio

**Revisão Textual e Normatização:** Marluce Aparecida Souza e Silva e Patrícia Rosalina da Silva

**Diagramação & Arte da Capa:** Kenny Kendy Kawaguchi



Editora da Universidade Federal de Mato Grosso  
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2.367  
Boa Esperança. CEP: 78.060 - 900 - Cuiabá, MT.  
Contato: [www.editora.ufmt.br](http://www.editora.ufmt.br)  
Fone: (65) 3313-7155



## *Dedicatória*

*Lembrando cada telefonema e mensagem de otimismo recebida, dedico esta produção à minha mãe, Cléia Araújo Leite, e, jamais esquecendo quem se tornou saudade permanente acomodada ao meu peito, também a dedico ao meu primo Lucas Lima Souza.*

*Cleinerson Araújo*

*Dedico este trabalho, à minha avó Rita e ao meu avô Cícero. Trabalhadores, que mesmo a despeito das adversidades, fizeram-se exemplos de retidão de caráter.*

*Danilo Ferreira de Souza*

## Agradecimentos

*Agradecimentos especiais aos familiares que, com palavras de incentivo e apoio, me ajudaram significativamente no processo de publicação deste livro.*

*Agradeço aos professores Roberto Perillo Barbosa da Silva e Ivo Leandro Dorileo, os primeiros leitores do texto e cujas críticas e sugestões contribuíram para seu aperfeiçoamento.*

*Cleinson Araújo.*

*Agradeço aos colegas do Departamento de Engenharia Elétrica da UFMT (docentes, estudantes e técnicas/técnicos) e ao colega Eng. Walter Aguiar, que contribuiu significativamente com as ilustrações desta obra.*

*Danilo Ferreira de Souza*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADME - Administración del Mercado Eléctrico

ALADI - Associação Latino-Americana de Integração

ALALC - Associação Latino-Americana de Livre Comércio

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BEMIP - Baltic Energy Market Interconnection Plan

CA - Corrente Alternada

Caricom - Comunidade do Caribe

CASA - Comunidade Sul-Americana de Nações

CC - Corrente Contínua

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CIER - Comissão de Integração Elétrica Regional

COSIPLAN - Conselho Sul - Americano de Infraestrutura e Planejamento

Eletrobras - Centrais Elétricas Brasileiras S.A

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

Gwh - Gigawatt-hora

HVAC - High-Voltage Alternating Current

HVDC - High-Voltage Direct Current

Hz - Hertz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEA - International Energy Agency

IGBT - Integrated Gate Bipolar Transistor

IIRSA - Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional da América do Sul

kWh - Quilowatt-hora

LCC - Line Commutated Conversion  
MCCA - Mercado Comum Centro Americano  
Mercosul - Mercado Comum do Sul  
Mibel - Mercado Ibérico de Eletricidade  
MW - Megawatt  
NAFTA - North American Free Trade Agreement  
NORD POLL - Integração Energética entre os Países Nórdicos  
OLADE - Organização Latino-Americana de Energia  
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento  
PDE - Plano Decenal de Expansão de Energia  
PIB - Produto Interno Bruto  
PNE - Plano Nacional de Energia  
SCR - Silicon Controlled Rectifier  
SELA - Sistema Econômico Latino-Americano e do Caribe  
SIN - Sistema Interligado Nacional  
TFUE - Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia  
UE - União Europeia  
UHE - Usina Hidrelétrica  
VSC - Voltage Soucer Converter

# Sumário

Apresentação	11
Introdução	13
<b>Capítulo 1</b> <b>Um Pouco Sobre a América do Sul e o Brasil</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 2</b> <b>Integração Europeia</b>	<b>34</b>
2.1 Preço da Energia Elétrica na América do Sul	44
2.2 Preço da Energia Elétrica na Europa	47
<b>Capítulo 3</b> <b>Integração na América do Sul</b>	<b>54</b>
3.1 Integração Energética na América do Sul: Os Atores e Seus Discursos	58
3.1.1 Quadro atual da Integração Eletroenergética na América do Sul	62
3.1.2 Yaciretá (Argentina – Paraguai)	67
3.1.3 Salto Grande (Argentina – Uruguai)	69
3.1.4 Itaipu (Brasil – Paraguai)	72
3.2 Interligações Elétricas na América do Sul	78

3.2.1 Linha de Transmissão de Guri (Brasil – Venezuela)	78
<b>Capítulo 4</b>	<b>89</b>
<b>A Diferença de Frequência e as Subestações Conversoras</b>	
<b>Capítulo 5</b>	<b>102</b>
<b>O Alicerce da Integração Eletroenergética: A Complementaridade</b>	
<b>Capítulo 6</b>	<b>121</b>
<b>Brasil: o Principal Catalisador do Processo Integracionista</b>	
<b>Capítulo 7</b>	<b>129</b>
<b>Integração Eletroenergética: Teorias, Benefícios e Desafios</b>	
7.1 Abordagens Teóricas	130
7.1.1 Abordagem realista	130
7.1.2 Abordagem construtivista	131
7.2 Benefícios dos Processos de Integração	134
7.3 Desafios	137
<b>Considerações Finais</b>	<b>142</b>
Referências	146

## Apresentação

O processo de Integração Eletroenergética na América do Sul e seu papel no processo de integração regional, constituem-se em um tema que vem sendo pensado desde os anos 1960, mas que só passou a ser priorizado nas agendas políticas dos países envolvidos após a criação da União das Nações Sul-Americanas.

O amplo entendimento desse processo inclui o conhecimento das iniciativas integracionistas, disso se depreendendo o tratamento que dispensaram à questão e suas justificativas ao empreendimento, buscando-se estabelecer similaridades com o processo de integração europeu.

Ademais, envolve a compreensão dos discursos integracionistas praticados no subcontinente, além da análise das possibilidades deste processo de fato possibilitar a promoção do desenvolvimento local.

Em face disso, ressalte-se que o quadro de interligações elétricas na região revela contradições entre os discursos promotores dessa integração e os empreendimentos realizados nessa direção, estes que, em sua maioria, beneficiam um ou dois países, não correspondendo ao almejado desenvolvimento conjunto dos países sul-americanos. Entretanto, os acordos bilaterais representam um estágio intermediário de integração, sendo necessário seu aperfeiçoamento.

Há que se apontar, igualmente, que a exploração da complementaridade hidrológica e a possibilidade de segurança energética são benefícios da integração eletroenergética, e as questões limita-

doras, como a diferença de frequência da tensão elétrica e a questão geográfica, são alguns dos desafios que o processo deve enfrentar.

A integração eletroenergética encontra-se em fase inicial, e, embora não esteja relacionado com o desenvolvimento dito “sustentável”, por estar mais associado com o aumento da capacidade de geração e transmissão de energia, o tema inscreve-se como alternativa para o aumento da confiabilidade do sistema elétrico regional.

*Cleinson Araújo.*

*Danilo Ferreira de Souza.*

## Introdução

O processo de integração energética na América do Sul, com foco na produção e transmissão de energia elétrica, é encarado como estratégia de integração regional. Nessa perspectiva, os discursos integracionistas são elucidativos dos motivos e das justificativas para tal empreendimento, bem como propiciam reflexões acerca dos seus desdobramentos no desenvolvimento e na organização da produção eletroenergética regional no subcontinente sul-americano.

Examinar os agentes, o histórico e o quadro atual da política de integração energética é uma maneira de pensar sobre o desenvolvimento da América do Sul, sendo uma árdua tarefa debater o assunto sem incluir a questão da integração regional. Isso porque o processo integracionista aponta para um desenvolvimento regional e não o aborda de forma isolada dos países membros.

A integração regional e a formação de blocos regionais relacionam-se de maneira intrínseca com a integração física, como a de infraestruturas nos setores de transportes, telecomunicações e energia, sendo a integração física uma etapa inicial no processo de consolidação integracionista em sua totalidade.

O foco central deste livro é discutir essa integração entre os países, possibilitando o desenvolvimento regional de maneira integral e conjunta, refletindo acerca das estratégias de progresso da região alinhando-as pautas econômicas, ambientais e sociais. A esse respeito, ressalte-se que o próprio termo integração energética remete-se ao estabelecimento de uma política energética comum mediante a unificação dos setores elétricos.

Devido ao fato de a América do Sul possuir abundância em recursos energéticos e complementaridade hidrológica, a ideia de interligação torna-se uma alternativa para o suprimento da região. Para tanto, lança-se mão de empreendimentos como hidrelétricas e também de políticas energéticas conjuntas, garantindo-se, assim, a regulação da disponibilização de energia elétrica.

No subcontinente sul-americano, o tema da interligação vem sendo debatido há mais de quatro décadas, havendo um importante histórico em empreendimentos integracionistas, como Itaipu, Salto Grande, Yaciretá, que constituem etapas intermediárias do processo como um todo.

Com o estabelecimento da União das Nações Sul-Americanas (UNASUL), que, fundado num ambiente político de debate, cooperação e aproximação político-econômica entre os estados membros, objetiva propiciar a redução de suas desigualdades e o avanço dos setores socioeconômicos.

Nessa perspectiva, a discussão sobre energia foi incorporada na agenda política dos países membros, entendendo que o acesso à energia elétrica pode ser uma ferramenta para diminuir a pobreza e assimetrias locais e ainda promover o desenvolvimento “sustentável” da região. Logo, os agentes promotores da integração vêm executando empreendimentos na América do Sul com a justificativa de impulsionar o desenvolvimento econômico local.

Com base nos discursos integracionistas vigentes, realizou-se o mapeamento do quadro atual de projetos de integração e foi verificado se os empreendimentos de integração condizem com as justificativas apresentadas pelos agentes promotores da integração energética.

São sete os capítulos constitutivos desta publicação, por meio dos quais se busca, primeiramente, explorar os conceitos de integração regional e integração energética, para, depois, apresentar o cenário atual de empreendimentos integracionistas e, por fim, analisar as vantagens e benefícios decorrentes do projeto.

No primeiro capítulo, delimita-se o tema, apresentam-se as características da América do Sul e discute-se o potencial hidroelétrico da região. Por último, exibem-se algumas particularidades do Brasil pelo fato de o país ser o candidato a se tornar o principal catalisador do processo integracionista da região.

No segundo capítulo, aborda-se a política energética da Europa e seus feitos integracionistas, como o Mercado Iberico de Eletricidade (Mibel), relacionando-a com o processo de integração na América do Sul. Por acreditar que a União Europeia é o bloco regional mais consolidado no mundo atual, visa-se analisar as consequências da elaboração de uma política energética comum na integração regional.

No terceiro capítulo, introduz-se o tema da integração energética na América do Sul, juntamente com seus atores, conceitos, histórico e cenário atual dos recursos naturais e integracionistas. Nesse contexto, apontam-se as principais instituições que inserem o tema na região, como a Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional da América do Sul (IIRSA) e a União de Nações Sul-Americanas (UNASUL). Também, trata-se da importação e exportação de energia elétrica entre os países sul-americanos e, ainda, discutem-se as interligações de Yaciretá, Salto Grande, Itaipu e a interligação entre Brasil e Venezuela, a fim de verificar as consequências desses projetos nas regiões afetadas, bem como os desafios encontrados e benefícios alcançados.

No quarto capítulo, discorre-se sobre as limitações técnicas, como a diferença entre a frequência da tensão elétrica para o processo de integração eletroenergética, sendo este um dos desafios a serem solucionados com o estabelecimento do processo. Ao longo do capítulo, observa-se que, devido a embates empresariais, a região da América do Sul é dividida em países que operam na frequência de 50 Hz e países que operam em 60 Hz, problema para o qual a alternativa é num primeiro momento, a instalação de subestações conversoras, que operam na junção da Eletrônica de Potência com a Transmissão em Corrente Contínua, ou seja, sem frequência, e posteriormente, a inversão, para a frequência base do sistema.

No quinto capítulo, discute-se o assunto da complementaridade hidrológica existente entre os países da América do Sul. Propõe-se a análise do regime pluviométrico da região, verificando-se a inversão entre ciclos de precipitação: enquanto uma região passa por uma fase de seca, outra se encontra em período chuvoso e essa inversão implica na complementaridade das bacias hidrográficas locais, que pode ser aproveitada para o aumento da segurança energética.

No sexto capítulo, aponta-se o Brasil como o principal dentre os países com potencial para o investimento na integração eletroenergética já que possui elevada demanda energética quando comparada à dos vizinhos, faz fronteira com a maioria dos países sul-americanos e possui fontes de financiamento. Além disso, o país detém um histórico de empreendimentos integracionistas, o que lhe favorece investir na interligação elétrica regional para promover o seu próprio desenvolvimento e o da América do Sul, inserindo-a no contexto internacional.

No sétimo e último capítulo, apresentam-se perspectivas teóricas relativas ao processo de integração regional, levantando-se grandes dife-

renças entre o pensamento realista e o pensamento construtivista, este último o mais aceito para a integração eletroenergética na perspectiva almejada. Também se apontam os benefícios e desafios do movimento de integração energética no sentido de colocá-los nas agendas políticas dos países envolvidos no desenvolvimento das interconexões.

## Capítulo 1

### Um Pouco Sobre a América do Sul e o Brasil

“Estou convencido de que se trata do paraíso terrestre”, manifestou-se Cristóvão Colombo ao se deparar com o rio Orinoco, localizado nos territórios correspondentes aos países Colômbia e Venezuela. No entanto, o navegador morreu sem saber ao certo o que havia descoberto.

Os dois países fazem parte do que hoje se denomina América do Sul, um subcontinente da América, por sua vez dividida em três porções: América do Norte, América Central e América do Sul. Esta última, aqui concordando com Colombo, talvez possa mesmo ser considerada o paraíso terrestre, ao menos no que se refere às fontes energéticas.

A América do Sul é uma porção do continente americano e possui uma extensão territorial de aproximadamente 17,8 milhões de km<sup>2</sup>, sendo dividida em sete (7) territórios e doze (12) países, quais sejam: Brasil, Argentina, Chile, Paraguai, Uruguai, Equador, Bolívia, Venezuela, Colômbia, Guiana, Peru, Suriname e os territórios de Guiana Francesa, Ilha de Páscoa, Ilhas Galápagos, Ilhas Geórgia e Sandwich, Fernando de Noronha e Ilhas Malvinas. É limitada pelo Oceano Atlântico ao leste e pelo Oceano Pacífico ao oeste, sendo que na região norte se situa a América Central (FARIA, 2015).

Na Figura 1, a seguir, exibe-se o mapa político da América do Sul:

Figura 1 - Mapa político da América do Sul



Fonte: America-Sul (2015).

Nota: adaptação dos autores.

A população da América do Sul gira em torno de 393 milhões de habitantes, sendo a densidade demográfica de 22 habitantes por quilômetro quadrado (FRANCISCO, 2012), contexto em que o Brasil figura como o país mais populoso, com 204 milhões de habitantes (IBGE, 2015) em estado de progressivo crescimento. O Suriname, em contrapartida, é o me-

nos populoso, com 556 mil habitantes (COUNTRYMETERS, 2015). Os idiomas praticados no subcontinente são, predominantemente, o Espanhol e o Português, e, devido à composição étnica local, fazem-se presentes algumas línguas indígenas, como, por exemplo, o guarani, falado no Paraguai e em menor evidência na Bolívia.

O clima da América do Sul é bem variado, o que se deve sobretudo a sua grande extensão territorial. Na região próxima da linha do equador, predomina o clima tropical úmido; e, nas regiões localizadas mais ao sul dessa linha, o clima temperado. As áreas consideradas mais frias são as do extremo Sul e dos Andes, nesse caso em decorrência da altitude.

Por causa dessas diferenças no clima, há também uma diversificação na vegetação. Em regiões de clima mais favorável, encontra-se a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, que são florestas com alta densidade de vegetação e grande concentração de seres vivos. No Sul, há as pradarias, cujas maiores pastagens concentram-se nos *pampas*. Na região Nordeste do Brasil, tem-se a caatinga, com uma vegetação mais adaptada ao clima seco. Ainda, há o Cerrado, na região Centro-Oeste e em outras regiões brasileiras uma espécie de “duas estações”: uma de verão chuvoso e uma de inverno seco (FARIA, 2015).

Ainda no que se refere ao clima, surge à temática da mudança climática provocada pela ação antrópica, onde há cientistas defensores da idéia de que o aquecimento global é promovido pelas ações humanas e aqueles que acreditam que o planeta sofre ciclos de resfriamento e aquecimento e, sendo assim, a interferência humana na elevação da temperatura do planeta seria desprezível. Nesse debate sobre a mudança climática aparecem as fontes renováveis que, teoricamente, não se esgotariam, e as não-renováveis, representadas na maioria dos casos pelos combustíveis de origens fósseis.

Em meio à futura escassez dos chamados combustíveis fósseis, a América do Sul se torna muito atrativa por sua abundância de fontes renováveis. De fato, além de possuir uma hidrografia privilegiada pode-se ter aproveitamento de energia solar e eólica, de biomassa e, também, das ondas dos mares.

Acrescente-se a isso o fato de a região possuir uma quantidade considerável de combustíveis fósseis, pois, de acordo com a Organização Latino-Americana de Desenvolvimento e Energia (ORGANIZACIÓN LATINA AMERICANA DE ENERGIA, 2012), o chamado Cone-Sul (Argentina, Chile, Uruguai e o Sul do Brasil) detém aproximadamente 22% da reserva de petróleo do mundo, 4% de gás natural e 1,46% de carvão mineral. Na questão da eletricidade, o Brasil é o maior produtor de hidroeletricidade da América do Sul, seguido pela Venezuela e pelo Paraguai, cada qual com uma parcela de 10% (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Como visto anteriormente, a América do Sul tem uma vasta gama de fontes de energia que é aliada à complementaridade dos insumos energéticos estabelecida entre os países. Os recursos hídricos na região são abundantes e diversificados em razão dos regimes complementares de chuva, e isso pode garantir certa segurança energética ao subcontinente.

Na Tabela 1, a seguir, apresenta-se o potencial hidrelétrico dos principais países da América do Sul.

Tabela 1 - Potencial hidroelétrico da América do Sul

Países	Potência (GW)	Desenvolvido
Argentina	45	19%
Bolívia	40	1%
Brasil	143	52%
Chile	25	21%
Colômbia	93	9%
Equador	23	8%
Paraguai	13	63%
Peru	62	5%
Uruguai	2	75%
Total	446	25%

Fonte: Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2014)

De acordo com a Tabela 1, o Brasil é o país com maior potencial hidrelétrico da região, sendo estas, segundo Castro et al., (2009, p.4), as principais bacias hidrográficas brasileiras:

- Bacia Platina: uma das mais aproveitadas, é onde se encontra a Usina Hidroelétrica de Itaipu;
- Bacia do Atlântico Sul: possui aproveitamentos perto de dois grandes consumidores, São Paulo e Rio de Janeiro.
- Bacia do rio São Francisco: abriga algumas usinas muito importantes, como Sobradinho e Paulo Afonso.
- Bacia amazônica: destaque-se o aproveitamento hidroelétrico ainda recente promovido pelas construções das usinas de Jirau

e Santo Antônio, no rio Madeira. É a maior bacia hidrográfica do mundo e está presente em território brasileiro, colombiano, venezuelano, boliviano, peruano e equatoriano. Também, é cortada pela linha do Equador, o que promove dupla captação das cheias de verão, de novembro a abril no Hemisfério Sul e de maio a outubro no Hemisfério Norte, tornando-se um exemplo da complementaridade sobre a qual há pouco falamos.

O autor informa que outro rio no qual se verifica essa complementaridade é o rio Uruguai, localizado nas fronteiras da Argentina com o Uruguai e da Argentina com o Brasil, na zona temperada da América do Sul. Ali, o mês de julho é o mais úmido, diferenciando-se das bacias do Atlântico Sul e do São Francisco, nas quais o mês de julho é o mais seco.

Em termos de matriz energética, a geração hídrica predomina sobre as demais, conforme a Tabela 2. As usinas térmicas que utilizam gás natural são bastante significativas na região. Há também a presença do carvão mineral, mas este possui os pontos negativos de ser mais poluente e substancialmente mais caro que o gás natural. No entanto, o Brasil, o Chile, a Argentina e a Colômbia utilizam-no como fonte energética.

Tabela 2 - Geração elétrica na América do Sul

<b>Capacidade instalada de geração elétrica na América do Sul – 2013 (MW)</b>					
Países	Hidroeletricidade	Térmica	Outros	Nuclear	Total
Argentina	10 054	24 259	200	1 018	35 531
Bolívia	494	1 618	-	-	2 112
Brasil	86 019	36 539	2 207	2 007	126 772
Chile	6 094	12 105	359	-	18 558
Colômbia	9 875	4 665	18	-	14 558
Equador	2 244	2 975	32	-	5 251
Guiana	0	381	1	-	382
Paraguai	8 810	6	-	-	8 816
Peru	3 556	7 414	81	-	11 051
Uruguai	1 538	1 522	61	-	3 121
Venezuela	14 700	14 806	6	-	29 512
Total (MW)	143 384	106 290	2 765	3 025	255 664

Fonte: Organização Latino-americana de Energia (2016).

No que se refere ao consumo energético, os países sul-americanos, no ano de 2005, consumiram cerca de 866,1 TWh, correspondendo a cerca de 5,5% do consumo mundial (ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA, 2016; INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2016). Em comparação com outras regiões, percebe-se uma diferença colossal no padrão de consumo: a América do Norte, por exemplo, consumiu, no mesmo ano, aproximadamente 4 300 TWh, ou 27% do consumo mundial.

Conforme a Comissão de Integração Energética Regional (CIER) a América do Sul vem apresentando evolução em seu consumo de energia elétrica, constatação que se pode verificar na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Consumo de energia elétrica da América do Sul

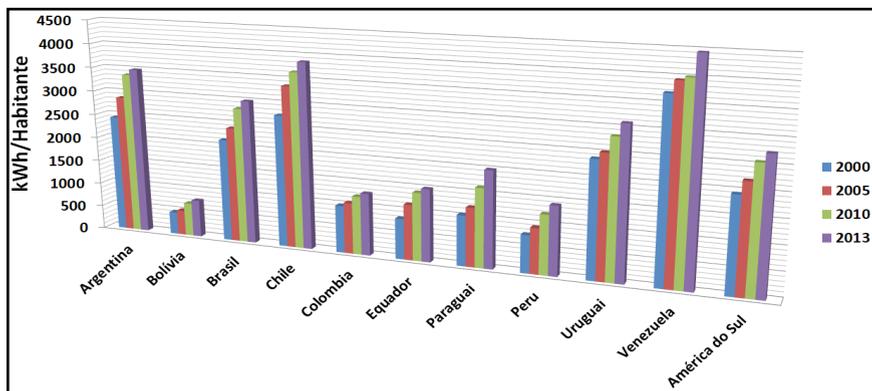
<b>Evolução do consumo de energia elétrica – 2014 (kWh/habitante)</b>			
Países	2 005	2 010	2 013
Argentina	2 871	3 367	3 483
Bolívia	521	697	775
Brasil	2 402	2 821	2 990
Chile	3 358	3 648	3 863
Colômbia	1 058	1 209	1 287
Equador	1 147	1 408	1 500
Paraguai	1 212	1 627	1 996
Peru	937	1 223	1 417
Uruguai	2 518	2 838	3 097
Venezuela	3 940	4 002	4 453
Total	19 964	22 840	24 861

Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

É necessário analisar essa tabela com cautela, pois os dados são apresentados em kWh/habitante, de sorte que os países com grande contingente populacional associado a elevado índice de geração de energia elétrica apresentam dados inferiores aos de países com menor contingente populacional, o que não é, pois, representativo do consumo efetivo de energia.

Some-se a isso o fato de a unidade kWh/habitante representar o consumo per capita, estando, dessa forma, mais relacionada com o consumo residencial, e não retratar o consumo por setores, dentre os quais o setor industrial aparece como grande consumidor de energia elétrica. Na Figura 2, a seguir, a evolução do consumo de eletricidade nos países da América do Sul é expressa graficamente o que propicia um acompanhamento mais didático, mais esclarecedor do fato:

Figura 2 - Evolução do consumo de eletricidade por habitante (kWh/hab)



Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

A elevação no consumo de energia elétrica na região deve-se a estímulos econômicos, fazendo com que a produção industrial e a qualidade de vida se eleve, implicando em aumentos progressivos no consumo de energia. Essa elevação no consumo de energia ocorreu, de maneira mais acentuada, nos países com maiores Produto Interno Bruto (PIB). Na Tabela 4 a seguir, apresenta-se o PIB dos países da América do Sul, em bilhões de dólares americanos.

Tabela 4 - PIB dos países da América do Sul

<b>Produto Interno Bruto (US\$ bilhões)</b>	
Países	2015
Argentina	578 705
Bolívia	33 537
Brasil	1 799 612
Chile	240 041
Colômbia	274 189
Equador	98 925
Paraguai	29 065
Peru	179 911
Uruguai	54 968
Venezuela	131 855
Guiana	3 203
Suriname	5 050

Fonte: International Monetary Fund (2015).

Note-se, pela Tabela 4, que o Brasil possui o maior PIB da região e supera em três vezes o da Argentina, que ocupa a segunda posição no *ranking*. Essa liderança, juntamente com as fontes de investimento, são motivos para se considerar o Brasil o catalisador da integração regional.

O Balanço Energético realizado pela Empresa de Pesquisa Energética em 2015 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015), aponta que a energia consumida nacionalmente com fonte primária sendo hidráulica correspondente, especificamente no território brasileiro, a 11,5% da oferta interna total, sendo ultrapassada pelo gás natural, com 13,5%; pelos derivados da cana de açúcar (15,7%); e pelo petróleo e derivados (39,4%).

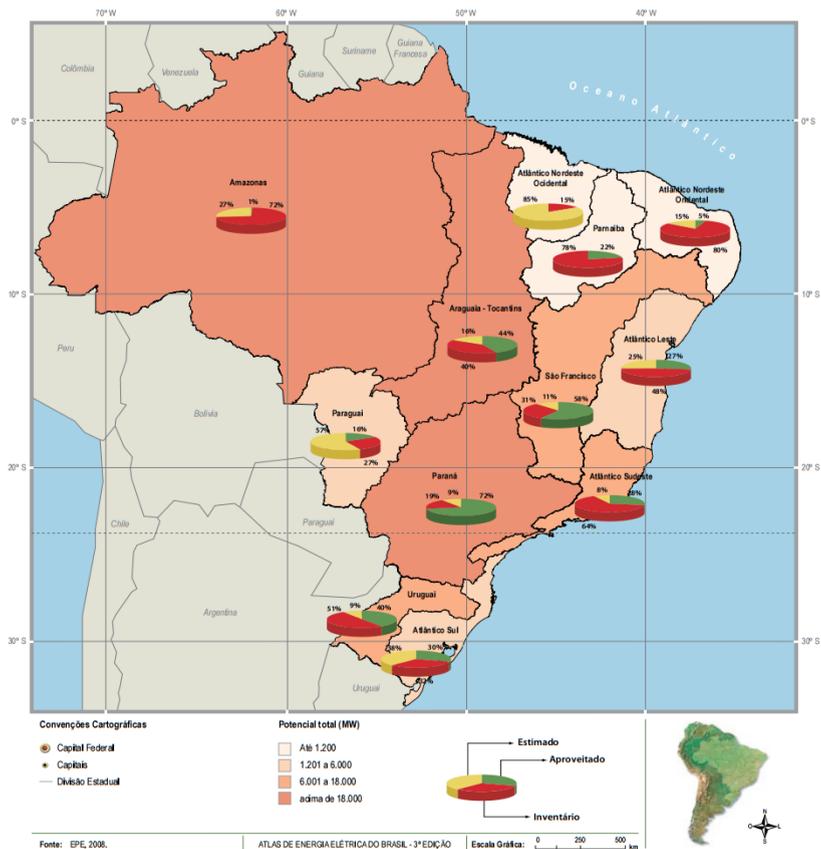
De acordo com a mesma pesquisa, essa oferta interna, representada pelas importações líquidas, de 33,8 TWh, somadas à geração nacional, de 590,5 TWh, num total de 624,3 TWh, tendo a produção de hidroeletri-

cidade no Brasil totalizado 65,2%, tudo isso foi revelador de que a energia oriunda de fontes hidráulicas é predominante no país. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2007), o potencial que pode ser aproveitado é de 126.000 MW, de cujo número 70% estão localizados nas bacias do Amazonas e do Tocantins/Araguaia.

Neste contexto, é possível considerar que o Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de seu consumo energético (incluindo o seguimento de transporte) de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além da tímida e crescente participação de eólica e solar no setor elétrico. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 70% da eletricidade do País conforme apresentado na Tabela 2. É importante ressaltar que a matriz energética mundial é composta por aproximadamente 13% de fontes renováveis no caso de países carga predominantemente industriais. Para os países considerados em desenvolvimento, apenas 6% em média da energia primária é de origem considerada renovável. Esta situação coloca o país na condição de baixo emissor de CO<sub>2</sub> equivalente/MWh.

Na Figura 3 a seguir, destaca-se o potencial hidrelétrico por bacia no Brasil:

Figura 3 - Potencial hidrelétrico por bacia



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2009).

No que se refere à potência instalada, as regiões Sul e Sudeste são líderes, já que possuem um elevado número de consumidores industriais e residenciais, isso requerendo grande demanda de energia elétrica.

Na Figura 4, a seguir, visualiza-se o predomínio do Sul e Sudeste brasileiro em potência instalada:

Figura 4 - Potência instalada por estado



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2009).

A bacia do Tocantins/Araguaia possui um potencial de 28.000 MW, dos quais quase 12.200 MW já são aproveitados pelas usinas Serra da Mesa e Tucuruí, embora 90%, não devam ser explorados por restrições ambientais (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (IDEM) na bacia do Amazonas, ou, mais precisamente, no rio Madeira, se encontram os projetos

integrantes do Programa de Aceleração do Crescimento<sup>1</sup> (PAC) do governo federal. Um deles é a Usina de Santo Antônio, licitada em 2007, com capacidade instalada de 3.150 MW. Outro é a Usina de Jirau, licitada em 2008, com 3.300 MW de potência. Acrescentam-se a esses projetos os empreendimentos usineiros de Belo Monte e Teles Pires. No que se refere a esta última, em novembro de 2015, o então ministro de Minas e Energia Eduardo Braga noticiou que se encontrava pronta para operar comercialmente, para tanto dependendo apenas da autorização oficial da Agência Nacional de Energia Elétrica (PEDUZZI, 2015).

A Usina Hidrelétrica de Teles Pires localiza-se próximo às cidades de Paranaíta, em Mato Grosso, e Jacareacanga, no Pará. Sua capacidade instalada é de 1.820 MW, gerados a partir de cinco turbinas, cada uma com 364 MW de potência (IDEM). Todavia, em janeiro de 2016, o Ministério Público Federal expediu um pedido de suspensão da licença de funcionamento, alegando que a empresa responsável pelo empreendimento não cumprira o Projeto Básico Ambiental apresentado para o licenciamento da usina, principalmente no que concerne aos programas de monitoramento da qualidade de lagos e rios e da água; das espécies de peixes da região; e também do desmatamento e limpeza do reservatório e áreas próximas (MATO GROSSO, 2014). Atualmente, as obras estão concluídas e a Usina Teles Pires encontra-se em operação comercial.

Quanto a Belo Monte, pode-se dizer que o empreendimento está cercado por polêmicas. O projeto começou a ser desenhado em 1975, e o início da sua construção data do ano de 2011. A usina possui pontos positivos, como a capacidade de gerar 11.200 MW de potência, podendo abastecer milhões de

---

1 O Programa de Aceleração do Crescimento foi criado em 2007, no segundo mandato do então presidente Luiz Inácio Lula da Silva, promovendo a retomada do planejamento e a execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, desse modo contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável.

pessoas e colocar o país em uma situação confortável no quesito segurança energética. Alia-se a essa capacidade de geração e seus benefícios o fato de o empreendimento atender à crescente demanda energética no país. Em contrapartida, tem-se a energia firme<sup>2</sup> média de 4,5 mil MW da usina, que segundo informações divulgadas no site institucional do empreendimento, é o arranjo de engenharia possível para Belo Monte gerar energia de forma constante e com baixo impacto ambiental (NORTE ENERGIA , 2016).

Como pontos negativos do projeto, citem-se o comprometimento do escoamento natural do rio, podendo afetar a fauna e flora locais; o alagamento permanente de áreas, pondo em risco a vida de muitas espécies de peixes; e o aumento da pressão pela desapropriação de terras indígenas, protegidas por lei. Conclui-se, pois, o empreendimento gigantesco instalado no rio Xingu ostenta o título de obra mais cara em execução no Brasil (em torno de 30 bilhões de reais) e que, prevista para operar no segundo semestre de 2015, encontra-se parada em razão dos embates de ordem ambiental, social e progressista (VERONEZZI, 2015). Em maio de 2016, a então presidenta, Dilma Rouseff, inaugurou a usina.

A região Norte do Brasil, abriga outros projetos importantes, como os do rio Tapajós, que totalizam 10.378 MW de potência instalada, sendo 8.040 MW provenientes da Usina de São Luiz do Tapajós e 2.338 MW, da Usina de Jatobá. Destaque-se que ambas são planejadas a partir do conceito de usinas-plataforma, englobando boas práticas socioambientais assimiladas ao longo do tempo através de projetos anteriores de construção de hidrelétricas (GRUPO DE ESTUDOS TAPAJÓS, 2016).

---

2 Para a Agência Nacional de Energia Elétrica, a energia firme de uma usina hidrelétrica significa a máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico de vazões do rio no qual a usina está localizada. O histórico de vazões adotado pelas usinas hidrelétricas brasileiras é constituído de dados visualizados ao longo de setenta anos.

Como notícia o Grupo de Estudos Tapajós, a implantação da usina-plataforma será similar à instalação de uma hidrelétrica tradicional, porém com soluções que priorizem menor impacto, já que o próprio conceito de usina-plataforma garante isso. A ideia é construir alojamentos temporários, entre outras obras, a serem desmontados integralmente ao final da edificação, dessa maneira se constituindo em uma ação contrária às que envolveram os projetos hidrelétricos anteriores: estes promoveram o crescimento das regiões onde foram instaladas mediante a expansão do comércio, dos serviços e da infraestrutura. Além disso, haverá controle do acesso aos empreendimentos pelas estradas permanentes, e os vencedores dos leilões de energia serão responsáveis pela preservação e conservação das proximidades das hidrelétricas, ajudando a evitar atividades e ocupações ilegais em áreas de proteção ambiental (IDEM, 2016).

Em face do exposto, há que se sublinhar que esses empreendimentos são restritivos, unilaterais, isto é, impulsionam apenas a segurança energética do Brasil, e isso não condiz com um projeto de integração regional. Para tal, aliás, os países envolvidos no processo podem se fundamentar em modelos de sucesso já existentes, como, por exemplo, a União Europeia.

A União Europeia, atualmente, devido a sua força econômica e política, é, pode-se dizer, o bloco integrado mais bem-sucedido do mundo, sendo esse o modelo em que se baseiam as teorias de integração regional existentes na América do Sul. Por esse motivo, vale enunciar brevemente as políticas energéticas no bloco europeu e tomá-las como experiência considerável nos países sul-americanos.

## Capítulo 2

### Integração Europeia

No ano de 1989, ocorreu a queda do muro de Berlim, sinalizando um enfraquecimento da chamada Guerra Fria, cujo término se deu definitivamente em 1991, com o fim da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Isso fortaleceu o modo de produção capitalista, em decorrência do que, no final do século 20, se intensificou o denominado processo de globalização promovendo a interligação entre países e o intercâmbio informacional (aperfeiçoamento de redes e uso da Internet) e cultural. Com isso, as fronteiras econômicas foram desaparecendo, e isso foi propiciando a livre circulação do capital, intensificando o processo de internacionalização.

Com a interligação econômica acontecendo, alguns países começaram a se unir e formar blocos econômicos, dentre os quais a União Europeia desponta como o mais bem-sucedido, ressaltando-se sua capacidade de criar mercadorias com força de trabalho muito qualificada e trabalhadores com alta capacidade de consumo (COMISSÃO EUROPEIA, 2014).

A União Europeia foi fundada em 1957, mas só foi estabelecida em 1991, no Tratado de Maastricht, quando passou a ser reconhecida com a sigla UE, como ainda é conhecida hoje. O bloco sofreu um processo de auto ajuste e incorporou mudanças, com o intuito de promover maior estabilidade econômica e maior crescimento conjunto.

Na verdade, a integração entre países compreende alguns estágios e suas ações, conforme será visto a seguir, encontrando-se a União Europeia numa etapa bastante avançada:

- zona de comércio preferencial: redução dos direitos aduaneiros entre países;
- zona de comércio livre: eliminação de direitos aduaneiros sobre algumas ou todas as mercadorias entre todos os países participantes;
- união aduaneira: aplicação de uma pauta aduaneira (alfandegária) comum a países terceiros e de uma política comercial comum;
- mercado único: regulamentação dos produtos e livre circulação de serviços, trabalhadores, capitais e bens;
- união econômica e monetária: estabelecimento de um mercado único, com uma moeda e política monetária comuns; e
- integração econômica completa: harmonização da política orçamental e de outras políticas econômicas, além dos estágios citados anteriormente (IDEM).

Na atualidade, a União Europeia está na quinta etapa, e a criação da moeda Euro é uma de suas realizações fundamentais. Pelo fato de representar um avançado modelo de união entre países, a UE possui uma política energética que tem por objetivo tanto beneficiar os países integrantes do bloco, quanto atingir um mercado energético integrado, garantindo a segurança do abastecimento e a sustentabilidade do setor (IDEM).

Na opinião de Stoerring (2017), a política energética da União Europeia surgiu em face dos desafios presentes no continente europeu, os quais incluem o aumento da dependência das importações, a diversificação limitada, os preços elevados e voláteis da energia, a crescente procura energética em nível global, os riscos em matéria de segurança que afetam os

países produtores, as ameaças provenientes de alterações climáticas, o lento progresso na questão da eficiência energética, os desafios impostos pelo aumento da participação das energias renováveis; e a necessidade de maior transparência, integração e interligação de mercados energéticos entre si.

Essa política energética está incluída no Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (UNIÃO EUROPEIA, 2010), documento jurídico que traz em seu texto as seguintes disposições específicas:

- segurança do abastecimento (abastecimento): artigo 122;
- redes de energia: artigos de 170 a 172;
- mercado interno da energia: artigo 114;
- política energética externa: artigos de 216 a 218.

Em resumo, os objetivos da política energética da UE são: assegurar o funcionamento do mercado da energia; promover a segurança do abastecimento energético da União; estimular a eficiência energética e as economias de energia; viabilizar o desenvolvimento de novas formas de energia e de energias renováveis; e, ainda, motivar a interconexão das redes de energia (STOERRING, 2017).

Alguns dos resultados da política energética europeia são:

#### **A) Quadro político geral**

A agenda política atual é constituída pela política energética e climática integrada conforme foi adotada pelo Conselho Europeu, em 2007, visando atingir, até o ano de 2020, alguns feitos, dentre os quais:

- redução de, no mínimo, 20% nas emissões de gases de efeito estufa em comparação com as ocorrências de 1990;

- aumento de 20% na participação das energias renováveis no consumo de energia;
- melhoria de 20% na eficiência energética (STOERRING, 2017).

## **B) Realização do mercado interno de energia**

Em 2011, o Conselho Europeu estabeleceu a meta de realizar o mercado interno de energia até 2014 e erradicar as ilhas energéticas da UE (STOERRING, 2017), compromisso reafirmado, no mês de março desse ano mesmo, pelo próprio conselho. Os regulamentos relativos às orientações para as infraestruturas energéticas transeuropeias e à integridade e a transparência nos mercados da energia são exemplos de instrumentos legislativos que visam melhorar o funcionamento do mercado interno de energia.

## **C) Fortalecimento das relações externas no domínio da energia**

A política energética tem o intuito de estabelecer maior cooperação transfronteiriça da União Europeia com seus países vizinhos e promover a expansão da área de atuação, utilizando-se de um intercâmbio regular de informações sobre acordos intergovernamentais e do apoio nos âmbitos da concorrência, da segurança, do acesso às redes e da segurança de abastecimento. Em 25 de outubro de 2012, foi aprovada a decisão de se instituir um mecanismo de troca de informações sobre acordos intergovernamentais entre estados membros e países terceiros no domínio da energia (STOERRING, 2017).

## **D) Melhoria da segurança do abastecimento energético**

Em virtude da importância do petróleo e do gás para a solidez do abastecimento energético da União, a UE adotou algumas medidas com vistas a promover a realização de avaliações de risco e o desenvolvimento de planos de ação preventivos e planos de emergência adequados (STOERRING, 2017).

## **E) Melhor aproveitamento dos recursos energéticos internos da União Europeia**

O Conselho Europeu, em 2013, priorizou intensificar o fornecimento energético do bloco europeu e desenvolver os recursos energéticos locais, a fim de garantir maior segurança no abastecimento e uma menor dependência externa (STOERRING, 2017).

## **F) Projetos de investigação, desenvolvimento e demonstração**

- Horizonte 2020 (H2020): principal instrumento da União para promover a pesquisa no domínio da energia, o programa foi planejado para se processar de 2014 a 2020, tendo-se reservado 5,931 milhões de euros para a produção de uma energia limpa, segura, eficiente e para o desenvolvimento sustentável (IDEM).
- Plano estratégico europeu para as tecnologias energéticas (Plano SET): “O plano SET, adotado pela Comissão em 22 de novembro de 2007, tem por objetivo acelerar a introdução no mercado e a adoção de tecnologias hipocarbônicas e eficientes em termos energéticos.” (IDEM, s/p, grifo do autor). Propõe

prestar auxílio à União Europeia na criação de tecnologias imprescindíveis à realização dos seus objetivos políticos e, ao mesmo tempo, garantir que suas empresas possam se beneficiar das oportunidades da nova visão em matéria energética (IDEM);

- Estratégia futura de tecnologia energética: a comunicação da Comissão Europeia denominada Tecnologias e inovação energéticas define o projeto, que visa dispor à UE um novo setor tecnológico e inovador de nível global, com a finalidade de cumprir os desafios que se colocam até 2020 e para os anos seguintes (IDEM).

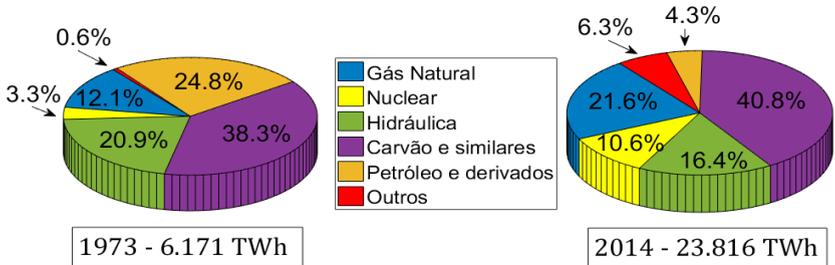
Baseando-se nas disposições específicas da política energética europeia e em seus resultados, entende-se o porquê de a integração energética entre os países membros da União ser inevitável, pois isso promoveria um avanço político e econômico entre seus estados membros, alcançando a UE ao estágio mais avançado desse processo integracionista. A integração energética na União Europeia é baseada nos desafios que a política desse setor enfrenta, tais como preços elevados e voláteis de energia e ameaças provenientes de alterações climáticas, entre outros (IDEM).

Tal processo é lento e gradual, principalmente devido às questões físicas, geográficas e institucionais dos países envolvidos, estes que, de acordo com Castro et al. (2012, p.3), para obterem êxito no intento, devem aceitar “delegar parte do poder dos estados a uma entidade superior (supranacional), influência externa em assuntos setoriais domésticos e aumento da dependência externa”. No caso da União Europeia, a política energética tem o intuito de diminuir a

dependência externa, para isso trabalhando na melhoria do funcionamento do mercado interno de energia.

Nas últimas décadas do século XX, o crescimento populacional tem acelerado de forma acentuada. Segundo as prospecções da Organização das Nações Unidas - ONU, a população mundial atingiu, em 2015, 7,349 bilhões de pessoas com previsão de atingir 11,2 bilhões em 2100 (UNITED NATIONS, 2015). Em 1970, período do primeiro grande choque do petróleo (MAYO e NOHRIA, 2008) a população mundial era de aproximadamente 3,6 bilhões (UNITED NATIONS, 2015), o que significou que a população mundial dobrou em 45 anos. Conforme a Figura 5, o consumo energético também aumentou, porém, bem acima do aumento da população. Entre 1973 e 2014 o consumo de energia elétrica no mundo oriundo das mais diversas fontes primárias aumentou 388% segundo a (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2016).

Figura 5 - Produção de energia elétrica por fonte mundial



Fonte: Internacional Energy Agency (2016).  
 Nota: adaptação dos autores.

A distribuição de demanda energética entre as fontes primárias apresentadas na Figura 5 demonstra que, em termos percentuais, a utili-

zação de fontes energéticas renováveis, como a hidráulica, diminuiu em relação à utilização das fontes fósseis e nucleares no mundo. A queima do carvão continua a ser a principal fonte primária de energia elétrica no mundo. Sendo este um dos motivos que torna a integração eletroenergética na América do Sul tão interessante.

Na Tabela 5, observa-se grande dependência mundial do carvão e, adicionalmente, a elevação na utilização da fonte nuclear na produção de energia elétrica, possibilitando a inclusão de fontes renováveis nos discursos integracionistas.

Tabela 5 - Quadro da eletricidade no mundo

Produtores	TWh	2012 (%) Mundial	Exportadores	2012 TWh	Importadores	2012 TWh
China	4.985	22,0%	Paraguai	48	Estados Unidos	47
Estados Unidos	4.271	18,8%	Canadá	47	Itália	43
Índia	1.128	5,0%	França	45	Brasil	40
Rússia	1.069	4,7%	Alemanha	21	Finlândia	17
Japão	1.026	4,5%	Suécia	20	Países Baixos	17
Canadá	634	2,8%	Noruega	18	Reino Unido	12
Alemanha	623	2,7%	República Tcheca	17	Hong Kong (China)	10
França	559	2,5%	Rússia	16	Bélgica	10
Brasil	552	2,4%	Ucrânia	11	Tailândia	8
Coréia	532	2,3%	Espanha	11	Iraque	8
Demais Países	7.290	32,3%	Demais Países	62	Demais Países	108
Mundo	22.668	100,0%	Mundo	316	Mundo	320

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

Na Tabela 5 constata-se a presença de países europeus entre os grandes produtores, exportadores e importadores mundiais de eletricidade, isso tornando possível relações de intercâmbio energético na Europa.

Castro et al., (2012, p.2) adverte que, mesmo apresentando grande potencial para desenvolver uma integração energética, a União Europeia

possui algumas limitações nesse sentido, dentre as quais: rede de transmissão insuficiente, regras restritivas para os direitos de uso das redes fronteiriças, políticas domésticas distintas para as fontes renováveis e comportamento estratégico e rude adotado por grandes firmas domésticas contra a concorrência que já ocorre na União, como, por exemplo, o Mercado Ibérico de Eletricidade (Mibel), realizado entre Portugal e Espanha; e o NORD POOL, que é a integração estabelecida entre os países nórdicos<sup>3</sup>.

A Tabela 6, a seguir, foi extraída dos dados de Mercado e Operação do NORD POOL e explicita o balanço energético do bloco, no qual o item produção retrata o montante de produção de energia elétrica de cada país e o fluxo de potência mostra o intercâmbio energético de cada país em determinado momento, com isso justificando o fato de alguns países apresentarem sinal negativo por estarem mais exportando que importando eletricidade.

Tabela 6 - Balanço energético do NORD POOL (MW)

	Suécia	Dinamarca	Noruega	Finlândia	Estônia	Lituânia	Letônia	Total
Produção	22 970	3 517	23 304	8 975	1 040	339	889	61 032
Nuclear	8 139	-	-	2 774	-	-	-	10 913
Hidrelétrica	10 763	-	22 857	1 906	-	73	291	35 890
Térmica	1 511	2 310	310	3 691	1 001	138	397	9 358
Eólica	1 979	1 256	168	469	25	128	14	4 038
Outros	578	-	-	146	-	0	181	905
Consumo	20215	4 522	19 102	11 117	1 133	1 399	953	58 441
Fluxo de potência	- 2 769	957	- 4 232	2 131	107	1 060	71	- 2 676

Fonte: NORD POOL (2016).

3 As economias nórdicas estão fortemente ligadas, e os países chamados de nórdicos são representados por Islândia, Noruega, Dinamarca, Suécia e Finlândia.

A Figura 6, a seguir, retrata o câmbio energético entre países do NORD POLL, mostrando, em linha pontilhada azul, o fluxo de potência em MW; e, em vermelha, o preço médio da energia elétrica em euros (€/MWh).

Figura 6 - Mapa do câmbio energético entre países NORD POOL



Fonte: NORD POOL

Na Figura 6, os nomes dos países estão abreviados em inglês: SE (Sweden) – Suécia; DK (Denmark) – Dinamarca; NO (Norway) – Noruega; LT (Lithuania) – Lituânia; FI (Finland) – Finlândia; EE (Estonia) – Estônia; LV (Latvia) – Letônia. Também, alguns deles encontram-se divididos em sub-regiões, pois aqueles localizados na região Norte apresentam alta produção de energia elétrica e os aqueles localizados na região mais ao

sul revelam consumo excessivo do produto. Redes submarinas de corrente contínua favorecem o fluxo de potência entre países separados pela água.

Tendo o preço médio da energia elétrica surgido no *NORD POOL*, torna-se importante fazer pequenas comparações com os preços da América do Sul. Antes disso, é necessário explanar alguns termos adotados no subcontinente, tais como preço monômio da energia e preço médio da energia.

## **2.1 Preço da Energia Elétrica na América do Sul**

Segundo o Informe Anual 2014 da Companhia Administradora Del Mercado Mayorista Eléctrico na Argentina, os componentes do preço monômio são o “componente relacionado à potência disponível e a reserva, bem como o componente de encargos” cobrados pela utilização da rede elétrica de transporte necessária. O “componente relacionado com a energia (kWh)” evidentemente está presente (COMPANHIA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO, 2016).

Por meio desses componentes, distinguem-se os custos decorrentes da utilização de combustíveis alternativos ao gás e os encargos pagos pela demanda excedente, os Contratos de Abastecimento do Mercado Eléctrico Maiorista, que incluem as taxas não pagas pela demanda por parte desses componentes.

Ainda, os componentes do preço monômio variam conforme o volume de geração térmica requerido, a depender da oferta hidrelétrica, do preço do gás e, de maneira reduzida, do valor dos combustíveis líquidos que incluem o seu valor como uma taxa extra.

No que se refere ao preço médio da energia, a Comissão Nacional de Energia (CNE), órgão responsável pelo setor elétrico chileno, determina que seu cálculo seja feito respeitando-se um intervalo de tempo de quatro meses e considerando-se os preços médios dos contratos dos clientes livres e o fornecimento, a longo prazo, para as empresas distribuidoras pelas empresas geradoras do Sistema Interconectado do Norte Grande e do Sistema Interconectado Central.

Em vista do exposto, vale ressaltar que o conceito de Mercado Elétrico Maiorista (MEM) do Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), da Bolívia. Para o CNDC, tal mercado encontra-se integrado pelas empresas de Geração, Transmissão, Distribuição e Consumidores Não Regulados, chamados agentes do MEM, que compram a eletricidade por meio de contratos de fornecimento entre agentes do mercado.

Existem dois tipos de transações efetuadas no Mercado Elétrico Maiorista, uma no mercado de contratos e outra no mercado local (Spot). As vendas realizadas naquele primeiro supõem preços acordados entre os agentes, enquanto as vendas efetuadas neste último baseiam-se nos preços determinados no momento da transação (COMITÉ NACIONAL DE DESPACHO DE CARGA, 2014).

O CNDC informa que, na Bolívia, o preço monômio no mês de fevereiro de 2016 foi 48,47 US\$/MWh, enquanto a CAMMESA, na Argentina, indica que esse preço, no mesmo mês, foi 568 pesos argentinos por Megawatt-hora (568 \$/MWh).

Já no Uruguai, a Administración Del Mercado Eléctrico (ADME) utiliza o preço Spot, que em fevereiro de 2016 foi 43,3 US\$/MWh, como referência para as transações econômicas relacionando-o com a geração

hidrelétrica e, se necessário, com o custo variável da geração térmica para cobrir picos de demanda.

No Paraguai, o setor energético, administrado pelo Viceministerio de Minas y Energía, o preço da energia elétrica em ponta de carga é 214,86 Guaranis por kilowatt-hora (G/kWh), enquanto, fora da ponta de carga, é 97,23 Guaranis por kilowatt-hora (G/kWh).

No Chile, onde a CNE divide o sistema elétrico em Sistema Interconectado Central (SIC) e Sistema Interconectado do Norte Grande (SING), o preço médio da energia elétrica em cada um é, respectivamente, 84,3 US\$/MWh e 79,8 US\$/MWh.

Na Colômbia, que tem como órgão administrativo do setor energético a Unidad de Planeación Minera Energética (UPME) juntamente com o Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL), os dados estatísticos de informação comercial do setor elétrico indicaram, para o ano de 2016, o preço médio de energia em 410 pesos colombianos por Kilowatt-hora (410 \$/KWh).

No Equador, cujo órgão fornecedor das estatísticas do setor elétrico é a Agencia de Regulación y Control de Electricidad, o preço médio da energia elétrica, em janeiro de 2016, foi 9,60 centavos de dólar por quilowatt-hora (9,60 US\$/kWh).

No Peru e na Venezuela a Comissão de Integração Energética Regional (CIER), mediante a Síntese Informativa Energética de 2014, registrou que, no ano de 2013, os preços médios da energia elétrica foram, respectivamente, 96,7 US\$/MWh e 18,74 US\$/MWh.

Por fim, temos que, no Brasil, por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica no Brasil, o preço médio da energia elétrica por região, no ano de 2015, foi de 390,08 R\$/MWh.

## **2.2 Preço da Energia Elétrica na Europa**

Após essa breve explanação sobre termos praticados no setor energético da América do Sul, torna-se necessário discorrer sucintamente sobre a mesma questão no NORD POLL, que Cardoso; Serra (2013) avalia como o mercado de energia de maior peso no contexto europeu.

O autor, resumindo o funcionamento do mercado elétrico do bloco energético, informa que, até a primeira metade do dia (12h), quem compra e vende a energia envia suas ofertas, e os operadores do sistema em cada área licitada disponibilizam as capacidades de transmissão de energia (CARDOSO; SERRA, 2013). Dessa forma, os compradores planejam o seu consumo, os vendedores planejam sua produção e o sistema responsável pelo comércio da energia calcula os preços com base na capacidade de transmissão. Esse cálculo é feito de hora em hora; os preços são anunciados no mercado na segunda metade do dia (até as 15h); e, então, as transações econômicas entre compradores e vendedores são efetuadas.

Prosseguindo em suas análises, Cardoso; Serra (2013) acrescenta que a formação dos preços é baseada nas curvas de oferta e demanda, ignorando-se as capacidades de interligação entre cada área, e que o preço para cada hora é determinado por meio da intersecção da curva agregada da oferta e da procura. Caso haja congestionamento entre as áreas, calcula-se um novo preço para se tentar reduzi-lo.

Como complemento, tem-se a informação mensal do Mercado Ibérico de Eletricidade de junho de 2015, de acordo com a qual o preço médio, na Espanha, foi 54,73 euros por Megawatt-hora (54,73 €/MWh), enquanto que, em Portugal, foi 54,74 euros por Megawatt-hora (54,74 €/MWh). Conforme dados divulgados pela Red Eléctrica de España, no Balanço da Geração Medida, há, na Espanha, um equilíbrio entre a geração renovável e a não renovável. A primeira delas representa 52,4% do total de geração elétrica espanhola, com destaque para as de natureza hidráulica, com 18,5% do total gerado, e a eólica, com 29,4% do montante produzido. A segunda, não renovável, aparece com 47,6% no balanço energético, de cujo percentual a produção nuclear é líder, com 19,2% de toda a geração.

No que concerne a Portugal, a produção renovável de energia elétrica representa 62,08%, de cujo percentual a geração hídrica representa 34,33% do total gerado, e a eólica, 24,11%. Já a produção elétrica não renovável contabiliza 36,17%, com predomínio do carvão, contabilizando 22,6% do montante produzido (REDE ELÉTRICA NACIONAL, 2014).

Com o intento de estabelecer uma comparação entre os preços médios da energia elétrica na América do Sul e na Europa, seus valores são apresentados em dólares por Megawatt-hora. Na Colômbia e no Paraguai, esses preços são, respectivamente, 410.000 pesos colombianos por Megawatt-hora (\$/MWh) e 214.860 Guaranis por Megawatt-hora (G/MWh). No Equador, o preço da energia, convertido para Megawatt-hora, é 96 US\$/MWh. Vale dizer aqui que os valores apresentados são livres de impostos, pois a carga tarifária varia de país para país, e isso poderia prejudicar a análise.

A Tabela 7, a seguir, de autoria própria, apresenta a comparação entre os preços médios da energia elétrica nas regiões europeia e sul-americana:

Tabela 7 - Preço médio da energia elétrica<sup>4</sup>

América do Sul		NORD POOL e MIBEL	
País	Preço Médio (US\$/MWh)	País	Preço Médio (US\$/MWh)
Argentina	38,91	Suécia 1 e Suécia 2	26,01
Bolívia	48,47	Suécia 3 e Suécia 4	23,29
Brasil	108,36	Noruega 3, 4 e 5	26,01
Chile	84,3	Noruega 1 e 2	23,29
Colômbia	123,0	Dinamarca	23,29
Equador	96	Finlândia	26,1
Paraguai	42,97	Estônia	23,29
Peru	96,7	Letônia e Lituânia	23,29
Uruguai	43,3	Espanha	61,91
Venezuela	18,74	Portugal	61,92

Nota: construção do autor.

Diante dos dados expostos, percebe-se que o custo da energia elétrica europeia é, em geral, mais barata que a sul-americana, o que pode gerar discussões pelo fato de que no subcontinente americano, a hidroeletricidade é o principal elemento de sua matriz primária elétrica, enquanto, nos países do NORD POLL, desponta a produção por fonte nuclear, cujo custo é substancialmente mais elevado. Nos países do Mibel, a liderança fica com a produção de renováveis como hidráulica e eólica. Esta última requerendo grande desenvolvimento tecnológico e, portanto, desencadeando custos elevados na etapa de construção e manutenção, principalmente por se tratar de instalações *offshore*.

4 Foi utilizada taxa de câmbio do dia 30/03/2016, quando o peso argentino (ARS) era igual a 0,0685 dólares americanos (USD); o real brasileiro (BRL) equivalia a USD 0,2777; o euro (EUR) custava USD 1,1322; e o peso colombiano e o guarani paraguaio, USD 0,0003 e USD 0,0002, respectivamente.

Todavia, para melhor entendimento dos preços da energia elétrica, tornam-se necessárias análises dos custos de produção e dos recursos energéticos de cada região, o que abre espaço para discussões futuras importantes ao estabelecimento do processo de integração eletroenergética na América do Sul e na Europa.

Em relação ao continente europeu, um fato relevante sobre esse preço é a provável construção de uma rede continental de energia, que pode promover a redução nos custos e preços de produção e transmissão do produto na região. Isso porque uma das propostas da integração europeia é justamente para o uso mais eficiente dos recursos energéticos locais, otimizando as instalações e tornando os preços cada vez mais baixos. O continente europeu está trabalhando na construção de uma rede continental de energia, que pode mudar de forma significativa e ampla o modelo atual, baseado em acordos bilaterais e interligações pontuais entre alguns países. A Figura 7, a seguir, elaborada pela Rede Elétrica Nacional (REN, 2014), a operadora da rede de transporte portuguesa, exemplifica a interligação pontual e retrata o panorama de interligações entre Portugal e Espanha (Mibel).

Figura 7 - Estrutura da interligação entre Portugal e Espanha - 2015



Fonte: Rede Elétrica Nacional (2014, p.3)

A principal motivação para a construção dessa rede continental de energia está atrelada à possibilidade de melhor integração e aproveitamento de recursos energéticos renováveis. Nesse contexto, dá-se destaque à energia vinda de fazendas eólicas e marítimas, bastante disponível em alguns países, e à energia solar, mais abundante naqueles com índices elevados de insolação.

Com base nessa motivação, o Plano Decenal de Desenvolvimento de Redes (PDDR) da Comunidade Econômica Europeia recomenda, para 2020, algumas prioridades, entre as quais a implantação de uma rede de transmissão ao longo da costa dos mares da região Norte, cuja capacidade de produção energética integre-se aos centros de consumo da Europa Setentrional (localizado ao norte) e Central e às instalações hidroelétricas de armazenamento na região dos Alpes e dos países nórdicos (ROCCO, 2015). Ademais, no texto do documento, focaliza-se a importância das interconexões no Sudoeste da Europa tanto para transportar energia eólica, hídrica e solar especialmente para a Península Ibérica (Portugal e Espanha, principalmente) e a França, quanto para melhorar a integração na Europa Central, tornando possível o uso mais adequado das fontes de energia renováveis do Norte da África e da infraestrutura existente entre esta região e a Europa. Ainda no plano se recomendam acréscimos da rede regional nos eixos Norte-Sul e Leste-Oeste para as conexões da Europa Centro-Oriental e do Sudeste, inserindo a integração de ilhas energéticas.

Segundo Rocco (2015), o projeto propõe a finalização do Plano de Interconexão dos Mercados Energéticos da Região do Báltico (Baltic Energy Market Interconnection Plan – Bemip) a fim de integrar os países bálticos no mercado europeu, através do reforço de suas redes internas e das interconexões com a Finlândia, a Suécia e a Polônia.

No entanto, em compensação a esse projeto, existe a questão da uniformidade regulatória e a do controle de mercados, além das proporções de investimentos em estruturas de transmissão de grandes blocos de energia a grandes distâncias, das questões ambientais para tais instalações e dos modelos operacionais que envolvem execução de uma rede integrada.

Na questão operacional, há que se atentar para a garantia da confiabilidade mediante os critérios de segurança de suprimento, adequação de recursos de controle de rede integrada embasada no planejamento de expansão e operacional na integração de um sistema eletroenergético de grande porte (ROCCO, 2015).

Elaborada a explanação dos dados da integração eletroenergética na Europa, é chegado o momento de analisar suas similaridades com a integração processada na América do Sul, a fim de que esta se torne uma região mais confiável em termos energéticos e seja inserida no contexto internacional.

### Capítulo 3

## Integração na América do Sul

A integração na América do Sul, tanto no âmbito econômico, quanto nos setores social e energético, segue um rumo semelhante à processada na Europa, ressaltando-se aqui as particularidades de cada região. Em uma e outra localidades, a integração baseia-se em acordos bilaterais e os discursos dos órgãos competentes são bem similares. Além disso, no subcontinente americano, isso se dá de forma lenta e gradual, da mesma forma que no europeu, onde, por exemplo, a Espanha realiza a integração com Portugal (Mibel) mas não com a França, que é um estado vizinho.

Entendendo que os processos regionais de integração são únicos para cada região, com a ressalva de que as linhas mais gerais do discurso integracionista são mantidas, vale incluir o processo de integração na América Latina, onde a Comissão de Economia para a América Latina e o Caribe (Cepal) exerceu um trabalho importante. Corazza e Braga, (2006; 2002 apud FRAGA, 2014) ponderam que foi com a criação da CEPAL que a integração começou a ganhar traços na região. Pode-se dizer, na verdade, que essa integração faz parte do projeto político/econômico da própria comissão, sendo abordado como forma de superação do subdesenvolvimento sul-americano.

A CEPAL surgiu em 1948, e, conforme Corazza, (2006 apud FRAGA, 2014) a integração processada pela organização, até meados dos anos 80, associava-se à inclusão de países da região no contexto global, assegurando e fortalecendo as economias locais ao promover um aumento da competitividade global e em condições mais igualitárias. A comissão exerceu grande influência nos processos integracionistas que foram surgindo. Nos anos 60, surgiu a Associação Latino-Americana de Livre Comércio (ALALC), que reunia, inicialmente, Argentina, Brasil, Chile, México, Paraguai, Peru e

Uruguai, tendo por objetivo delimitar uma zona de livre comércio na região. Posteriormente, a Alalc foi substituída pela Associação Latino-Americana de Integração (ALADI), que assumiu as responsabilidades de priorizar a economia e os acordos bilaterais na região. Atualmente, possui 13 membros: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, México, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela.

Antes mesmo do surgimento da Aladi, já havia o Mercado Comum Centro Americano (MCCA) e o Pacto Andino, que viria a se chamar, depois, Comunidade Andina das Nações (CAN). As duas iniciativas propuseram a elaboração de um mercado comum na América Latina para facilitar a circulação de bens, serviços e capital entre os estados membros (FRAGA, 2014).

Continuando esse processo de surgimento de iniciativas de integração, irromperam mais algumas iniciativas, entre elas a Comunidade do Caribe (Caricom) e o Sistema Latino-Americano (SELA), criadas em 1973 e 1975, respectivamente. O SELA foi criado com o intuito de promover e coordenar métodos econômicos comuns à região, enquanto a Caricom foi estabelecida entre os países da América Central numa tentativa de impulsionar o crescimento econômico no subcontinente (FRAGA, 2014).

Somente na década de 90, especificamente em 1991, surgiu o Mercado Comum do Sul (Mercosul), uma união alfandegária, de livre comércio entre os países membros, contemplando, no momento inicial, Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. De acordo com Malamud e Schmitter, (2006 apud FRAGA, 2014), o Mercosul inspirou-se no Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (Nafta) e tornou-se uma aliança comercial entre os estados membros, buscando diversificar a economia local mediante a liberdade de circulação de capital, bens e serviços.

Após o aparecimento do Mercosul, o processo integracionista foi revigorado pelo surgimento da União de Nações Sul-Americanas (UNASUL), que pode ser caracterizada por apresentar certa particularidade, pois, em vez de ter concentrado suas ações integracionistas no âmbito econômico, inscreveu-as no plano geopolítico.

Fundada em 2008, a organização é formada pelos doze países da América do Sul, ou seja, Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela, e objetiva vincular a integração regional em áreas variadas, nisso estando implicada uma espécie de triplo sentido: primeiramente, há o sentido político, porque busca instaurar uma conformidade entre os estados membros, colocando a região no cenário internacional por meio de um único meio; em segundo lugar, o sentido geopolítico, uma vez que pode criar um polo de poder local com destaque para a segurança regional; e, em terceiro lugar, tem-se o sentido econômico, já que tem em vista instituir uma integração física, energética e de infraestrutura, sem, entretanto, afetar o poder do Mercosul.

A UNASUL propõe estabelecer um desenvolvimento voltado para o mercado mundial, de forma que as potencialidades da região sul-americana sejam exploradas. A fim de cumprir o proposto, investe numa infraestrutura baseada na coesão entre transportes, energia e telecomunicações, para tornar interno o dinamismo econômico da região (FRAGA, 2014).

O processo de formação da UNASUL foi gradual, teve início com a Primeira Cúpula de Presidentes da América do Sul, depois passou pela criação da Comunidade Sul-Americana de Nações (CASA) e então ganhou força com o crescimento da Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional da América do Sul (IIRSA). Dessa forma, a União de Nações Sul-Americanas fixou-se como local político de debate e aproximação entre os países da América do Sul, promovendo uma visão engenhosa da região, na

qual a aliança política e econômica entre os membros poderia contribuir para a redução das assimetrias existentes, além de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico do subcontinente.

Essa assimetria é bem visível, por exemplo, quando se trata do IDH, cujos maiores índices concentram-se no Chile, na Argentina e no Uruguai. Nesse quadro, o Chile é o líder, com IDH em torno dos 0,819; numa posição mais intermediária, figuram o Brasil, o Peru, o Equador, a Venezuela e a Colômbia, que apresentam índices de IDH superiores a 0,7; por último, estão os países com os menores índices de IDH do subcontinente, em que Guiana, Suriname, Bolívia e Paraguai se situam apresentando índices por volta dos 0,6.

Com a estabilização da UNASUL, os países membros deram um passo rumo à integração energética local, respeitando-se as acentuada diversidade nos níveis cultural, social, econômico e de recursos naturais.

Para Cervo (2008 apud FRAGA, 2014), o quadro de crescimento econômico sul-americano, em conjunto com a disponibilidade de recursos naturais e a inclusão social, favorece o estabelecimento dessa iniciativa. De acordo com Fraga (2014), mesmo respeitando as particularidades regionais, o projeto atual de promoção da integração regional promovido pela UNASUL é similar ao da União Europeia, em seu estágio inicial, no tocante à infraestrutura, mesmo porque a intenção era atingir estágio de integração social, política e econômica semelhante ao do bloco europeu.

### **3.1 Integração Energética na América do Sul: Os Atores e Seus Discursos**

O tema da integração energética vem sendo debatido há mais de quarenta anos na América do Sul, e diversos atores são formados por parte de instituições para consolidar a iniciativa como parte essencial do planejamento energético e do desenvolvimento da região. Em virtude disso, cabe aqui a apresentação desses órgãos e suas estratégias para o progresso do projeto integracionista.

A definição de objetivos com esse fim teve início nos anos 60, aproximadamente, com o surgimento da Comissão de Integração Elétrica Regional (CIER), entidade governamental, sem fins lucrativos, formada por empresas e organismos do setor elétrico dos seus países membros, quais sejam Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Colômbia, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela.

A criação da CIER deu-se com o intuito de promover a cooperação técnica e a troca de informações, acabando com o afastamento entre as empresas responsáveis pelo fornecimento de serviços públicos de eletricidade na América do Sul. Atualmente, a comissão atua em cinco ramos da indústria elétrica: geração, transmissão, distribuição, comercialização e área corporativa (FRAGA, 2014).

Antes mesmo de completar uma década de criação da CIER, a expansão de projetos hidrelétricos com base em acordos bilaterais estimulou o estabelecimento de uma nova instituição, a Organização Latino-Americana de Desenvolvimento Energético (OLADE). A partir do acordo de 26 ministros da América Latina e criada como entidade pública internacional voltada ao desenvolvimento da integração energética sul-americana, a OLADE propunha a elaboração de um plano político energético partilhado por todos os países membros.

Sediada no Equador, a organização tem como países membros Argentina, Barbados, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Suriname, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela. A OLADE agrupa ministros da área energética e é sustentada através da reunião anual de ministros de energia, cuja atribuição é organizar a política geral da entidade.

A instituição destina-se a promover a cooperação entre os países da região e, com isso, a alargar os recursos energéticos e atender, de maneira conjunta, os fatores ligados ao aproveitamento eficiente e racional de energia, impulsionando o desenvolvimento social e econômico da região.

No ano de 2000, no transcorrer da primeira Reunião dos Presidentes da América do Sul, foi instaurada a iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional da América do Sul, a IIRSA, então estabelecida como um órgão institucional composto pelos doze países membros. O plano de ação da entidade envolvia a elaboração de projetos pautados numa visão dinamizadora do processo de integração e modernização da infraestrutura local (FRAGA, 2014), nas áreas de energia, transportes e telecomunicações, encobrindo os três setores: privado, governamental e dos bancos multilaterais.

A IIRSA elaborou eixos de integração e desenvolvimento com o intento de mapear os melhores projetos de infraestrutura regional, que priorizassem o fortalecimento das áreas de energia, transportes e telecomunicações, conforme identificados na Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Os dez eixos de integração e desenvolvimento da IIRSA



Fonte: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1994).

Nota: adaptação dos autores.

Segundo Fraga (2014), o objetivo da IIRSA era incentivar projetos de infraestrutura que amenizassem as desigualdades locais, tornando a região mais competitiva com o mercado global. A IIRSA é fruto do consenso, de que de-

envolvendo as áreas de energia, transporte e telecomunicações, as barreiras geográficas da região podem ser ultrapassadas, possibilitando a aproximação entre mercados e adicionando oportunidades econômicas.

Relativamente à energia, a integração possibilitaria um incremento na oferta do produto, estimulando a autossuficiência do subcontinente nesse aspecto. Vale mencionar aqui que a UNASUL também é um dos atores promotores da integração energética na América do Sul.

Num primeiro momento, essa integração teve cunho econômico, motivada pela importância de se expandir a infraestrutura da região e com isso promover o desenvolvimento de suas economias. A partir dos anos 2000, porém, os discursos das iniciativas criadas com fins integracionistas passaram a ser outros.

Analisando-se esses discursos, observa-se referência a questões de preservação ambiental, de aproveitamento racional e solidário dos recursos naturais, de “desenvolvimento sustentável”, social e humano (FRAGA, 2014). Porém, percebe-se que esses assuntos não funcionavam como acordos de “desenvolvimento sustentável”, antes, acabavam diminuindo a força do discurso de integração da economia e de infraestruturas.

Atualmente, esses discursos incluem o problema da segurança energética. No entanto, entende-se que a integração energética não se baseia apenas no dito “desenvolvimento sustentável”, pois o processo integracionista de infraestruturas e de desenvolvimento econômico faz parte da maioria dos projetos das iniciativas criadas, principalmente da UNASUL, que planeja consolidar as economias locais e torná-las mais competitivas no mercado global.

É praticamente impossível considerar esses discursos apenas num sentido, porque o desenvolvimento econômico e a integração de infraestruturas se intercalam constantemente.

Assim como aconteceu com a União Europeia, a integração energética torna-se um importante ramo da integração regional da América do Sul, figurando no discurso da UNASUL, como estratégia de promoção de transformação regional, reduzindo desigualdades e assimetrias locais, além de ser uma das bases de atuação da organização. Dessa forma, seguindo os discursos dos atores integracionistas, a integração energética constitui-se num projeto político/econômico estratégico, promovendo um desenvolvimento mais igualitário, reduzindo passivos ambientais e submetendo os recursos à utilização racional, coordenada e mais eficiente no subcontinente americano (COMISSÃO DE INTEGRAÇÃO ENÉRGICA REGIONAL, 2013; ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA, 2012).

Em vista da enorme quantidade de benefícios citados pelos organismos incentivadores da integração, é importante avaliar se o processo de integração energética conseguirá cumprir o prometido, lembrando que o maior desafio para o projeto consiste no estabelecimento de uma aliança entre desenvolvimento econômico “sustentável” e a criação de empreendimentos energéticos que gerem emprego e renda para os trabalhadores e trabalhadoras do subcontinente, elevando o grau de formação.

### **3.1.1 Quadro atual da Integração Eletroenergética na América do Sul**

O principal alicerce que sustenta o tema da integração energética na América do Sul é a complementaridade dos recursos energéticos, que pode garantir-lhes segurança estratégica e estimular o crescimento econômico e a competitividade no mercado mundial, conforme discursos das iniciativas integracionistas.

Em todo o subcontinente existe uma complementaridade do regime de chuvas, isto é, enquanto a região Norte está na estação da seca, a

região Sul se encontra no período de chuvas e vice-versa. Se for considerada a diversidade hidrológica local, projetos de integração com o intuito de aprimorar a geração hidroelétrica podem trazer benefícios importantes, como aumento da confiabilidade no suprimento energético e redução nos custos de operação. Embora já existam exemplos de integração eletroenergética entre países sul-americanos, os projetos ainda são pontuais e predominantemente bilaterais, contribuindo para o crescimento de apenas duas nações.

De acordo com Castro et al., (2009, p.3), esses projetos conferem solidez ao processo integracionista e são classificados em três tipos apresentados a seguir com seus respectivos propósitos:

centrais hidrelétricas binacionais: os projetos já concretizados de Yaciretá (Argentina – Paraguai), Salto Grande (Argentina – Uruguai) e Itaipu (Brasil – Paraguai), que entraram em operação nos anos 80 e foram realizados por empresas estatais, tendo os custos e investimentos resgatados pela venda da energia gerada.

venda de energia firme: estabelecido com o intuito de vender energia segura de um país para outro. Mais recentemente, realizaram-se outras integrações, como por exemplo, a Argentina – Brasil, a Brasil – Venezuela e a Argentina – Chile. Os contratos firmes, existentes, nesses casos, garantem à empresa vendedora o tráfego de recursos para cobrir os custos e obter financiamento das obras de interconexão.

intercâmbios de oportunidade: ocorreu entre a Colômbia – Venezuela, a Colômbia – Equador e o Brasil – Uruguai e tem o intento de utilizar o intercâmbio de oportunidade em ambos os sentidos.

A UNASUL ressalta a importância desses acordos, que, ao mesmo tempo em que promovem oferta energética aos países sócios, incrementam o desenvolvimento em suas próprias áreas de atuação (FRAGA, 2014).

Na Tabela 8, a seguir, extraída da síntese informativa energética dos países da CIER, apresenta-se o quadro de exportações e importações de energia elétrica entre os países da UNASUL, ressaltando a importância de se estabelecer, na região, uma política energética que promova com eficiência a integração eletroenergética.

Tabela 8 - Intercâmbio de energia elétrica entre países da UNASUL (GWh) – 2013

IMPORTADOR	EXPORTADOR							
	Argentina	Brasil	Colômbia	Equador	Paraguai	Uruguai	Venezuela	Total de importações (GWh)
Argentina		77	-	-	7 835	210	-	8 122
Brasil	-		-	-	39 528	-	806	40 334
Colômbia	-	-		29	-	-	-	29
Equador	-	-	592		-	-	-	592
Venezuela	-	-	715	-	-	-		249
Total de exportações (GWh)	-	77	1 307	29	47 363	210	806	49 792

Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

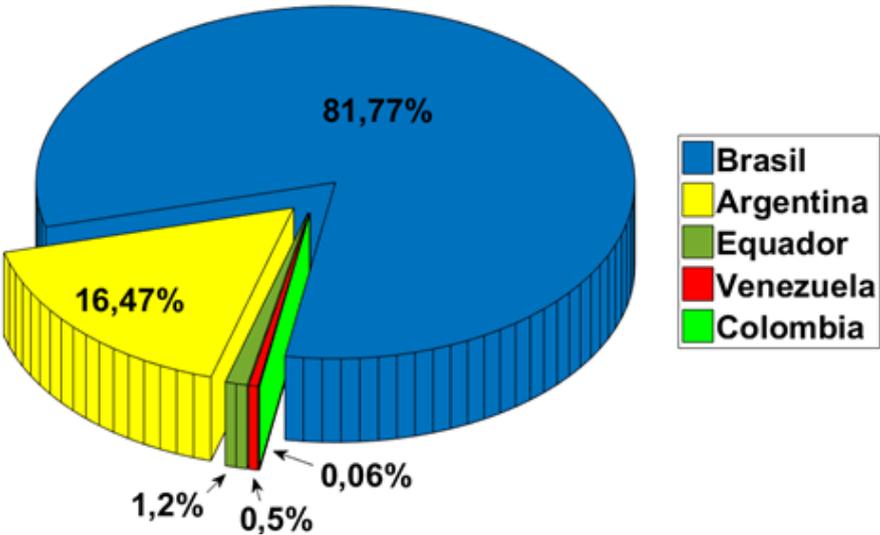
Na Tabela 8, percebe-se o importante papel do Paraguai na exportação de energia elétrica, o que se deve aos projetos bilaterais de Yaciretá e Itaipu, pelos quais o país responde por metade da energia gerada, colocando-o como o principal exportador de energia elétrica da América do Sul.

Já em relação ao Brasil, pode-se visualizar que o país importa energia elétrica da Venezuela precisamente do Complexo de Macaguá, de onde

compra o total expresso na tabela para abastecer o estado de Roraima, através do denominado “Linhão” de Guri.

A partir das Figuras 9 e 10, percebe-se que, elaboradas com base nos dados da Tabela 8, expressam a participação de cada país em importação e exportação de energia elétrica na América do Sul, no ano de 2013:

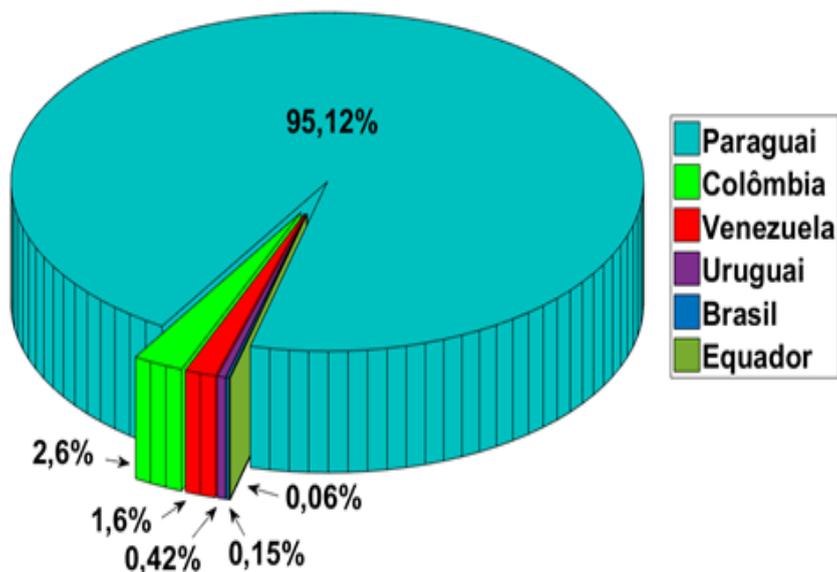
Figura 9 - Importação de energia elétrica na América do Sul (GWh) - 2013



Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

Figura 10 - Exportação de energia elétrica na América do Sul (GWh) - 2013



Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

A partir da Figura 9 e Figura 10, percebe-se que, no intercâmbio de energia elétrica, predominam o Brasil, a Argentina e o Paraguai, e isso se deve à presença das hidrelétricas binacionais construídas entre esses países. Com o projeto integracionista proposto por iniciativas como a UNASUL, os valores exportados e importados podem evoluir, ressaltando, assim, a importância de se realizar a integração eletroenergética na América do Sul.

Os acordos nacionais, embora ainda restritos a uma atuação bilateral, fortalecem os discursos integracionistas na região. Por esse motivo, serão destacados os empreendimentos de Yaciretá, Salto Grande, Itaipu e da Linha de Transmissão de Guri, que representam e fortalecem o projeto de integração energética no subcontinente.

### 3.1.2 Yaciretá (Argentina – Paraguai)

Yaciretá é um termo guarani que possui dois significados: “lugar donde brilla la luna” e “lugar de aguas difíciles” (ENTIDAD BINACIONAL YACIRETA, 2013). Em janeiro de 1958, a Argentina e o Paraguai firmaram um acordo com vistas a realizar estudos técnicos e gerar energia elétrica usando o rio Paraná, na região das ilhas de Yacireta e Apipé, com isso melhorando as condições de navegabilidade do rio.

Com a crise do petróleo iniciada em 1973, o Tratado de Yaciretá, assinado em 03 (três) de dezembro do mesmo ano, surgiu como uma alternativa ao suprimento energético na região, como disposto no primeiro artigo do documento:

“Las Altas Partes Contratantes realizarán, em común y de acuerdo com lo previsto em el presente tratado, el aprovechamiento hidroeléctrico, el mejoramiento de las condiciones de navegabilidad del rio Paraná a la altura de la Isla Yacireta y, eventualmente, la atenuación de los efectos depredadores de las inundaciones producidas por crecidas extraordinarias.” (IBDEM, p.11, grifo do autor).

Tecnicamente, Yaciretá é uma UHE que opera na frequência de 50 Hz, tem potência instalada de 3.200 MW, é equipada com 20 turbinas do tipo Kaplan e gera, em média, por ano, a cifra de 20.000 GWh, conforme se verifica na Tabela 9, a seguir:

Tabela 9 - Dados técnicos da UHE Yaciretá

<b>Características energéticas</b>	
Potência Máxima Instalada, 20 grupos	3 200 MW
Energia Gerada Anualmente, 20 grupos	20 000 GWh
Altura de projeto	21,30 m
Vazão máxima	16 600 m <sup>3</sup> /s
Altura máxima	24,10 m

Fonte: Entidad Binacional Yaciretá (2013).

O montante de energia elétrica gerado equivale a cerca de 60% da energia elétrica da Argentina e corresponde a 22% do consumo anual total no país (GUIMARÃES, 2011). A Figura 11, a seguir, apresenta a localização do empreendimento:

Figura 11 - Localização da UHE Yaciretá



Fonte: Argentina viajera (2016).

Embora o Tratado de Yacireta seja de 1973, a UHE só foi inaugurada 37 anos, pelos constantes problemas orçamentários na condução da obra, o então presidente paraguaio, Fernando Lugo, e a presidente da Argentina, Cristina Kirchner, consideraram o projeto importante para o processo de integração energética sul-americana. E de fato é observado, ao analisar a quantidade de projetos efetivamente implementados no sub-continente.

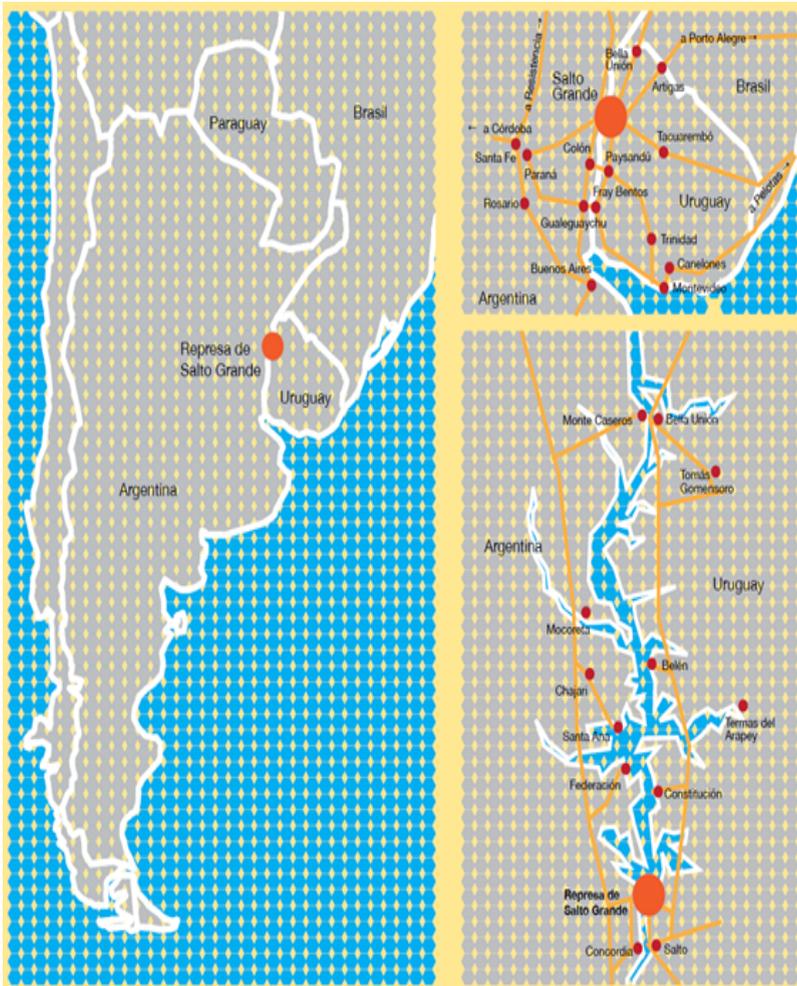
Em face disso, percebeu-se a necessidade de se criar uma política energética eficiente, que garantisse a execução muito bem arquitetada dos projetos de integração.

### **3.1.3 Salto Grande (Argentina – Uruguai)**

A Usina Hidrelétrica Binacional de Salto Grande está localizada no rio Uruguai e beneficia a Argentina e o Uruguai. É uma consequência do acordo estabelecido, em 1946, entre os dois países, com o intuito de aproveitar o potencial do rio. O projeto bilateral possibilita o crescimento da região e propicia o bem comum de ambos os países, afetando os habitantes, o comércio e o desenvolvimento local (SALTO GRANDE, 2013). O projeto conta com uma longa rede de transmissão elétrica que alimenta a demanda energética da Argentina e do Uruguai, completando a interconexão elétrica existente entre ambos os países.

A Figura 12 ilustra a localização da UHE Salto Grande, entre a Argentina e o Uruguai no rio Uruguai, formado pela congruências dos rios Pelotas e Canoas ainda no Brasil.

Figura 12 - Localização da UHE Salto Grande



Fonte: Argentina viajera (2016).

Nota: adaptação dos autores.

O Complexo Hidrelétrico de Salto Grande possui ainda um sistema de redes hidrometeorológicas, em que o comportamento do rio, a baixa capacidade de armazenamento da represa e outras características hidrológicas são analisadas a fim de se realizar um prognóstico da vazão. Esse sistema permite aprimorar a operação do sistema elétrico e possibilita a

aplicação de tecnologias modernas para se obter melhor conhecimento do recurso hídrico.

Em termos técnicos, a UHE de Salto Grande opera na frequência de 50 Hz<sup>5</sup> e possui 14 (catorze) turbinas do tipo Kaplan, cada uma com 135 MW de potência, totalizando uma potência instalada de 1890 MW, com a promessa de gerar anualmente cerca de 6700 GWh<sup>6</sup> (IDEM).

A Tabela 10, a seguir, apresenta os dados técnicos da binacional:

Tabela 10 - Dados técnicos da UHE Salto Grande

<b>Equipamento eletromecânico</b>	
Potência total instalada	1 890 MW
Capacidade média anual de geração	6 640 GWh
Potência nominal instalada por gerador	135 MW
Tensão de transmissão	500 kV
Tensão de saída do gerador	13,8 kV
Tipo de turbinas	Kaplan
Quantidade de turbinas	14

Fonte: Salto Grande (2013)

Em virtude de ser Binacional, a Usina Hidrelétrica de Salto Grande distribui a sua energia gerada em partes iguais entre Argentina e Uruguai. No entanto, devido à diferença no contingente populacional entre os dois países, o volume de água recebido por um e outro não atende a demanda em igual proporção, pelo que Salto Grande responde, em média, por cerca de 7% do consumo argentino e de 53% da exigência uruguaia (IDEM).

---

5 Unidade de frequência que corresponde ao número de ciclos realizados em um segundo.

6 Lê-se gigawatt-hora e representa uma medida de energia, significando que 1GWh corresponde a quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de 1000 000 000 Watts durante uma hora.

A UHE entrega metade da sua geração ao sistema elétrico argentino, representado pela Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (Cammesa), e a outra fração é entregue à Administración del Mercado Eléctrico (ADME), a administradora do sistema elétrico uruguaio.

### **3.1.4 Itaipu (Brasil – Paraguai)**

O ano de assinatura do Tratado de Itaipu coincide com aquele em que se deu a do Tratado de Yaciretá, isto é, o mesmo ano a que se denominou de crise do Petróleo e no qual a exploração de fontes renováveis surgiu como alternativa para o desenvolvimento do Brasil e do Paraguai, que antes tinha apenas uma hidrelétrica de pequeno porte, Acaray (200 MW), enquanto no Brasil a capacidade de geração elétrica foi quase dobrada, somando-se mais 14.000 MW aos 167.000 MW já existentes (ITAIPU BINACIONAL, 2015).<sup>7</sup>

Itaipu, que em tupi-guarani quer dizer “A pedra que canta”, deve-se a uma ilha que existia no local da sua construção. A UHE Binacional localiza-se na bacia do rio Paraná, e sua primeira unidade geradora entrou em operação no ano de 1984. O empreendimento é constituído por 20 (vinte) unidades geradoras, das quais 18 (dezoito) entraram em operação num intervalo de sete anos. O apogeu da participação da usina no mercado de energia elétrica nacional ocorreu em 1997, atendendo 27% do consumo do país, e seu recorde de produção aconteceu no ano 2013, com produção do montante de 98,6 bilhões de

---

<sup>7</sup> Medida de energia que significa quilowatt-hora, sendo 1 kWh correspondente à quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de 1000 Watts durante 1h.

kWh<sup>10</sup> . Vale ressaltar que a última inauguração de Itaipu ocorreu no ano de 2007, no governo do então presidente Luis Inácio Lula da Silva, com a instalação das últimas duas unidades que elevou a capacidade instalada de 12.600 MW para 14.000 MW. Em seu tratado já era prevista a instalação de mais duas unidades geradoras, além das 18 iniciais, conforme o seguinte trecho do documento:

A casa de força estará localizada ao pé da barragem principal, com comprimento de 950 m. Na mesma será instalado um conjunto gerador composto de 18 unidades de 700 megawatts cada uma. Nove destas unidades serão em 50 Hz e nove em 60 Hz. Além disso, a Central poderá contar, utilizando o espaço disponível na casa de força, com até duas unidades geradoras de reserva, que serão uma de 50 Hz e outra de 60 Hz. (BRASIL, 1973, s/p).

Sobre os termos técnicos da UHE de Itaipu, a potência instalada da binacional corresponde ao somatório da potência das vinte usinas geradoras de 700 MW cada, totalizando 14 000 MW. A energia garantida é de 75 milhões de Megawatt-hora, embora gere, em média, valores acima de 90 milhões de MWh (ITAIPU BINACIONAL, 2015).

No Tratado de Itaipu, o Paraguai tem direito a 50% do que é produzido, e o Brasil, a outra metade. No entanto, o Paraguai fica com apenas 9% do que é produzido e o restante é vendido ao Brasil. Nas Figuras 13 e 14, a seguir, visualiza-se a participação anual da binacional no mercado brasileiro e paraguaio, respectivamente:

Figura 13 - Participação de Itaipu no mercado de energia elétrica do Brasil

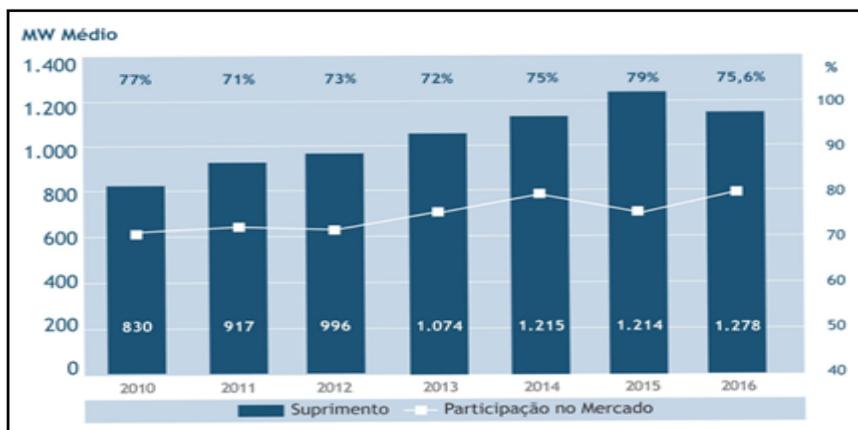


Fonte: Itaipu Binacional (2017)

Os paraguaios estão trabalhando para aumentar o índice de participação, passando de 1.000 MW para 2.200 MW, através de uma nova linha de transmissão de 500 kV, que liga a binacional até a capital paraguaia, Assunção. Porém, o país não possui demanda para consumir atualmente toda a potência que pode ser transmitida e, por isso, deve aumentar seu consumo em 200 MW, elevando sua participação para um consumo médio de 1.200 MW. Com o tempo, à medida que o país vizinho prosperar, a transmissão de energia seguirá no mesmo rumo (ORDOÑEZ, 2013). A necessidade de energia do Paraguai é reforçada pela taxa de crescimento atingindo 14 % anual em 2013, período em que o Brasil registrou 2,3 % de crescimento do Produto Interno Bruto.

A seguir, na Figura 14, especialmente, observa-se que os prognósticos da reportagem de 2013 estavam corretos:

Figura 14 – Participação de Itaipu no mercado de energia elétrica do Paraguai



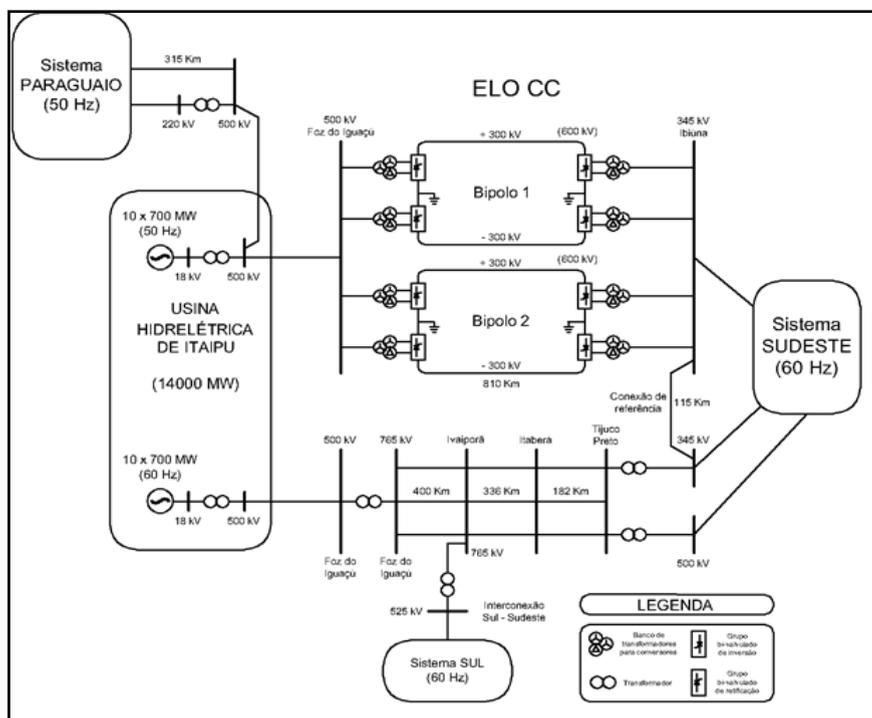
Fonte: Itaipu Binacional (2017).

Ainda considerando o baixo consumo paraguaio, Itaipu apresenta uma particularidade que está relacionada com a interligação com o sistema elétrico brasileiro. A frequência elétrica de operação, no Paraguai, é 50 Hz e, no Brasil, é 60 Hz, sendo por causa dessa diferença de frequência que a energia comprada do Paraguai pelo Brasil não pode ser interligada diretamente no sistema elétrico brasileiro.

Para solucionar o problema, há, na subestação de Foz do Iguaçu, no Paraná, um elo de corrente contínua que realiza a conversão da corrente alternada em 50 Hz para corrente contínua, que depois é convertida novamente em corrente alternada de 60 Hz, podendo assim ser interligada ao sistema elétrico brasileiro (ITAIPU BINACIONAL, 2015), conforme ilustra a Figura 15 Itaipu foi construída com duas hidroelétricas na mesma casa de máquinas. As instalações de 50 Hz estão isoladas eletricamente das instalações em 60 Hz. A interligação dos sistemas elétricos só ocorre por uma linha de transmissão de 115 km em 345 kV em São Paulo entre as subestações de Ibiúna e Tijuco Preto, conforme a Figura 15.

A interligação tem o objetivo de garantir a frequência dos circuitos após a inversão, operando como barra de sincronismo. Assim, as linhas de 345 kV operam como fixadoras de frequência, o que garante estabilidade ao sistema.

Figura 15 - Unifilar do sistema elétrico de Itaipu



Fonte: Itaipu Binacional (2016).

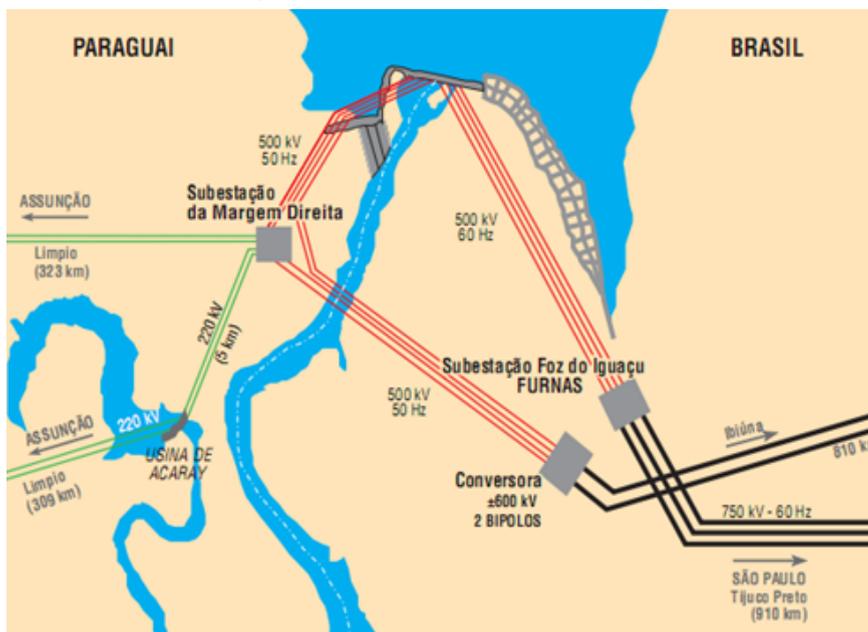
Nota: adaptação dos autores.

A Figura 15 ilustra o diagrama unifilar de Itaipu, alimentando o sistema paraguaio e interligando ao sistema elétrico brasileiro, sobretudo com fluxo de potência para a região sudeste. Itaipu também alimenta a região este do estado do Paraná. Na subestação de Ivaiporã é realizada uma interligação com o sistema sul do país, onde o fluxo de

potência inverte de acordo com o regime de chuvas e com a demanda da região sul.

Os circuitos em 50 Hz alimentados por 10 máquinas de 700 MW totalizando 7.000 MW passam pelo território paraguaio, onde são seccionados e interligam ao sistema elétrico paraguaio nas tensões de 220 kV e 500 kV, conforme a Figura 16.

Figura 16 - Localização da UHE Itaipu



Fonte: Itaipu Binacional (2017).

Os dados citados revelam que a integração eletroenergética pode trazer desenvolvimento e proporcionar o comércio de energia elétrica entre os países envolvidos, além de ser possível a elaboração de projetos que solucionem a diferença de frequência elétrica existente entre alguns países.

Os intercâmbios de energia elétrica entre o Brasil e o Paraguai elevam os respectivos países, conforme já visto, à posição de maior importador e maior exportador de eletricidade da América do Sul.

### **3.2 Interligações Elétricas na América do Sul**

As interligações elétricas por meio das linhas de transmissão, interligando sistemas elétricos de diferentes países, são a representação física dos processos de integração energética. As linhas possibilitam intercâmbio energético em ambos os sentidos de diferentes regiões. Atualmente 22 linhas de transmissão ligam os diferentes países da América do Sul, nesta obra daremos foco a interligação elétrica entre o Brasil e Venezuela por meio da linha de 230 kV entre a capital do estado de Roraima (Boa Vista) e o sistema elétrico Venezuelano pela hidroelétrica de Guri no rio Caroni, estado de Bolívar.

#### **3.2.1 Linha de Transmissão de Guri (Brasil – Venezuela)**

Como dito anteriormente, o Brasil importa energia da Venezuela, sendo os 705 GWh importados correspondentes à compra do Complexo de Macaguá, naquele país, para o suprimento energético do estado de Roraima. O Estado brasileiro não está interligado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e, por esse motivo, depende da energia importada do país vizinho ou de termelétricas que utilizam óleo diesel (FRAGA, 2014).

Essa compra, que abastece cerca de 80% da população roraimense, permite a desativação de termelétricas no estado, tendo o con-

trato estabelecido com a Venezuela, assinado em 2001, estabelecido o fornecimento mensal de até 200 MW ao longo de 20 anos. No entanto, blecautes e oscilações de energia são alguns dos problemas enfrentados pelos brasileiros (LIMA, 2014), devido a instabilidade do sistema dada pela baixa carga local. Com a interligação de Roraima no sistema elétrico brasileiro, o sistema tende a se estabilizar em frequência e tensão, garantindo ainda o intercâmbio energético nos dois sentidos pela interligação elétrica. Com o intuito de resolver o problema energético da localidade, planeja-se sua integração ao SIN até 2022, com a instalação da Linha de Transmissão de Tucuruí, entre Manaus e Boa Vista.

A obra da Linha de Transmissão de Tucuruí, avaliada em R\$ 1,2 bilhão, além de reduzir a importação da energia venezuelana, ainda possui os benefícios de reduzir a conta de consumo de combustíveis pela redução da geração térmica, abre a possibilidade de exportação de energia elétrica para a Venezuela. Também, há a possibilidade de atender as comunidades na área de divisa dos estados do Amazonas e Roraima, por meio da instalação de transformadores na Subestação Equador (BRASIL, 2014).

O caso relatado da interligação entre Brasil e Venezuela exemplifica um dos desafios que a integração eletroenergética na América do Sul tem pela frente, que é a questão nacional: existe a possibilidade de um país, passando por momentos de crise, interferir de maneira negativa nos outros países envolvidos, a depender da solidez de um contrato. Para além dessa questão, a segurança nacional é ponto de pauta importante, pois existe a possibilidade de um dos estados interferirem diretamente em um setor estratégico para o estado adjacente. Por esse motivo, a integração eletroenergética deve possibilitar um crescimento conjunto entre as nações envolvidas, de forma que todos os envolvidos

sejam beneficiados conforme os desejos das iniciativas criadas ao longo da história na América do Sul, principalmente a UNASUL.

No que diz respeito à UNASUL, a partir de 2011 a IIRSA começou a fazer parte do seu Conselho de Infraestrutura e Planejamento (COSIPLAN), que se tornou, então, o organismo responsável pela execução dos projetos que vinham sendo desenvolvidos pela IIRSA.

Em 2012, o COSIPLAN considerou prioritários 31 projetos, em meio a centenas enumerados pela IIRSA, além dos quais outros 56 se inscrevem no setor de energia nestas condições: 24 concluídos; 12 em fase de execução; 9 em período de pré-execução; e 11 em estado de planejamento. Esses empreendimentos, que envolvem linhas de transmissão, interconexão elétrica, construção de hidrelétricas, pequenas centrais hidrelétricas, entre outros, contam com um montante estimado de 53 trilhões de dólares (US\$).

Tabela 11 - Projetos de integração energética no contexto do COSIPLAN/IIRSA/UNASUL – 2016<sup>8</sup>

	Eixo	Projeto	Situação	Investimento (US\$)	País/Países
1	A	Consolidação das interconexões de Cuestecitas e El Corso	Concluído	125.200.000	Colômbia –Venezuela
2	A	Interconexão Elétrica Colômbia-Ecuador Linha 230 Kv	Concluído	45.400.000	Colômbia –Ecuador
3	A	Extensão do Oleoduto Nor-Peruano	Concluído	-	Ecuador –Peru
4	A	Interconexão gasífera	Concluído	335.000.000	Colômbia
5	A	Planta Carbo-elétrica de Santo Domingo	Execução	625.000.000	Venezuela
6	A	Rede de Transmissão e Geração Uribante Carparo	Planejamento	-	Venezuela
7	A	Interconexão elétrica Puerto Nuevo – Puerto Paz – Puerto Carreño	Concluído	5.000.000	Colômbia
8	A	Interconexão Elétrica Ecuador – Peru	Execução	-	Ecuador – Peru
9	A	Interconexão Elétrica de 34,5 kV entre San Fernando de Atabapo (Venezuela) e Inírida (Colômbia)	Execução	2.862.033	Venezuela – Colômbia

<sup>8</sup> Tabela elaborada com base nos dados da COSIPLAN da IIRSA. Recomenda-se lê-la tendo a Figura 8 em mente, devido aos 10 eixos de integração do órgão.

10	A	Projeto Geotérmico Binacional Tufiño – Chiles – Cerro Negro	Planejamento	6.860.000	Colômbia – Equador
11	A	Projeto Hidroelétrico Chontal – 194 MW	Execução	594.972.854	Equador
12	A	Projeto Eólico García Moreno	Pré – execução	926.521	Equador
13	A	Interconexão elétrica segunda etapa Colômbia – Equador	Planejamento	-	Colômbia – Equador
14	A	Transmissão elétrica ao Ocidente	Planejamento	590.000.000	Venezuela
15	B	Interconexão energética NOA – NEA	Concluído	725.000.000	Argentina
16	B	Linha de Transmissão 500 kV Itaipu – Villa Hayes	Concluído	555.000.000	Brasil – Paraguai
17	B	Linha de Transmissão 500 kV Yaciretá – Villa Hayes	Execução	297.000.000	Paraguai
18	C	Central Termoelétrica Belgrano	Concluído	650.000.000	Argentina
19	C	Central Termelétrica San Martín	Concluído	500.000.000	Argentina
20	C	Estação Transformadora em Mercedes	Concluído	25.000.000	Argentina
21	C	Desvio do arroio Aguapey	Concluído	64.000.000	Paraguai
22	C	Gasoduto Paysandu – Colônia	Planejamento	-	Uruguai
23	C	Linha de Alta Tensão Mercedes – Goya	Concluído	25.000.000	Argentina
24	C	Linha de Alta Tensão Mercedes – Paso de los Libre	Concluído	15.000.000	Argentina

25	D	Linha de Transmissão 500 kV Tucuruí – Manaus	Concluído	1.320.000.000	Brasil
26	E	Gasoduto Venezuela – Guiana – Suriname	Planejamento	-	Venezuela – Guiana – Suriname
27	F	Interconexão 500 kV Comahue – Cuyo	Concluído	350.000.000	Argentina
28	F	Interconexão Tramo Choele – Puerto Madryn	Concluído	70.000.000	Argentina
29	F	Interconexão elétrica 132 kV Angostura – Trafal – Costa Del Limay	Planejamento	30.000.000	Argentina
30	G	Gasoduto Uru-pabol – fase 1	Pré-execução	-	Paraguai – Bolívia
31	G	Projeto Geo – Térmico Laguna Colorada	Pré-execução	321.750.000	Bolívia
32	H	Linha de Transmissão Yaciretá – Buenos Aires	Concluído	600.000.000	Argentina
33	H	Central Térmica de Ciclo Combinado Puntas Del Tigre	Concluído	170.000.000	Uruguai
34	H	Sistema de Itaipu	Concluído	16.000.000.000	Brasil –Paraguai
35	H	Construção da Planta Hidrelétrica de Corpus Chisti	Pré-execução	4.200.000.000	Argentina- Paraguai
36	H	Construção da Planta Hidrelétrica de Garabi	Pré-execução	2.728.000.000	Brasil – Argentina
37	H	Cota 83 da Represa de Yaciretá	Concluído	1.200.000.000	Argentina – Paraguai
38	H	Gasoduto Aldena Brasileira – Uruguiana – Porto Alegre	Execução	510.000.000	Brasil

39	H	Linha de Transmissão Itaipu – Londrina - Araraquara	Concluído	149.144.214	Brasil
40	H	Gasoduto do Noroeste Argentino	Execução	1.000.000.000	Argentina
41	H	Central Nuclear Atucha II	Concluído	740.000.000	Argentina
42	H	Planta de Regasificação de gás natural liquefeito no Uruguai	Execução	1.125.000.000	Uruguai
43	H	Central Térmica Punta Del Tigre II 500 MW	Execução	531.000.000	Uruguai
44	H	Pequenas centrais hidrelétricas de Centurión e Talvera 65 MW	Planejamento	60.000.000	Uruguai
45	H	Interconexão elétrica Uruguai e Brasil	Execução	349.000.000	Brasil – Uruguai
46	H	Interconexão elétrica Salto Grande – Melo	Planejamento	100.000.000	Uruguai
47	H	Repotenciação Central Nuclear Embalse	Execução	1.780.000.000	Argentina
48	H	Gasoduto Urupabol trecho II	Planejamento	-	Paraguai – Uruguai
49	H	Construção da Planta Hidrelétrica de Panambi	Pré-execução	2.474.000.000	Argentina – Brasil
50	H	Modernização da central elétrica de Salto Grande	Pré-execução	-	Argentina – Uruguai
51	H	Linha de 33 kV de Fibra Óptica entre Bardas Blancas e El Paso Pehuenche	Pré - execução	-	Argentina
52	I	Hidrelétrica Cachuela Esperanza	Pré-execução	1.200.000.000	Bolívia

53	I	Complexo hidrelétrico do rio Madeira (Hidroelétrica Santo Antônio e Jirau)	Execução	18.209.000.000	Brasil
54	I	Hidrelétrica Binacional Bolívia – Brasil	Planejamento	5.000.000.000	Bolívia – Brasil
55	I	Linha de Transmissão entre o Complexo rio Madeira e o Sistema Interconectado	Concluído	3.823.000.000	Brasil
56	I	Linha de Transmissão San Gaban – Puerto Maldonado	Concluído	23.617.063	Peru

Fonte: Iniciativa de Integração de Infraestrutura Regional Sul-Americana (2016).

Nota: adaptação dos autores.

Com base na Tabela 11, pode-se dizer que o projeto de integração energética presente nos discursos da UNASUL não vem sendo executado, pois o máximo de integração é um projeto envolvendo 3 países (Venezuela, Guiana, Suriname). Ressalta-se, aqui, que empreendimentos unilaterais e/ou bilaterais não constituem integração energética, assim caracterizada quando promove o envolvimento conjunto de vários países da região.

A Figura 15, a seguir, extraída da Comissão de Integração Energética Regional (CIER), expõe algumas interligações existentes na América do Sul:

Figura 17 - Interligações elétricas na América do Sul



Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

A Tabela 12 a seguir, apresenta características técnicas das interligações ilustradas na Figura 17

Tabela 12 - Interconexões na América do Sul

Ref.	Cidades/Países	Tensão	Potência	Observações
1	Cuestecita (Co) – Ve	230 Kv	150 MW	Operativa (60 Hz)
2	Tibú (Co) – La Fria (Ve)	115 Kv	36/80 MW	Operativa (60 Hz)
3	San Mateo (Co) – El Corozo (Ve)	230 Kv	150 MW	Operativa (60 Hz)
4	Cerromatoso (Co) – Panamá (Pa)	-	300 MW	Em fase de estudos
5	Pasto (Co) – Pomasqui (Ec)	230 Kv	250 MW	Operativa (60 Hz) – 4 circuitos por linha
6	Jamondino (Co) – Santa Rosa (Ec)	230 Kv	250 MW	Em construção (60Hz)
7	Ipiales (Co) – Tulcán (Ec)	138 Kv	35/113 MW	Operativa (60 Hz)
8	Machala (Ec) – Zorritos (Pe)	230 Kv	100 MW	Operativa (60 Hz)
9	Boa Vista (Br) – Guri (Ve)	230/400 kV	200 MW	Operativa (60 Hz)
10	La Paz (Bo) – Puno (Pe)	230/220 kV	150 MW	Estudos (50/60 Hz)
11	Saída da central Itaipu	500/220 kV	14 000 MW	Operativa (60/50 Hz)
12	Foz do Iguaçu (Br) – Acaray (Pa)	220/138 kV	50 MW	Existente (60/50 Hz)
13	El Dorado (Ar) – Mcal. A. López (Pa)	220/132 kV	30 MW	Operativa (50 Hz)
14	Clorinda (Ar) – Guarambaré (Pa)	132/220 kV	80/90 MW	Operativa (50 Hz)
15	Saída da central Yaciretá	500 kV	3 220 MW	Operativa (50 Hz)
16	Rincón S.M. (Ar) – Garabí (Br)	500 kV	2000/2200 MW	Operativa (50/60Hz)
17	P. de los libres (Ar) – Uruguaiana (Br)	132/230 kV	50 MW	Operativa (50/60 Hz)
18	Salto Gde (Ar) – Salto Gde (Ur)	500 kV	1.890 MW	Operativa (50 Hz)
19	Concepción (Ar) – Paysandú (Ur)	132/150 kV	100 MW	Operativa em emergência (50 Hz)
20	Colonia Elia (Ar) – San Javier (Ur)	500 kV	1.386 MW	Operativa (50 Hz)
21	Livramento (Br) – Rivera (Ur)	230/150 kV	70 MW	Operativa (60/50 Hz)
22	Pte. Médici (Br) – San Carlos	500 kV	500 MW	Em construção (60/50 Hz)
23	CT TermonAndes (Ar) – Sub. Andes (Ch)	345 kV	633 MW	Operativa (50 Hz)

Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

A integração eletroenergética só ocorrerá, de fato, quando o continente sul-americano estiver extensamente interligado, beneficiando vários dos seus países, simultaneamente. Diante disso, deve haver um questionamento em relação aos projetos que envolvem um ou dois países, porque esses empreendimentos bilaterais não conseguem promover uma integração política e econômica e não satisfazem o desejo de integração eletroenergética em toda a América do Sul.

## Capítulo 4

### A Diferença de Frequência e as Subestações Conversoras

Um dos desafios para a integração energética na América do Sul é sua diversidade de frequências elétricas. Na área localizada mais ao sul (Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai, Uruguai), predomina a frequência de 50 Hz, enquanto nas demais localidades prevalece a frequência de 60 Hz, conforme mostra a Figura 18, a seguir, que mapeia o cenário da frequência no subcontinente.

Percebe que essa diversidade deve-se a atuações de empresas particulares na região e que, diante desse desafio da diferença de frequência, surgem as subestações conversoras como alternativa para solucionar a questão da frequência e impulsionar a integração eletroenergética.

Figura 18 - Cenário da frequência elétrica na América do Sul



Fonte: Comissão de Integração Energética Regional (2013).

Nota: adaptação dos autores.

Até a segunda metade do século XIX, a tensão e a frequência elétrica no Brasil se alternavam entre os modelos americanos e os modelos europeus, baseando-se no custo, no local ou na procedência dos equipamentos. Até as décadas de 1960 e 70, a utilização de uma frequência ou outra dava-se em virtude das máquinas usadas em cada projeto e não por se adotar um padrão nacional (CUNHA, 2010).

Os interessados no empreendimento usavam a frequência empregada pelo país fornecedor do equipamento. Dessa forma, quem adquirisse máquinas dos Estados Unidos para instalar uma pequena usina geradora teria um padrão diferente do adotado pelos alemães. Em suma, as principais frequências elétricas utilizadas no Brasil eram de 50 Hz e de 60 Hz, sendo as de 50 Hz adotadas pelos europeus e as de 60 Hz, sendo as de 50 adotadas pelos europeus e as de 60, pelos norte-americanos. Além disso, as tensões elétricas também dependiam da instalação, do fornecimento da empresa elétrica e dos equipamentos que viriam a ser utilizados.

Historicamente, ouviu-se falar mais das frequências de 50 Hz e 60 Hz, embora não fossem essas as únicas existentes no mundo. Por exemplo, no Brasil, por ser um país territorialmente extenso, havia uma diversidade delas, além daquelas duas. Ali, cidades como Curitiba – Paraná, Jundiaí – São Paulo e Petrópolis – RJ adotavam as frequências de 42 Hz, 40 Hz e 125 Hz, respectivamente.

Em relação à questão da frequência no Brasil, o desenvolvimento do setor elétrico no país começou a se configurar como um processo de unificação, visando realizar o intercâmbio energético entre as pequenas usinas existentes até então. Nesse contexto, para se obter melhor eficiência no funcionamento das geradoras e ampliar o fornecimento elétrico, era imprescindível haver uma padronização na frequência elétrica.

Foi então que, em novembro de 1964, através da Lei nº 4.454, durante a ditadura civil-militar, o presidente Castelo Branco adotou a frequência de 60 Hz como padrão. Essa lei foi estabelecida em virtude da predominância desse montante no país, principalmente em locais de grande desenvolvimento econômico e industrial, como São Paulo e grandes cidades do Centro-Sul (IDEM).

Diante do exposto, é importante observar que a escolha de uma frequência, em detrimento de outra, esteve relacionada à industrialização no país. Em outras palavras, a predominância de equipamentos em determinada frequência propicia a padronização pela que prevalece. Assim aconteceu no Brasil, pois diversos projetos industriais foram instalados no estado de São Paulo, favorecendo a elevação da demanda energética na região e propiciando a concentração de mais empreendimentos industriais, usinas e empresas que utilizavam motores elétricos de indução.

O predomínio dos motores elétricos de corrente alternada, com dada frequência no setor industrial influenciou a adoção do valor de frequência elétrica existente na América do Sul e a conseqüente diversidade ali presente, em razão da qual surge a necessidade de solucioná-la para se promover a integração eletroenergética seguindo os discursos integracionistas.

A determinação de frequência ao redor do mundo, também sofre influência econômica e política. O mapa da Figura 19, mostra claramente a influência das empresas dos Estados Unidos sobre o continente americano. Um caso excepcional é a Arábia Saudita, sendo o único país do Oriente Médio operando com frequência de 60 Hz. No oriente, operam em 60 Hz apenas o Japão, Taiwan, Filipinas e Coreia do Sul. Assim, os países que possuem sistemas elétricos operando em 60 Hz, representam hoje 11,9% da população mundial e 13,1% do PIB mundial (INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2015).



transmissão aos centros de consumo, cenário em que surge a transmissão em corrente contínua como uma alternativa à transmissão de eletricidade em corrente alternada.

Segundo Cardoso (2008, p.29), a transmissão em corrente contínua é indicada nos casos em que os custos de manutenção e instalação sejam inferiores àqueles oriundos de transmissão em corrente alternada. Dessa forma, eis os principais casos em que a corrente contínua é utilizada para transportar energia elétrica:

- travessias subterrâneas ou subaquáticas utilizando cabos de alta tensão em grandes trechos, nas quais o custo dos condutores elétricos seja menor que qualquer alternativa de linhas de transmissão aéreas;
- interligação de sistemas que possuam frequências diferentes ou onde não exista o interesse de se sincronizar dois sistemas de corrente alternada; e
- transmissão de grandes blocos de potência à grandes potências, utilizando-se linhas de transmissão aéreas (IDEM).

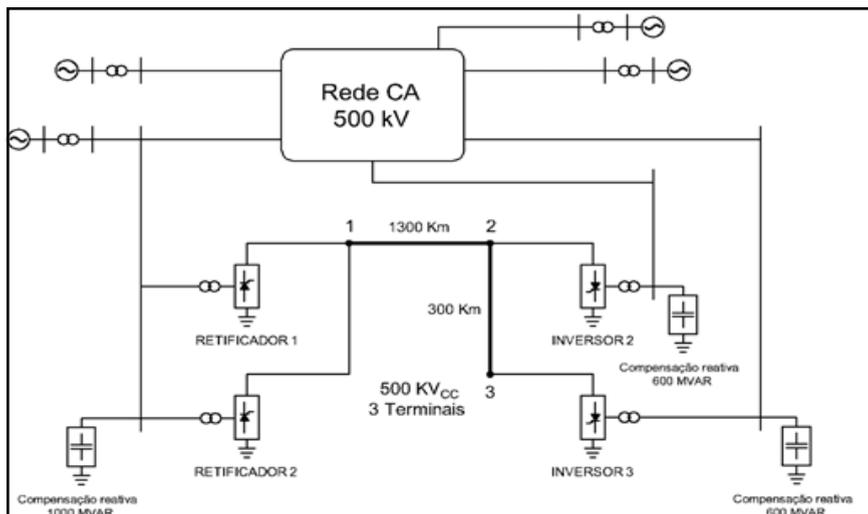
Historicamente, a Suécia foi o país a operar, em 1954, o primeiro sistema de transmissão elétrica em corrente contínua. Para tanto, utilizou-se um cabo submarino de 100 km para interligar a Ilha de Gotland à Suécia, transmitindo uma potência de 20 MW e usando uma tensão de 100 kV (IDEM).

Conforme Cardoso (2008, p.30), a transmissão em corrente contínua possui a característica de interligar dois sistemas de corrente alternada utilizando-se duas subestações conversoras e uma ou mais linhas de transmissão interligadas entre essas subestações, podendo se apresentar sob três configurações:

- ligação ponto a ponto: é a configuração mais utilizada, em que linhas de transmissão conectam as duas subestações conversoras. O primeiro sistema a operar adotando este padrão foi o de Gotland, já citado. No Brasil, Itaipu em Foz do Iguaçu, cuja metade da energia é gerada em 50 Hz é retificada e transmitida até Ibiúna (SP), onde ocorre a conversão em CA, agora em 60 Hz. O sistema de transmissão de Itaipu, que entrou em operação no ano de 1984, é constituído por duas linhas de  $\pm 600$  kV e de aproximadamente 810 km entre as subestações de Furnas Foz do Iguaçu-PR e Ibiúna – SP. A conversão CA/CC na estação retificadora em Foz do Iguaçu - PR é realizada por 8 conversores em cada subestação, cada par formando um pólo e compondo os dois bipolos em  $\pm 600$  kV, sendo a transmissão efetuada através de 4 linhas (ITAIPU, 2015).
- ligação Back-To-Back: caracteriza-se pela existência de duas subestações conversoras na mesma subestação, entre as quais não há linhas de transmissão e sim um reator. A primeira ligação desse tipo a entrar em operação foi a de Sakuma, no Japão, no início dos anos 60, cuja transmissão, em 125 kV, tinha a potência de 300 MW, conectando sistemas de 50 Hz e 60 Hz. No Brasil, foi o de Acaray, que estabeleceu a interligação entre o Brasil (60 Hz) e o Paraguai (50 Hz), transferindo 50 MW em 26 kV.
- sistema multiterminal: apresenta-se com uma potência que pode fluir entre dois ou mais pontos no sistema CA, por meio de uma rede em corrente contínua disposta em série ou em paralelo. O primeiro sistema deste modelo a entrar em operação foi o do elo Sardenha – Itália, em 1987, com a inserção do terminal da Córsega de 50 MW, resultando numa ligação com potência de 200 MW.

A configuração deste tipo de sistema transmissor é exemplificada na Figura 20 a seguir:

Figura 20 - Exemplo de sistema multiterminal inserido em rede CA 500 kV



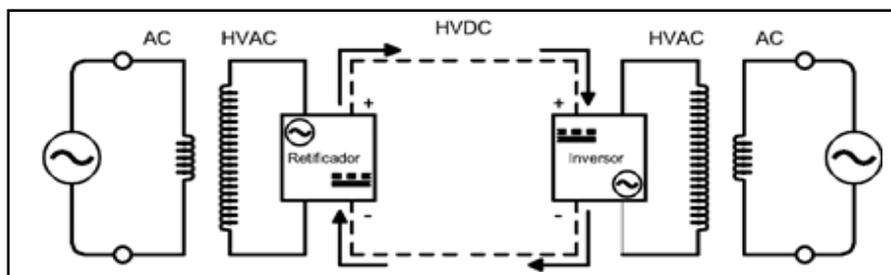
Fonte: Bassini (2014).

Nota: adaptação dos autores.

Em resumo, na subestação conversora, ou retificadora, a corrente alternada é convertida em CC normalmente através do chaveamento de equipamentos eletrônicos, como os tiristores (SCR's). No terminal que recebe a energia, receptor, a corrente contínua é novamente modificada para CA em outra subestação, denominada inversora, que possui os mesmos equipamentos eletrônicos daquela primeira, mas funcionando, agora, no sentido inverso. As linhas de transmissão em corrente contínua são utilizadas para transferir a potência da subestação retificadora para a subestação inversora, no formato de tensão e corrente contínua.

A Figura 21, a seguir, é um esquema representativo do modo de funcionamento de uma subestação conversora:

Figura 21 - Esquema de uma subestação conversora



Fonte: Sato (2013).

Nota: adaptação dos autores

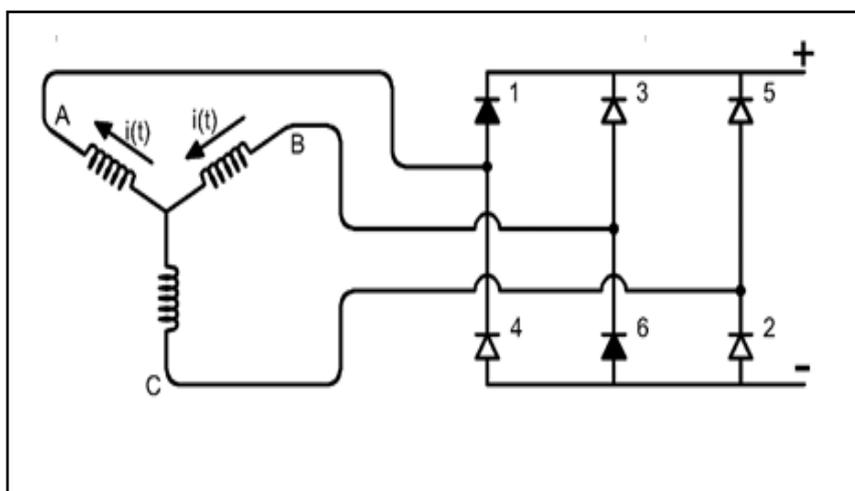
Segundo Sato (2013), na tecnologia de transmissão em corrente contínua, existem dois tipos de conversores. O primeiro é chamado de conversor por fonte de corrente (LCC), que é a mais usada e se constitui na primeira técnica elaborada para o Sistema de Alta Tensão em Corrente Contínua (HVDC). O segundo tipo é denominado conversor por fonte de tensão (VSC), que foi criado mais recentemente e possui o Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) como instrumento de conversão.

A tecnologia Line Commutated Conversione (LCC) utiliza tiristores como instrumento de conversão, possibilitando o alcance de altos níveis de capacidade de transmissão de potência, altas tensões e correntes. Como o próprio nome sugere, esse tipo de conversor depende da rede em que se conecta para efetuar a comutação, isso representando uma dificuldade por utilizar o instrumento de conversão em CC o SCR, ou, genericamente, o tiristor. Essas particularidades configuram um empecilho para a flexibilidade do sistema, tornando imprescindível a elaboração de uma estrutura externa extra que compense reativos, bem como para realizar a

filtragem de componentes harmônicas (ruídos), já que o SCR não possui comando *turnoff*<sup>9</sup> (IDEM).

A técnica básica utilizada na tecnologia LCC é a conversão em ponte trifásica, uma estrutura simples e fácil de ser implantada, conforme evidência a Figura 22, a seguir:

Figura 22 - Conversor em ponte trifásica



Fonte: Sato (2013).

Nota: adaptação dos autores.

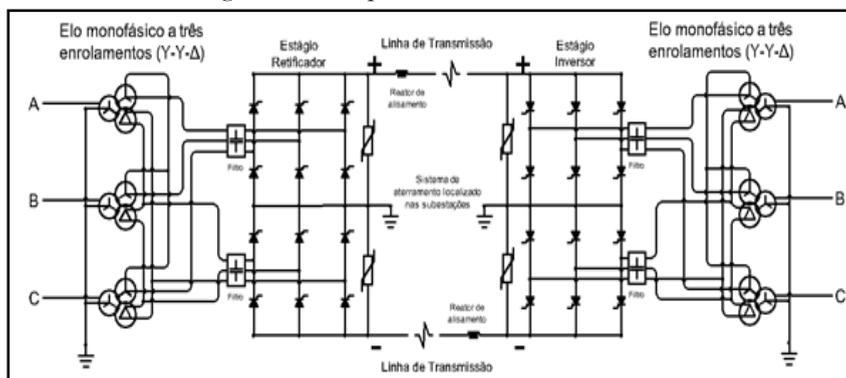
Na Figura 22, exibe-se o conversor a seis pulsos, mas as redes mais modernas operam utilizando a conversão a 12 pulsos, que, na realidade, se serve do mesmo princípio básico daquela primeira.

A Figura 23, a seguir apresenta um esquema de conversor LCC, dando destaque à proteção dos tiristores contra sobretensão:

---

<sup>9</sup> Os tiristores só se desligam quando a corrente elétrica atinge níveis muito baixos. O Gate TurnOff possibilita o desligamento pelo gate, através de um pulso negativo de alta corrente. O desligamento, normalmente é realizado utilizando a descarga de um capacitor.

Figura 23 - Esquema de um conversor LCC



Fonte: Sato (2013).

Nota: adaptação dos autores.

Apesar de existirem medidas de proteção integradas em cada tiristor, é primordial fornecer ao conversor total segurança contra sobretensões de origem externa. Essa proteção extra é feita inserindo-se um para-raios em paralelo com cada SCR do conversor (IDEM).

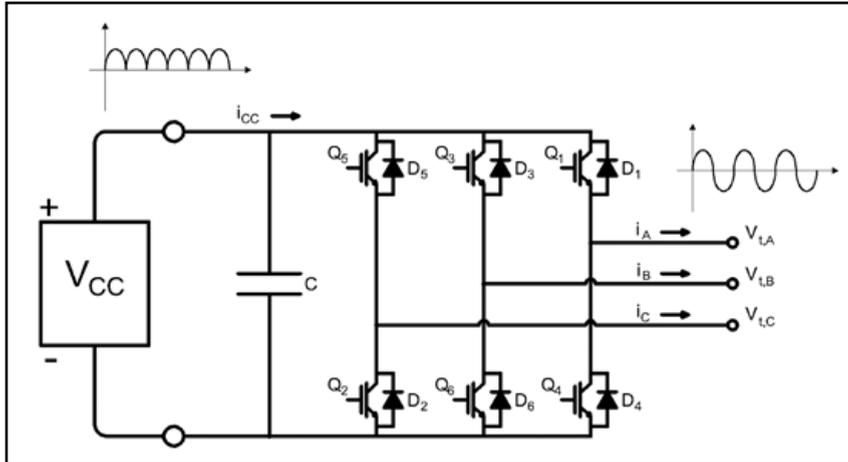
Em seu estudo comparativo entre transmissão de potência em corrente contínua e corrente alternada, Sato (2013) menciona a tecnologia por fonte de tensão, Voltage Sourced Converter (VSC), na qual os tiristores são substituídos por IGBT, permitindo o controle tanto do seu fechamento, quanto da sua abertura, independentemente da tensão da linha.

Nesse tipo de conversor, devido à utilização de capacitores, a tensão é mantida constante, isto é, as polaridades são fixas, por esse motivo sendo chamado de conversor por fonte de tensão. Uma vantagem dessa tecnologia comparativamente à LCC é a diminuição da necessidade de instalação de filtros harmônicos (ruídos), sendo indispensável apenas a utilização de filtros de altas frequências, implicando na redução do espaço utilizado.

O conversor VSC a dois níveis é a estrutura mais simples da técnica de conversor utilizando fonte de tensão. Os SCR's são substituídos por IGBT e são colocados diodos em paralelo com essas chaves para proteção.

A Figura 24 a seguir, ilustra um conversor VSC a dois níveis:

Figura 24 - Conversor VSC a dois níveis e forma de ondas da entrada e saída



Fonte: Almeida (2011).

Nota: adaptação dos autores.

Analisando as formas de onda na Figura 24, nota-se que a tensão alternada possui dois valores justificando a denominação Conversor a dois níveis. Para se obter uma tensão senoidal, como exemplificado na imagem, utiliza-se a modulação PWM, modulação por largura de pulso, que requer a instalação de filtros de pequena ordem a fim de eliminar harmônicos (ruídos).

Algumas das aplicações da tecnologia VSC consistem na interconexão de sistemas síncronos ou assíncronos, ou seja, na conexão direta entre geradores e transmissão em corrente contínua.

A transmissão CC apresenta algumas vantagens em relação à transmissão alternada, como elencado a seguir:

- simplificação na interligação de sistemas elétricos: pelo fato de possuir a polaridade bem definida, na transmissão CC a interconexão entre dois ou mais sistemas torna-se uma tarefa menos árdua;
- não contribuição para elevação da corrente de curto-circuito em sistemas conectados: a ausência do efeito pelicular torna-se importante, pois a utilização total da área de secção do condutor faz com que o controle de potência seja estável e veloz. Dessa forma, a transmissão em corrente contínua não adiciona potência de curto-circuito aos ramos interligados, não sendo necessário, portanto, alterar a potência de transformadores, reforçar barramentos ou modificar equipamentos de proteção (disjuntores, por exemplo) para que aumentem sua capacidade de interrupção; e
- perda de potência ativa menor que a de um sistema em CA: em sistemas de corrente contínua, não há, por exemplo, queda de tensão devido a indutâncias presentes na linha.

Entretanto, a transmissão em corrente contínua também apresenta desvantagens que devem ser consideradas antes de qualquer execução:

- custos mais elevados das subestações terminais: esse tipo de transmissão envolve a formulação de um sistema retificador/conversor, que proporciona gastos adicionais em relação aos da transmissão CA;
- produção de harmônicos no sistema: a retificação e a conversão da corrente e tensão elétrica envolve a abertura e o fechamento

de chaves (SCR, IGBT) que promovem deformações nas formas de onda das grandezas elétricas, ocasionando a formação de harmônicos. Acresce-se a isso o fato de o chaveamento criar ruídos elétricos no sistema; e

- controle e proteção mais aprimorados, somando-se a necessidade da instalação de compensadores reativos nas subestações terminais: o processo de retificar e depois converter a tensão e a corrente requer um circuito de controle adicional bastante sofisticado. Soma-se a isso a alta sensibilidade das chaves a eventos externos (sobretensões, por exemplo), necessitando de proteções extras (protetores de surtos).

Mesmo apresentando desafios, a transmissão CC e as subestações conversoras são aliadas no processo de integração eletroenergética na América do Sul, uma vez que propiciam a interligação entre sistemas elétricos de frequências diferentes, sem o que, não seria possível alcançar o desejo das iniciativas integracionistas, já que deixaria de lado alguns países, não atingindo assim, o subcontinente como um todo.

## Capítulo 5

### O Alicerce da Integração Eletroenergética: A Complementaridade

O termo “complementaridade” pode ser compreendido como a capacidade de servir de complemento. Dessa forma, a complementaridade energética está ligada à capacidade de uma ou mais fontes possuírem disponibilidades energéticas complementares no tempo e/ou no espaço. No primeiro caso, fontes energéticas se complementam numa região e, no segundo, os insumos energéticos apresentam períodos de integração em uma mesma região (DAMAZIO et al., 1997). Na América do Sul, os regimes hidráulicos são integrados no tempo e no espaço, caracterizando o que se denomina de complementaridade hidrológica na região.

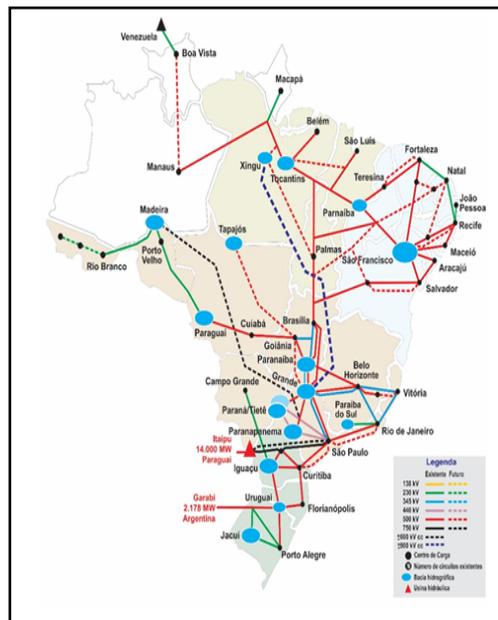
O subcontinente possui abundância em recursos hídricos. Porém, existem desigualdades regionais que se devem, principalmente, ao baixo rendimento de utilização, gerenciamento e contaminação da água e à degradação ambiental. Como visto anteriormente, o potencial hidroelétrico sul-americano é bastante elevado, do qual, porém, é aproveitado cerca de 25%, apenas (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2009).

É importante ressaltar que o não aproveitamento hidroelétrico de parte desse potencial decorre de questões ambientais e até territoriais, principalmente no que se refere a terras e reservas indígenas, legitimamente ocupadas pelos primeiros povos encontrados no espaço hoje denominado América. Dessa forma, as disponibilidades hídricas necessitam ser exploradas com a devida avaliação conjunta, e, para tanto, torna-se imprescindível o aumento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico voltados à exploração viável e racional da água, sem que percam de vista sua multiplicidade de usos, dentre os quais a produção de energia elétrica.

O termo “complementaridade hidrológica” implica a coincidência cronológica entre as estações secas de uma bacia hidrográfica e os períodos mais chuvosos de outra. A relevância desse fenômeno baseia-se na oportunidade de minimização das estiagens através do uso simultâneo dos recursos hídricos de bacias complementares.

A Figura 25 ilustra a interligação elétrica entre diferentes bacias hidrográficas, representando o intercâmbio eletroenergético com foco no sistema interligado brasileiro.

Figura 25 - Interligação eletroenergética de bacias

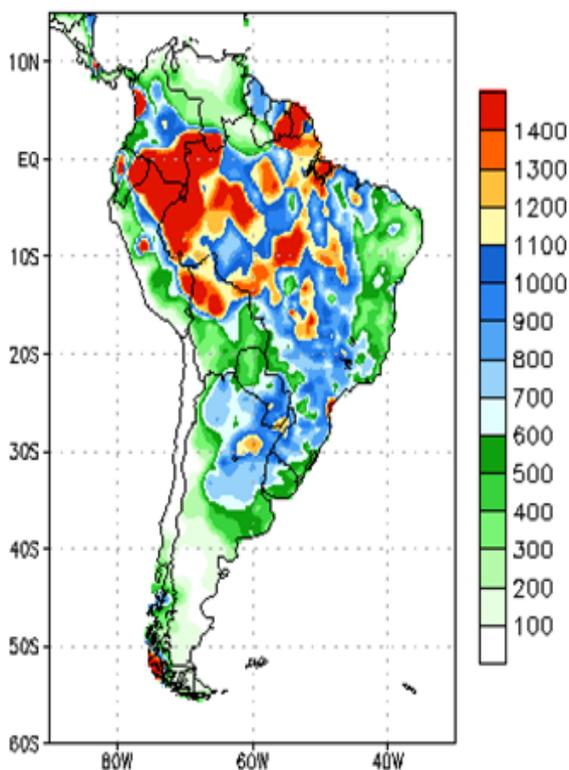


Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).  
Nota: adaptação dos autores.

Esse seria o caso do aproveitamento hidroelétrico na América do Sul, onde a complementaridade entre bacias favoreceria a integração eletroenergética. Para o entendimento de como isso se daria, caberia, primeiramente, discutir o regime pluviométrico na região, dividindo-se o subcontinente em regiões que apresentem similaridades nos índices de precipitação.

A Figura 26 a seguir, demonstra a média anual da precipitação no subcontinente:

Figura 26 - Precipitação média anual (mm) na América do Sul – 17/11/2014 a 15/11/2015



Fonte: Brasil Abaixo de Zero (2015).

Segundo Reboita et al., (2009, p.187-198), o plano da regionalização a ser efetuado baseia-se na similaridade do formato dos gráficos de precipitação mensal de várias estações meteorológicas, resultando nesta separação das regiões de interesse:

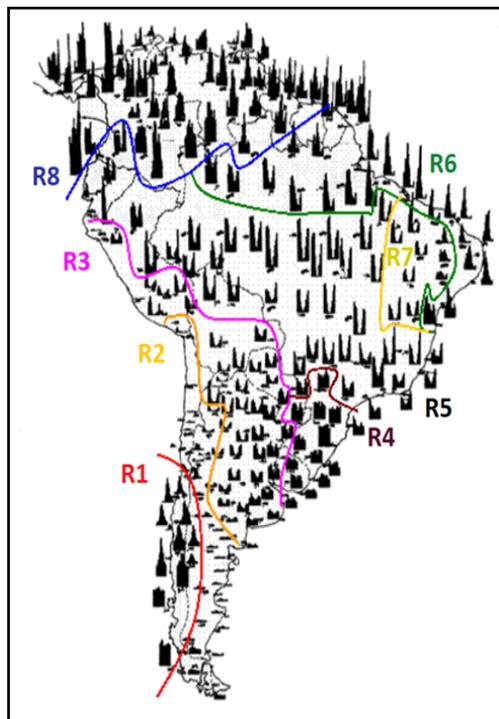
- **Região R1:** localizada no Sudoeste da América do Sul, é constituída pelo Centro-Sul do Chile e extremo Oeste do Centro-Sul da Argentina. Possui ciclo anual de precipitação máximo no inverno (julho) e mínimo no verão (janeiro), com exceção da parte mais ao sul, onde a precipitação é praticamente homogênea ao longo de todo o ano, ficando entre 1000 e 1700 mm.
- **Região R2:** formada pelo Norte do Chile e pelo Noroeste e Centro-Oeste argentino, possui um ciclo anual de precipitação constante, com índices pluviométricos abaixo dos 350 mm.
- **Região R3:** agrupa o Oeste do Peru, o Oeste e Sul da Bolívia, o Norte e Centro-Leste da Argentina e o Centro-Norte do Paraguai. Apresenta os maiores índices pluviométricos no verão e os menores no inverno. A precipitação anual gira em torno de 350-700 mm, menos no Centro-Leste da Argentina e Paraguai, cujos valores ficam entre 700 e 1400 mm.
- **Região R4:** constituída pelo Sul do Brasil, Sul do Paraguai e Uruguai, suas características pluviométricas são a precipitação bem-distribuída durante o ano e índices de chuvas bastante elevados, com valores que vão de 1050 a 1750 mm. Esses índices são ainda maiores, variando entre 1750 e 2100 mm/ano, na região Oeste do Sul do Brasil, fronteira com o Paraguai.

- **Região R5:** abrange do Noroeste ao Sudeste do Brasil, incluindo o Equador e o Peru. Apresenta índices pluviométricos máximos no verão e mínimos no inverno, isto é, um período muito chuvoso e outro seco. Embora o padrão de precipitação seja semelhante em toda a R5, os valores totais são diferentes, havendo, além disso, alguns sistemas que atuam numa área, mas não atuam em outra. Em virtude disso, a região é dividida em 3 setores:
- **Região Norte:** possui significativa heterogeneidade no regime pluviométrico, sendo os maiores índices encontrados em sua porção oeste.
- **Região Centro-Oeste:** apresenta um regime de precipitação com valores que ultrapassam os 1500 mm.
- **Região Sudeste:** região úmida no verão e seca no inverno, com totais pluviométricos por volta dos 1500 mm.
- **Região R6:** formada pelo Norte da região Norte do Brasil e pelo litoral nordestino, seus máximos pluviométricos aparecem no primeiro semestre do ano. Na primeira localidade, a precipitação ultrapassa 2000 mm, enquanto que, na segunda área, fica por volta de 1500 mm.
- **Região R7:** representa o sertão nordestino do Brasil, apresentando baixos índices pluviométricos anuais (250-500 mm). O intervalo de precipitação é caracterizado por apresentar máximos no verão/outono (abril) e mínimos no inverno.
- **Região R8:** constituída pelo Norte da América do Sul, apresenta precipitação alta ao longo de todo o ano, com valores anuais

superiores a 1500 mm. O regime das chuvas é formado por máximos de precipitação no inverno e uma redução no verão.

A Figura 27 a seguir, ilustra os ciclos de precipitação nas oito regiões citadas:

Figura 27 - Regionalização dos ciclos de precipitação na América do Sul



Fonte: Reboita (2009, p.187).

As diversas formas de relevo e a extensão territorial da América do Sul possibilitam a atuação de diferentes sistemas atmosféricos, contribuindo para a formação de oito regiões, tal como há pouco foi dito. Nessa regionalização, observa-se a inversão entre os ciclos pluviométricos da R1 (inverno chuvoso e verão seco) e da R5 (verão chuvoso e inverno seco),

por exemplo, contribuindo significativamente para a formação da complementaridade hidrológica pelas principais bacias hidrográficas da América do Sul.

Com o intuito de conhecer a complementaridade hidrológica na América do Sul, divide-se a região nestas bacias hidrográficas:

I. Rio Amazonas - Bolívia: representa o potencial hidroelétrico boliviano a ser aproveitado;

II. Rio Amazonas - Colômbia: constitui o potencial hidrelétrico colombiano e sua possível complementaridade com o sistema brasileiro;

III. Rio Amazonas - Peru: são os potenciais hidroelétricos do Peru;

IV. Rio Tapajós - configura o potencial da bacia amazônica constituído pelo rio Tapajós;

V. Rio Tocantins - Araguaia: expõe o potencial hidroelétrico do Centro-Oeste brasileiro;

VI. Rio São Francisco - retrata o potencial hidrelétrico do Nordeste brasileiro;

VII. Rio Paraná - Paraguai: corresponde aos potenciais hidroelétricos do Centro-Sul do Brasil, Paraguai e Noroeste da Argentina;

VIII. Rio Uruguai - forma o potencial hidrelétrico de parte da região Sul do Brasil, do litoral da Argentina e de uma parcela do Uruguai.

A Tabela 13, seguir, reúne dados descritivos para cada uma das bacias, como a estação, entidade responsável, nome do rio e a área de drenagem:

Tabela 13 - Bacias hidrográficas

Entidade responsável	Bacia	Estação	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Rio
Uruguai	Rio Uruguai	Paso Pereira	11 600	Rio Negro
IDEAM –Colômbia	Rio Amazonas	Bacuri	149 000	Rio Caquetá/Japurá
ANA – Brasil	Rio Amazonas	Fordlândia	467 856	Rio Tapajós
ANA – Brasil	Rio Tocantins	Xamboá	377 000	Rio Araguaia
ANA – Brasil	Rio São Francisco	Barra	425 000	Rio São Francisco
ANA – Brasil	Rio Tocantins/Araguaia	Ipueiras	167 000	Rio Tocantins
ANA – Brasil	Rio São Francisco	Remanso	483 000	Rio São Francisco
SENAMHI – Peru	Rio Amazonas	Bellavista	3 323	Rio Napo
ANA – Brasil	Rio Uruguai	Uruguaiana	190 000	Rio Uruguai
Paraguai	Rio Paraná	Concepción (ANNP)	686 000	Rio Paraguai
Bolívia	Rio Amazonas	Guayaramerin	609 000	Rio Mamoré
SENAMHI – Peru	Rio Amazonas	Puente Tocache	23 100	Rio Huallagua
Argentina	Rio Uruguai	Aporte Salto Grande	-	Rio Uruguai
Argentina	Rio Paraná	Posadas	935 000	Rio Paraná
Paraguai	Rio Paraná	Assunción	788 000	Rio Paraguai
ANA – Brasil	Rio Amazonas	Boa Vista	97 200	Rio Branco

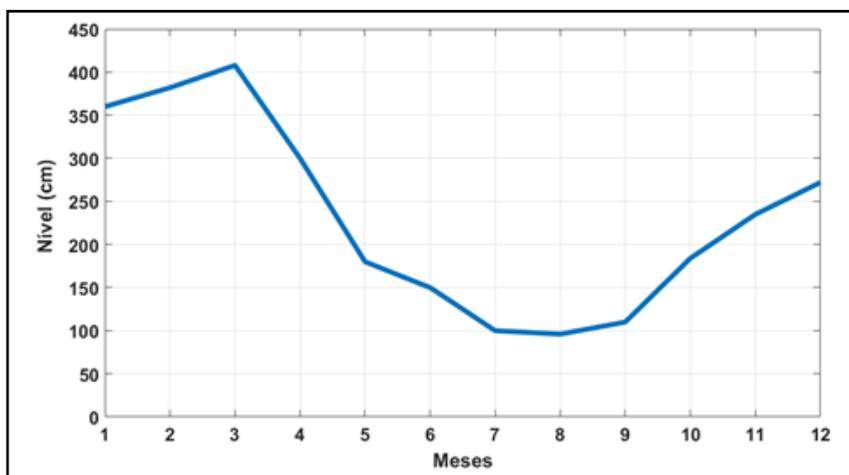
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

A complementaridade hidrológica entre dois rios é mais facilmente visualizada quando se comparam as curvas de vazões dos rios e se constata que uma curva é o inverso da outra. Para se obter hidrogramas de bacias hidrográficas, foram retirados dados fluviométricos do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), os quais se referem a estações já exibidas na Tabela 17 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016).

Nas figuras abaixo, a seguir, apresenta-se o ciclo anual de bacias ao norte da América do Sul:

Figura 28 - Nível fluviométrico (cm) da estação Puente Tocache

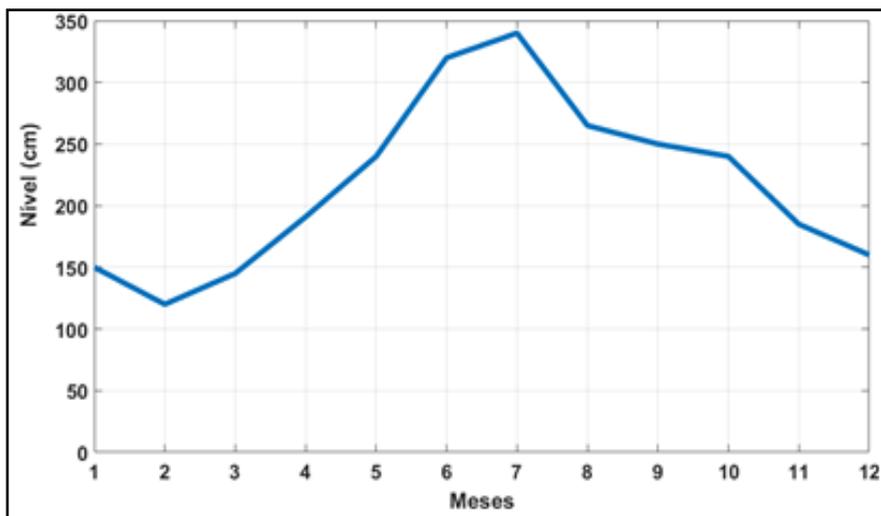


Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

A estação Puente Tocache tem como entidade responsável o Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI) do Peru e abrange a bacia do rio Amazonas. Como se pode visualizar, o rio Huallagua apresenta, nos meses de junho, julho, agosto e setembro, menor nível fluviométrico.

Na Figura 29, a seguir, tem-se os dados fluviométricos (cm) da estação Bacuri:

Figura 29 - Nível fluviométrico (cm) da estação Bacuri



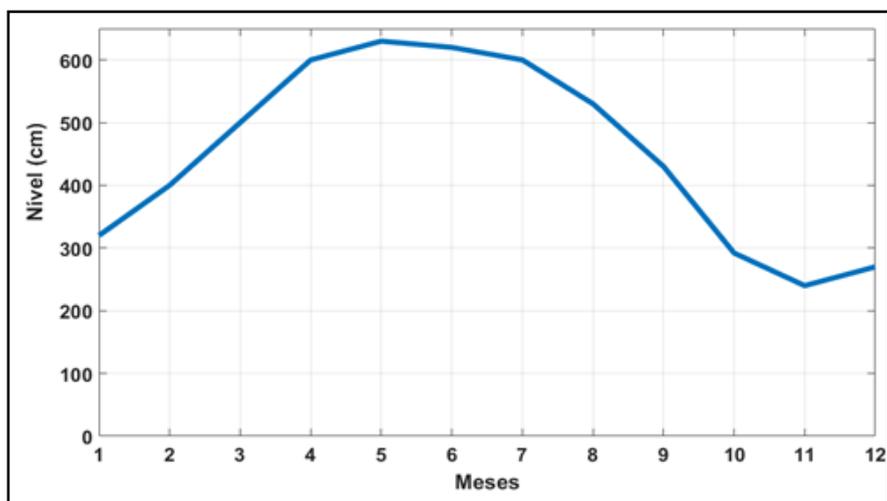
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

A estação Bacuri, representada pelo rio Caquetá/Japurá, tem o Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais (IDEAM) como entidade responsável e, embora esteja localizada na mesma bacia que a estação Puente Tocache, apresenta os maiores índices fluviométricos nos meses de maio, junho, julho e agosto.

Na Figura 30, seguir, retrata-se o perfil fluviométrico da estação Fordlândia:

Figura 30 - Nível fluviométrico (cm) da estação Fordlândia



Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

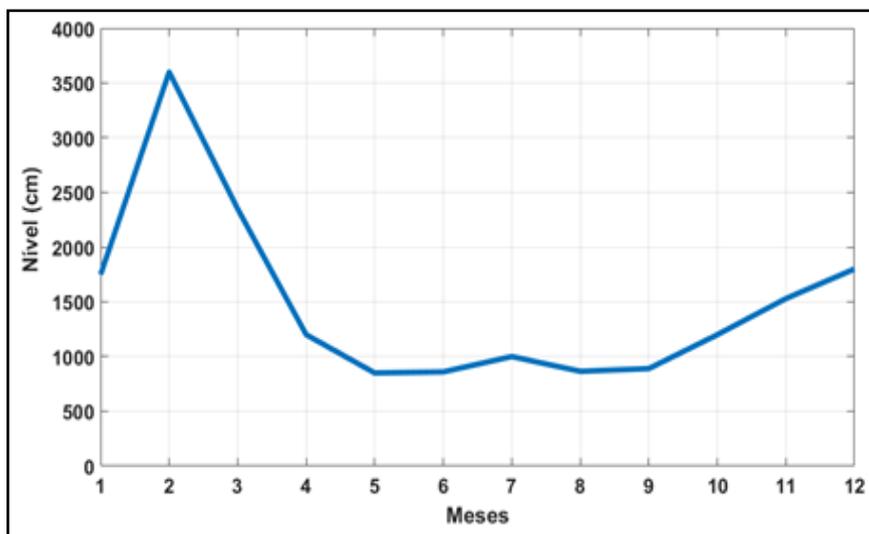
Nota: adaptação dos autores.

A estação Fordlândia é coordenada pela Agência Nacional de Águas Agência Nacional de Águas (ANA) e é representada pelo rio Tapajós, no qual a primavera mais seca que as outras estações do ano.

Para se conhecer a complementaridade hidrológica das regiões Centro-Oeste e Nordeste brasileiro com demais regiões da América do Sul, vale apresentar aqui os dados fluviométricos da bacia do rio Tocantins/Araguaia e do rio São Francisco, que constituem parcela do potencial hidrelétrico do subcontinente sul-americano e do Brasil.

Na Figura 31 a seguir, exibem-se os dados fluviométricos da estação Ipueiras.

Figura 31 - Dados fluviométricos ( $m^3/s$ ) da estação Ipueiras



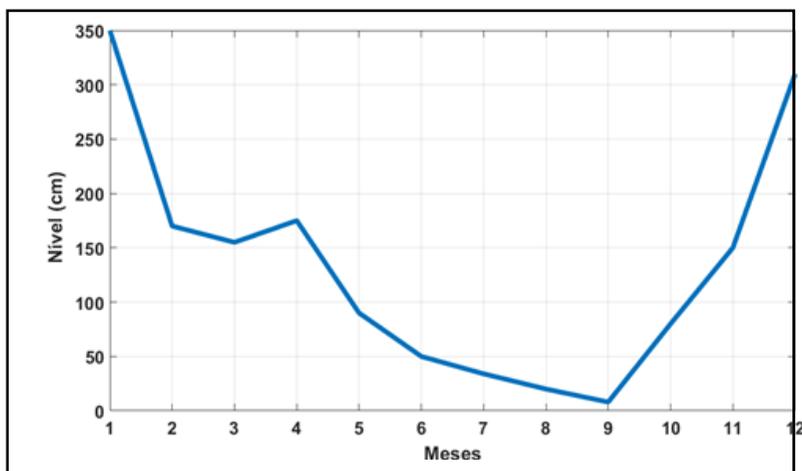
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

Essa estação tem a ANA como entidade responsável e localiza-se na bacia do rio Tocantins/Araguaia, no qual o outono e o inverno são mais secos que a primavera e o verão.

Na Figura 32 a seguir, apresentam-se dados fluviométricos da bacia do rio São Francisco, que desempenha importante papel no que se refere ao potencial hidrelétrico da região Nordeste:

Figura 32 - Dados fluviométricos (cm) da estação Barra



Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

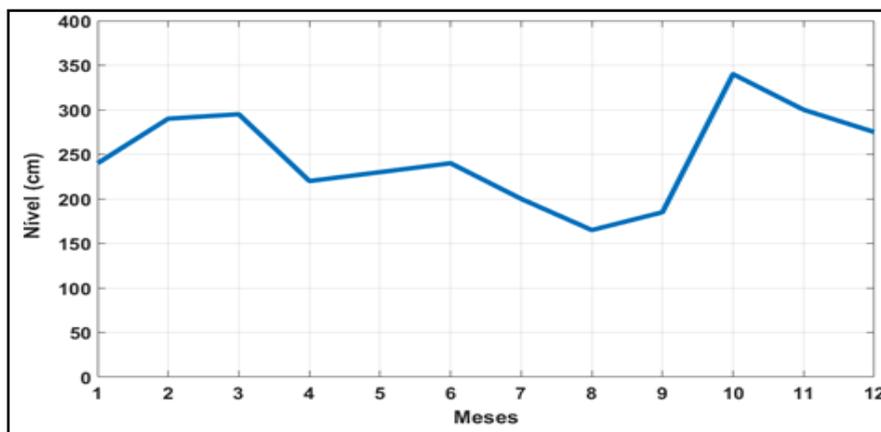
Nota: adaptação dos autores.

A estação Barra encontra-se na bacia do rio São Francisco, sendo a ANA sua entidade responsável. Os dados dessa estação dizem respeito ao rio São Francisco, que possui os maiores índices fluviométricos no verão.

Conforme verificado anteriormente, na regionalização dos ciclos de precipitação, a região Norte é complementar à região Sul da América do Sul, isto é, ambas possuem ciclos pluviométricos alternados entre si. Com o intuito de verificar a essa complementaridade, serão expostos dados de vazão de rios pertencentes às bacias do rio Paraná e do rio Negro:

A Figura 33 retrata os dados fluviométricos da estação Posadas.

Figura 33 - Dados fluviométricos (cm) da estação Posadas



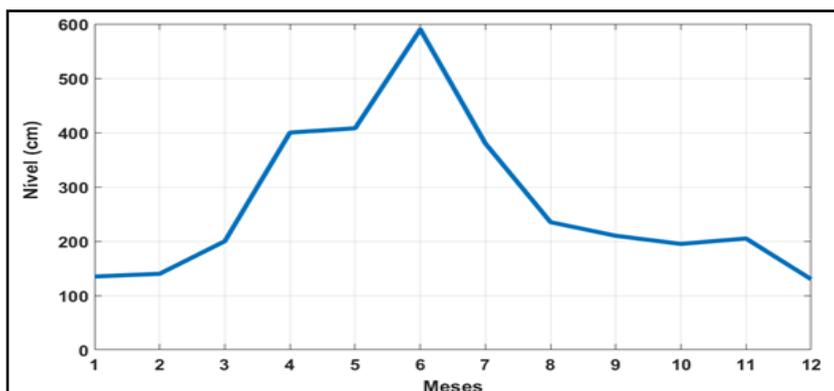
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

A Estação Posadas tem como entidade responsável a Argentina e localiza-se na bacia do rio Paraná, que, conforme pode ser visto na Figura 29, concentra as maiores cotas fluviométricas na primavera e no verão.

Na Figura 34 a seguir, informam-se os níveis fluviométricos do rio Paraguai, no Paraguai:

Figura 34 - Dados fluviométricos (cm) da estação Concepción



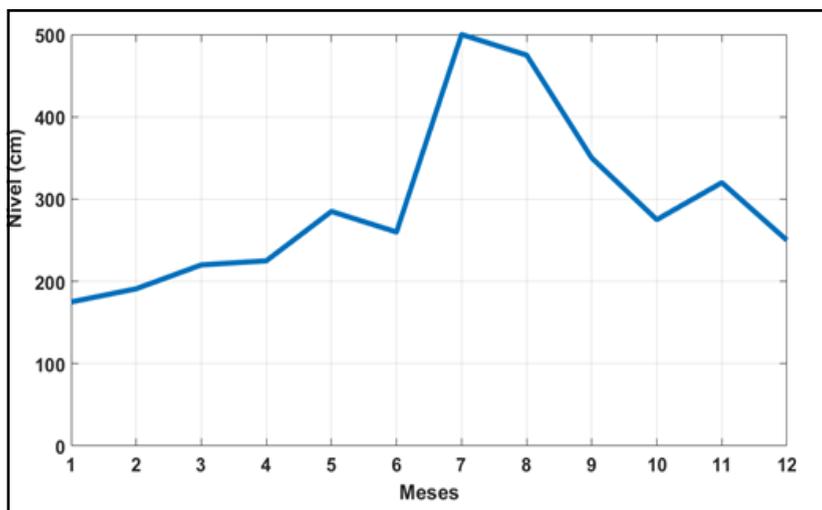
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

A estação Concepcion tem como entidade responsável o Paraguai e está localizada no rio Paraguai, que pertence à bacia do rio Paraná e, segundo ilustra a Figura 34 apresenta o segundo semestre mais seco e cotas mais elevadas no outono.

Por fim, na Figura 35 a seguir, apresentam-se as características da cota do rio Negro na estação Paso Pereira:

Figura 35 - Dados fluviométricos (cm) da estação Paso Pereira



Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

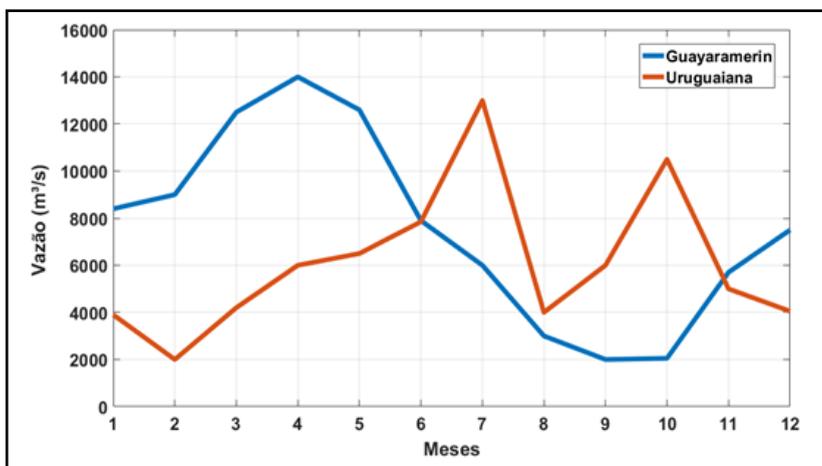
O Rio Negro pertence à bacia do rio Uruguai e tem como entidade responsável o Uruguai. Ali, o primeiro semestre é mais seco, e segundo possui cotas fluviométricas mais elevadas.

É importante ressaltar que uma abordagem abrangente do tema da complementaridade hidrológica, com foco na complementaridade entre os rios, exige o conhecimento do que acontece nas bacias mês a mês, sendo, pois, limitante o conhecimento dos níveis fluviométricos isoladamente. Ou seja, há que se observar quais são os meses de seca e de cheia de uma

bacia e comparar seus dados com os de outras bacias, verificando-se se ocorre entre elas inversão (complementaridade) dos ciclos fluviométricos. Por exemplo, a estação Paso Pereira apresenta complementaridade com as estações Ipueiras e Barra, no segundo semestre do ano, e também com a estação Fordlândia, durante o ano. A isso se soma a complementaridade da estação Bacuri com as estações Ipueiras e Barra, nos meses de maio, junho, julho e agosto.

Para uma melhor visualização da complementaridade existente entre bacias da América do Sul, foram elaboradas curvas de vazão dos rios com base nos dados fluviométricos extraídos do Hidroweb da Agência Nacional de Águas, no ano de 2016. Portanto, na Figura 36, a seguir, estações Guayaramerin e Uruguaiana. A estação Guayaramerin tem como entidade responsável a Bolívia e pertence ao rio Mamoré, localizado na bacia do rio Amazonas; a estação Uruguaiana tem a ANA como entidade responsável e retrata parte da vazão do rio Uruguai, que faz parte da bacia do rio Uruguai.

Figura 36 - Curvas de vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) nas estações Guayaramerin e Uruguaiana



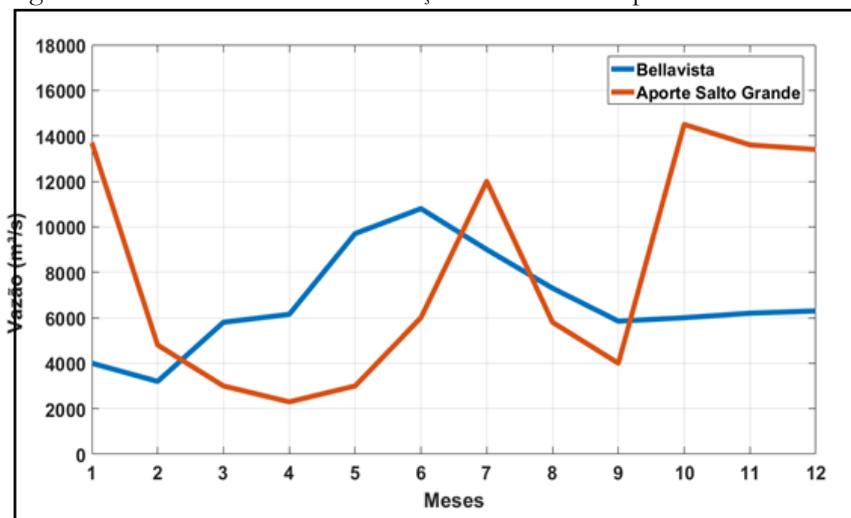
Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

Visualizando as curvas de vazão dos rios sobrepostas, tornam mais perceptível a “complementaridade hidrológica” entre bacias. Por este motivo, foram construídas curvas de vazões dos rios Uruguai e Napo, através de informações do Hidroweb da ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016). Anteriormente, foram expostas características fluviométricas de cotas do rio Negro, que faz parte da bacia do rio Uruguai, e do rio Huallagua, pertencente à bacia do rio Amazonas com base em dados das estações de Paso Pereira e Puente Tocache, respectivamente. Tendo como referência as estações Paso Pereira e Puente Tocache, pôde-se notar certa complementaridade entre os rios Negro e Huallagua.

Na Figura 37, a seguir, observa-se a curva de vazão do rio Napo, um dos componentes da bacia do rio Amazonas, na estação Bellavista, que possui o Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru como entidade responsável. Também se visualiza a curva do rio Uruguai, que pertence à bacia do rio Uruguai, na estação Aporte Salto Grande, cujo país responsável é a Argentina:

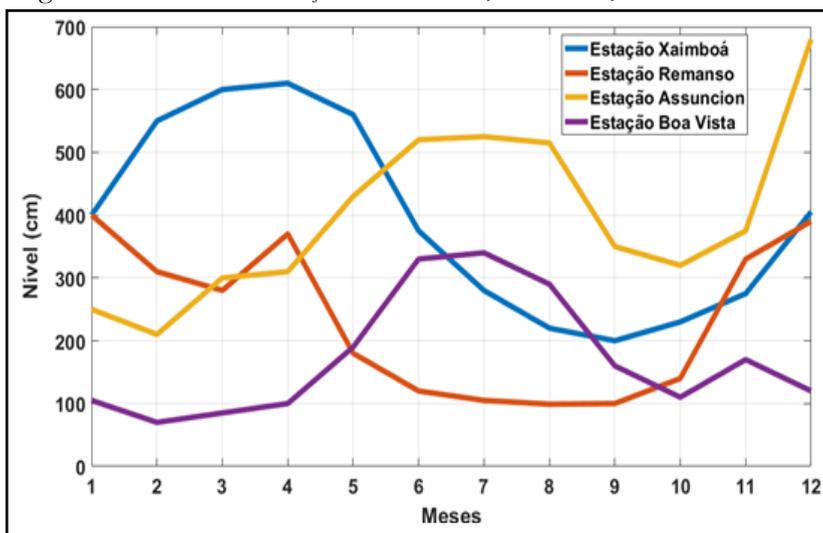
Figura 37 - Curvas de vazão nas estações Bellavista e Aporte Salto Grande



Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nas estações Bellavista e Aporte Salto Grande, constata-se a complementaridade entre os rios Napo e Uruguai, principalmente no primeiro semestre do ano, nas estações de verão e outono. Para verificar o comportamento das bacias dos rios Tocantins/Araguaia, São Francisco, Amazonas e Paraná, foram levantadas, a partir dados do Hidroweb, curvas de cota dos rios Araguaia (bacia do rio Tocantins/Araguaia – Estação Xaimboá), São Francisco (bacia do rio São Francisco – Estação Remanso), Branco (bacia do rio Amazonas – Estação Boa Vista) e Paraguai (bacia do rio Paraná – Estação Assuncion), conforme Figura 38 a seguir. O Paraguai é a entidade responsável pela estação Assuncion, enquanto as estações Xaimboá, Remanso e Boa Vista tem a Agência Nacional de Águas como órgão responsável.

Figura 38 - Cotas das estações Assuncion, Boa Vista, Remanso e Xaimboá



Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

Nota: adaptação dos autores.

Com a Figura 38 entende-se que as estações Xaimboá e Remanso possuem ciclos fluviométricos similares e complementares com as estações Boa Vista e Assuncion, favorecendo possível conexão entre as regiões Centro-Oeste e Nordeste brasileiras com as regiões Norte e Sul da América do Sul.

As curvas complementares revelam que a complementaridade hidrológica é uma característica do subcontinente que possibilita o melhor aproveitamento hidroelétrico da região. Com a finalidade de obter uma segurança mais eficaz no intercâmbio da energia elétrica, é imprescindível uma análise detalhada das bacias interligadas. Falando de outro modo, a garantia da segurança energética requer que os potenciais hidroelétricos das bacias sejam bem avaliados antes de ocorrer a integração propriamente dita.

## **Capítulo 6**

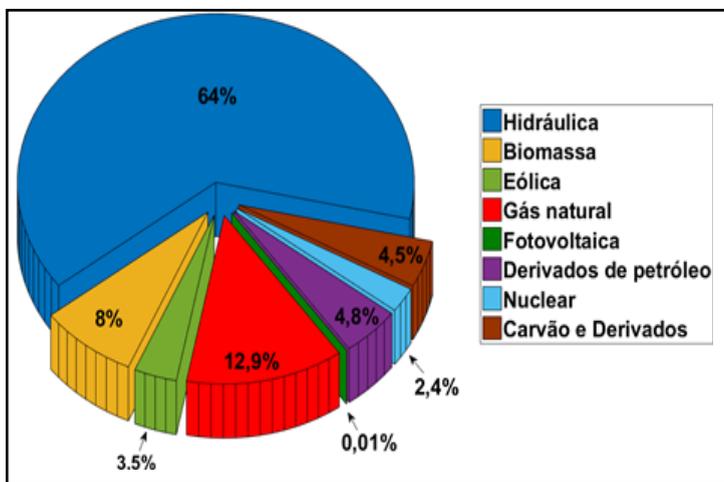
### **Brasil: o Principal Catalisador do Processo Integracionista**

A complementaridade hidráulica representa o principal alicerce da integração eletroenergética na América do Sul. Nesse contexto, o Brasil, que faz fronteira com dez dos doze países do subcontinente, excetuando-se Chile e Equador, desponta como o principal promotor do processo integracionista, pois estabelece um regime hídrico complementar tanto com outros países quanto com seu próprio território.

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, na qual a geração hidráulica prevalece, representando 65,2% da oferta interna de energia elétrica. As fontes renováveis respondem por 74,6% dessa oferta, que é o somatório da produção nacional juntamente com as importações, normalmente renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

Na Figura 39, evidencia-se o cenário brasileiro no contexto da oferta interna de energia elétrica:

Figura 39 - Oferta interna de energia elétrica por fonte



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

Nota: adaptação dos autores.

Na Tabela 14, a seguir expõe-se o cenário da hidroeletricidade no Brasil, retratando a evolução na produção e no consumo da energia hidráulica no sistema elétrico do país:

Tabela 14 - Energia hidráulica no Brasil - GWh

Fluxo (GWh)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Produção	33 457	348 805	347 015	369 556	390 988	403 290	428 333	415 342	390 992	373 439
Consumo Total	337 457	348 805	347 015	369 556	390 988	403 290	428 333	415 342	390 992	373 439
Transformação	337 457	348 805	347 015	369 556	390 988	403 290	428 333	415 342	390 992	373 439
Geração Pública	325 052	335 761	359 256	354 285	371 670	382 599	405 621	394 879	368 939	351 351
Autoprodutores	12 404	13 044	14 759	15 271	19 318	20 690	22 712	20 463	22 053	22 088

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

O planejamento energético brasileiro baseia-se no princípio do fornecimento de energia com menor custo, e, pelo fato de a geração hidrelétrica possuir o sistema operacional mais barato, o investimento nesse tipo

de geração prevalece sobre as aplicações em termoeletricas, energia eólica ou solar (FRAGA, 2014).

Segundo Castro e Klagsburn (2011 apud FRAGA, 2014), a experiência do Brasil em projetos consolidados, como Itaipu, torna o país agente catalisador da integração energética na América do Sul. Nesse sentido, a dimensão econômica, a capacidade financeira de investimento, o crédito através de bancos públicos e a elevação da demanda energética são fatores que tornam o país apto a estimular o projeto integracionista.

Na Tabela 15, a seguir, visualiza-se o quadro da eletricidade nacional:

Fluxo (GWh)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Produção	403 036	419 383	415 149	463 120	466 158	515 799	531 753	552 498	570 838	590 479
Geradoras públicas	363 248	377 644	398 011	412 012	409 150	442 803	454 726	474 470	484 673	496 510
Autoprodutores	39 782	41 739	47 138	51 107	57 008	72 995	77 033	78 028	86 162	93 968
Importação	39 202	41 447	40 866	42 901	40 746	35 906	38 430	40 722	40 334	33 778
Exportação	-60	-283	-2 304	-689	-1 080	-1 257	-2 544	-467	0	-3
Perdas e variações	-66 880	-70 597	-71 850	-77 082	-79 795	-85 748	-86 676	-94 367	-94 995	-93 174
Consumo total	375 193	389 950	414 131	428 250	426 029	464 699	480 968	498 836	516 174	531 080
Setor Energético	13 534	14 572	17 270	18 395	18 149	26 837	24 220	26 350	29 791	31 157
Residencial	83 193	85 810	90 881	95 585	100 638	107 215	111 971	117 646	124 896	132 049
Comercial	53 492	55 222	58 535	62 495	65 981	69 718	74 056	79 797	84 397	90 619
Público	32 731	33 049	33 718	34 553	35 245	36 979	38 171	39 818	41 332	42 648
Agropecuário	15 685	16 417	17 536	18 397	17 684	18 938	21 460	23 268	23 786	26 735
Transporte	1 188	1 462	1 575	1 607	1 591	1 662	1 700	1 885	1 884	1 941
Industrial	175 370	183 418	192 616	197 2018	186 740	203 350	209 390	209 622	210 159	205 932

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

O aumento no consumo de energia elétrica via crescimento econômico, propicia o investimento em novos empreendimentos de geração. No entanto, grande parte das bacias do Paraná, Uruguai e São Francisco, que estão situadas mais próximas do centro consumidor, já foram utilizadas em projetos hidrelétricos, favorecendo o surgimento de novas iniciativas na região Amazônica, que apresenta, atualmente, o maior potencial hidroelétrico do Brasil.

De acordo com Fraga (2014), o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) de 2013 traz citações que qualificam o processo de integração energética para o Brasil, cujo governo, segundo o consta do documento, está efetuando acordos internacionais com países sul-americanos e destaca vantagens da integração, como o aproveitamento da complementaridade hidrológica presente na região.

Em relação à expansão da geração interna de eletricidade, o PDE 2022 cita:

A interligação elétrica entre subsistemas de diferentes características sazonais, e com predominância de fonte hídrica, possibilita maior flexibilidade nos intercâmbios de energia, o que permite um melhor aproveitamento das especificidades de cada região, a partir da operação integrada. Esta operação proporciona ganhos sinérgicos e aumenta a confiabilidade de suprimento, além de reduzir o custo total de operação do sistema. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013, p.70).

A complementaridade de recursos no subcontinente e a disponibilidade de energia excedente são as principais justificativas do processo integracionista, no que são evidentes as vantagens econômicas. Dito de outro modo, há crescimento da demanda de energia no país e existem países

que não dispõem de demanda suficiente para realizar grandes empreendimentos, podendo, nesse caso, vender a energia excedente para o Brasil, tal como acontece em Itaipu.

O Ministério de Minas e Energia aponta que o Brasil realiza interligações elétricas com a Argentina, o Uruguai e a Venezuela, além da UHE Itaipu, que contempla o Brasil e o Paraguai. A expectativa de ampliação desses projetos integracionistas e a criação de outros são objetos de análise pelo fato de implicar acordos internacionais com os vizinhos sul-americanos destinados ao estabelecimento da integração energética regional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015, p.151).

**Argentina:** são duas as interligações, que, em virtude da diferença de frequência, são realizadas por meio de subestações conversoras do tipo Back-To-Back. A primeira delas se localiza em Uruguaiana e tem a potência de 50 MW, sendo a conexão efetuada através de uma linha de transmissão de 132 kV entre a subestação de Paso de Los Libres, na Argentina, e a de Uruguaiana, no Brasil. A segunda conversora é a de Garabi, com 2200 MW de potência, sendo conectada por meio de uma linha de transmissão de 500 kV, instalada entre Garabi e Rincón, na Argentina, e as subestações de Santo Ângelo e Itá, no Brasil.

**Uruguai:** aqui, a interligação, que se dá entre a subestação de Santana do Livramento, em solo brasileiro, com a subestação de Rivera, no Uruguai, também é realizada através de uma conversora Back-To-Back, utilizando-se uma linha de transmissão de 230/150 kV, com potência de 70 MW. Em 2007, surgiu uma nova possibilidade de se interligar o Brasil com o Uruguai, envolvendo a subestação de San Carlos (Uruguai) e uma futura conversora na região de Candiota, no Rio Grande do Sul, Brasil. No Uruguai, uma linha de transmissão de 500 kV será instalada entre San Carlos e

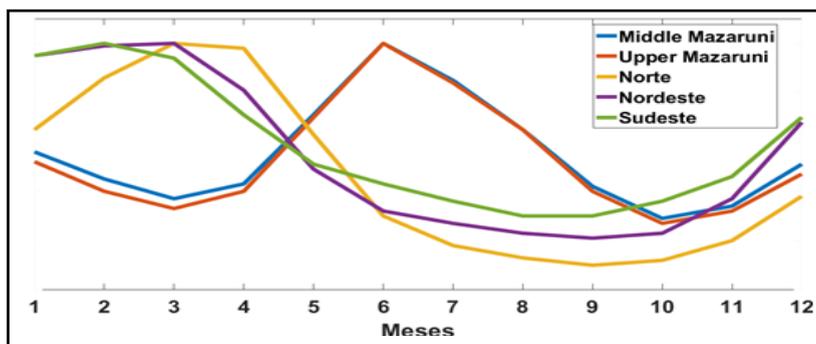
a subestação Back-To-Back de 500 MW localizada em Melo, de onde sairá uma linha de transmissão em 500 kV até a subestação de Candiota. As obras deste empreendimento encontram-se em fase final (IDEM).

**Venezuela:** A interligação Brasil – Venezuela, conectando Boa Vista, em Roraima, à subestação de Macaguá, na Venezuela, é efetuada por meio de um sistema de transmissão de 230/400 kV com potência de 200 MW.

Além desses empreendimentos, o Brasil pretende interligar-se também com o Peru, através da hidrelétrica de Inambari, situada em território peruano e com potência prevista de 2000 MW. Há, ainda, o projeto da hidrelétrica binacional de Guajará – Mirim, entre o Brasil e a Bolívia, no rio Madeira, sem potência prevista. Em parceria com a Guiana, o Brasil prevê construir duas usinas hidrelétricas, a UpperMazaruni, com potência prevista de 1500 MW, e a UHE MiddleMazaruni, com potência prevista de 3000 MW, ambas somando 4500 MW (FRAGA, 2014).

Acerca deste último aspecto, na Figura 40, a seguir, apresenta-se a sazonalidade entre Upper e MiddleMazaruni e as regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil:

Figura 40- Sazonalidade Brasil-Guiana



Fonte: Ventura Filho (2013).

Nota: adaptação dos autores.

Nos referidos locais, de modo geral, os sistemas de fornecimento de energia elétrica são isolados entre si e apresentam dificuldades no suprimento de eletricidade a preços acessíveis, pela baixa densidade de carga elétrica instalada na região. Trata-se de um empreendimento relevante no que se refere ao estreitamento de laços comerciais e cooperação energética, apoiado pelo discurso de garantir a melhoria da qualidade de vida dos moradores do Arco Norte.<sup>10</sup>

Logo, o projeto visa contribuir para a integração sustentável da região e para o seu maior crescimento econômico e bem-estar social, possibilitando o aumento da segurança energética e confiabilidade do fornecimento de eletricidade. No caso da Guiana, a demanda do empreendimento supera a demanda do país, que se situa na casa dos 2500 MW, tornando o Brasil o provável comprador da energia excedente (IDEM).

Todos esses projetos, no entanto, são envolvidos por polêmicas. Garabi e Inambari, por exemplo, sofrem resistência da população local, receosa dos impactos sociais e ambientais que essas ações podem desencadear.

O Brasil, como já foi dito, devido ao seu tamanho e peso econômico, pode atuar como agente catalisador do processo integracionista e promover, através da construção das usinas hidrelétricas, o desenvolvimento da América do Sul, estando a integração energética inserida no âmbito da política externa do país. Nesse contexto, Cervo e Bueno (2011 apud FRA-GA, 2014) advertem que a política externa brasileira usa tal processo para estabelecer sua posição de destaque no subcontinente, com isso progredindo nas alianças com outras regiões do mundo.

---

10 Arco Norte é o nome dado à faixa de fronteira que apresenta limites com sete países da América do Sul, a saber: Guiana Francesa, Suriname, República da Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e uma parte da Bolívia.

Desse modo, são dois os objetivos do Brasil projetar-se no cenário mundial e, em virtude da liderança regional, promover o desenvolvimento de todos os países membros.

Essa incerteza favorece o entendimento de que a integração energética, embora seja baseada em discursos de desenvolvimento conjunto e sustentável, está intimamente relacionada com os interesses individuais dos países, cada qual buscando alcançar segurança energética e desenvolvimento econômico.

## Capítulo 7

### Integração Eletroenergética: Teorias, Benefícios e Desafios

A América do Sul é uma região rica em recursos energéticos, mas estes estão disponíveis de maneira desigual entre os países membros, tornando a questão energética um assunto de extrema importância nas áreas das Relações Internacionais e dos Estudos Estratégicos Internacionais. Dessa forma, a integração possibilita uma inserção a nível internacional e viabiliza a segurança energética, que, além de tornar viável o desenvolvimento, proporciona o aumento da competitividade econômica, favorecendo a adoção de uma visão mais cooperativa e integracionista na região.

A riqueza do subcontinente em insumos energéticos desperta, simultaneamente, o interesse e a preocupação das grandes potências mundiais, pelo fato de, respectivamente, representar uma variável estratégica importante e de a política energética comum desencadear o crescimento conjunto dos países da região, implicando o aumento da demanda energética, e alterações no preço dos recursos energéticos (ALMEIDA, 2013).

A América do Sul é uma região afetada pelo distanciamento histórico entre os países, o que, ao longo do tempo, favoreceu o aparecimento de considerações preconceituosas de uns com relação a outros. Então, a fim de combater esses preconceitos, os estados membros tiveram que se esforçar para reconhecer a existência entre eles de interesses comuns e convergentes.

Nesse processo, as relações entre os países foram se intensificando, disso resultando a criação da UNASUL, o que os levou a perceber que o melhor jeito de se reduzir a vulnerabilidade externa na área econômica era diversificar os mercados e que a colaboração regional deveria ser ampliada para outras áreas.

## **7.1 Abordagens Teóricas**

Nas relações internacionais, a questão energética vem sendo levantada por diferentes abordagens teóricas, cada qual com seu foco de análise da complementaridade hidráulica e do padrão estratégico que os recursos energéticos implicam na agenda política e econômica dos países da região da América do Sul. Dentre essa diversidade, destacam-se nesta obra as abordagens realista e construtivista.

### **7.1.1 Abordagem realista**

Pela teoria realista, os recursos energéticos ocupam posição de destaque na agenda política dos países, pois são considerados de extrema relevância para a obtenção de poder e tornam a região que os possui um espaço de permanentes disputas. É nesse âmbito que a América do Sul se inscreve haja vista sua abundância em insumos energéticos, que, embora não tenha promovido o fracionamento da região, provoca competições entre grandes empresas (ALMEIDA, 2013).

Nesse contexto, em que os países almejam o poder e, por esse motivo, agem em defesa de suas empresas e interesses próprios, se instala uma rivalidade que provoca o enfraquecimento do processo integracionista, cujo objetivo é a criação de uma área baseada na cooperação energética. Nesses percursos divergentes, os países podem adotar medidas ofensivas, como procurar estabelecer fontes e meios de suprimento, ou defensivas, como controlar e proteger as próprias fontes.

Do ponto de vista econômico, possuir insumos energéticos significa ter poder financeiro e segurança de mercado em relação ao valor dos preços. Em outras palavras, o realismo destaca a capacidade de consumo

e as questões que envolvem o pagamento dos compradores e a confiança dos fornecedores.

Cardozo (2007 apud ALMEIDA, 2013) pondera que, quando a perspectiva realista predomina nos debates sobre energia, o aspecto institucional é observado como um meio de disputa pelo domínio estratégico, econômico e político dos insumos energéticos para benefício do país. Sendo assim, a integração não tornaria possível a elaboração de identidade ou normas comuns, mas poderia promover comunicação, trocas comerciais e até reconhecimento diplomático entre os países.

Registra-se também, no que se refere aos projetos integracionistas há o profundo ceticismo em relação aos verdadeiros objetivos desses projetos, pois a submissão de nações a um Estado Supranacional está afetando os países envolvidos nos âmbito econômico e, principalmente, cultural onde determinada entidade Supranacional promove a degradação de determinados valores, tradições que são os pilares da sociedade ocidental com objetivo de instaurar uma política globalista, utilizando para tal fim um discurso “multiculturalista”.

### **7.1.2 Abordagem construtivista**

Na perspectiva construtivista, os interesses são elaborados durante o processo de integração, e, dessa forma, a política praticada pelo estado pode ser criticada ou, pelo menos, exposta a interpretações e a uma possível reconstrução por meio de práticas sociais participativas (ALMEIDA, 2013). A teoria se fundamenta no princípio da cooperação, em como as expectativas criadas pelo comportamento dos estados afetam seus interesses, de sorte que os insumos energéticos possibilitam realizar associações benéficas com vistas à obtenção de suprimento e preços estáveis, mer-

cados seguros e redução dos riscos ambientais e sociais na exploração e transporte dos recursos vindos do setor energético.

Relativamente à política, os projetos de cooperação são considerados responsáveis dos governos nacionais, e, então, os estados, quando da elaboração de estratégias nacionais, devem buscar melhores possibilidades de equilíbrio energético, sendo imprescindível o desenvolvimento de uma visão complementar sobre os insumos energéticos, a qual priorize a integração.

Para obter financiamento e investimentos, o processo integracionista sugere não apenas a convergência de vantagens entre os estados, mas também a solução de potenciais conflitos de interesses. Os projetos de integração física são caros, necessitam de altos investimentos e, devido a isso, requerem garantias de que a integridade física dos empreendimentos será respeitada.

Na abordagem construtivista, o aspecto institucional exerce função importante no processo de criação social de oportunidades, permitindo a melhoria das condições de vida, bem como a administração e resolução dos conflitos, além do incentivo à instauração de uma identidade mútua entre os países da região (IDEM).

Conforme Cordeiro (2008 apud ALMEIDA, 2013), a integração sul-americana baseia-se em três alicerces: o político, estimulando o diálogo entre os estados; o econômico, através da intensificação do comércio; e o físico, no qual se encontra o maior obstáculo. A esse respeito, sabe-se que a união entre países ocasiona, na economia, a diversificação e ampliação dos mercados e, na política, a convergência de interesses. Com a construção social de oportunidades favorecendo a melhoria das condições da vida humana, os estados sul-americanos promovem a integração energética como

alternativa de solucionar as profundas assimetrias presentes na América do Sul.

Diante do exposto, verifica-se que, enquanto a abordagem realista configura a questão energética como sendo de fundamental relevância para a segurança do país, construtivista ressalta essa importância para a garantia da segurança da sociedade. Dessa forma, ambas as teorias possuem diferentes consequências: na ótica realista, a combinação de controle e concorrência é predominante, e a busca e defesa dos insumos energéticos, a fim de promover a segurança nacional, possibilitam a criação de conflitos de interesses; já na perspectiva construtivista, há o domínio da conciliação e da cooperação no aproveitamento dos recursos energéticos em prol da segurança regional.

Nesse sentido, a integração eletroenergética está mais relacionada com a teoria construtivista, pois o que se pretende com esse projeto é incompatível com qualquer programa estatal de autonomia energética que beneficie apenas o estado em questão, porque programas unilaterais não promovem a integração sul-americana.

Para a teoria construtivista, a segurança energética e o desenvolvimento econômico fazem-se presentes nos discursos promotores da integração eletroenergética como vantagens do processo integracionista. Há que se lembrar, porém, que esse processo também possui desafio a serem vencidos, como a questão geográfica e a diferença de frequência. Dito assim, a integração eletroenergética é uma faca de dois gumes em que os benefícios e os desafios são afiados, cabendo aos estados a análise dos dois lados.

## 7.2 Benefícios dos Processos de Integração

Para o desenvolvimento deste item, seguem os benefícios já alcançados e os que podem ser alcançados com o processo integracionista na América do Sul:

**integração concreta:** as principais vantagens da integração eletroenergética na América do Sul, conforme discursos já mencionados, poderiam ser relacionadas com a concreta integração econômica, política ou comercial. Assim, o processo integracionista beneficiaria variados setores da economia em decorrência da ampliação da infraestrutura regional. Somando-se à expansão da economia, haveria consequências em outros setores, como geração de empregos e aumento de renda per capita e aumento da demanda energética;

**redução das assimetrias locais:** benefício que surge como consequência da integração concreta, pois, como foi visto, a convergência de ideias e infraestrutura possibilita a promoção do desenvolvimento econômico, que influencia diretamente na atenuação das assimetrias, incentivando o aperfeiçoamento da igualdade social entre os países da região. Além disso, a criação de uma infraestrutura básica para promover o bem-estar da sociedade implicaria outros benefícios, como segurança regional e possibilidade de redução dos conflitos políticos e redução das desigualdades locais;

**futuro pacífico:** com a integração eletroenergética, haveria a elaboração de um ambiente de negociações, no qual a prioridade seria a exploração conjunta dos recursos energéticos da região. Isso provavelmente reduziria conflitos e problemas diplomáticos entre os países interligados, propiciando a construção de um local pacífico e unido;

**desenvolvimento local:** se os investimentos necessários para a consolidação da integração eletroenergética ocorressem na América do Sul, a região se tornaria um ambiente de negociações e atividades econômicas, possibili-

tando o desenvolvimento regional a médio e longo prazo. Também, alcançaria uma estabilidade em longo prazo, visto se tratar de uma iniciativa que leva em consideração as características dos diferentes países envolvidos no processo. Além do mais, há planos de expandir as interligações elétricas existentes entre os países sul-americanos, o que implicaria a economia de recursos financeiros e a criação de um ambiente promotor do investimento local, induzindo a aplicação de capital internacional;

**contexto internacional:** a integração eletroenergética sul-americana propiciaria o fortalecimento da região, pois o processo integracionista não só aumentaria a área de atuação dos estados, mas também criaria uma unidade conjunta inserindo a América do Sul no cenário internacional;

**inclusão de novos agentes nas decisões:** conforme já foi dito, na América do Sul já existem iniciativas que promovam a integração, como a UNASUL e a IIRSA, além das quais novos atores seriam incluídos, como os governos locais, o setor privado e as populações afetadas pelos empreendimentos;

**segurança energética e o aumento na confiança do sistema:** a interligação elétrica entre os países da América do Sul possibilitaria a diversificação da matriz energética dos países membros, assim como a ampliação dos vários mecanismos de que dispõem para manter o fluxo necessário ao atendimento da demanda energética. Os países que importam energia necessitam de certezas dos países exportadores quanto ao suprimento energético, o que promove a garantia na compra e venda do produto. Essa preocupação simultânea de importar e exportar energia possibilitaria a elaboração de arranjos que facilitariam e incentivariam o intercâmbio de excedentes, permitindo maior confiabilidade dos sistemas no combate às adversidades climáticas, picos de demanda e problemas técnicos;

**ganhos recíprocos:** a integração eletroenergética possibilita a superação de conflitos entre países por meio de um trabalho cooperativo. O planejamento elétrico seria realizado com base nas necessidades comuns dos países, principalmente no que se refere aos investimentos nos limites fronteiriços. Com isso, os financiamentos promoveriam o desenvolvimento da região sul-americana como um todo e não apenas o crescimento de um único país;

**serviço melhor e mais barato:** a integração eletroenergética sul-americana propicia a otimização do uso dos insumos energéticos e das instalações já presentes na região. Dessa forma, os custos de produção nos países interligados seriam poderiam ser reduzidos, a disponibilidade energética aumentaria e, conseqüentemente, o acesso à energia elétrica poderia ser expandido para um maior número de pessoas;

**aproveitamento da complementaridade hidrológica:** conforme discutido anteriormente, há uma forte complementaridade no regime de precipitação na América do Sul, o que torna possível a elaboração conjunta de empreendimentos hidroelétricos e a adoção de medidas de benefícios mútuos;

**fontes de financiamento:** na região da América do Sul, existem instituições financeiras regionais e internacionais cujas políticas operacionais envolvem a questão da integração eletroenergética. Dentre essas instituições, podem-se destacar o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Banco Mundial, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), o Mercado Comum do Sul (Mercosul) e a Organização Latino-Americana de Energia (OLADE).

Em vista da variedade de fontes de financiamento, os projetos da integração eletroenergética devem utilizar as instituições financiadoras com suas diferentes taxas praticadas nas regiões. Dessa maneira, a integração possibilitaria não apenas a realização de investimentos planejados, mas também a atração de capital para a região sul-americana.

### 7.3 Desafios

Depois de explicitadas as vantagens do processo integracionista, fica evidente que há motivos para se acreditar no potencial da integração eletroenergética na região da América do Sul. Contudo, ali ainda residem alguns obstáculos que devem ser analisados com o objetivo de promover a interligação elétrica de maneira mais igualitária:

**assimetrias locais:** há diversas assimetrias na América do Sul, sejam elas de ordem econômica, social, demográfica, comercial e, principalmente, política, verificando-se diferenças nos empreendimentos políticos entre os países. Essas assimetrias constituem importante empecilho para a integração eletroenergética, visto que uma região variada (confusa) e repleta de particularidades não é atrativa para os investidores privados. Desse modo, torna-se imprescindível a harmonização dessas assimetrias por meio de regras conjuntas de comercialização energética entre os países envolvidos, promovendo a dinâmica regional, ou seja, em virtude das desigualdades locais, faz-se necessária a formulação de acordos no setor energético de maneira complementar;

**perda da autonomia e o receio político:** no processo de integração, a perda de espaço político acaba sendo uma consequência, seja essa integração econômica, comercial, física ou política. O assunto da redução da soberania nacional deve ser discutido em qualquer processo integracionista,

já que os países terão de abdicar de certos interesses de curto prazo em favor da criação de um espaço regulado, planejado e complementar, alinhado com os interesses da América do Sul. Então, para o sucesso da integração, deve-se envidar um esforço conjunto e concentrado no desenvolvimento de uma infraestrutura interligada e na abdicção dos interesses individuais;

**acordos bilaterais:** a integração eletroenergética, tal como hoje se vê na América do Sul, é fortemente baseada em acordos bilaterais, ou seja, na construção de binacionais. Esses empreendimentos normalmente estão assentados em planejamentos energéticos nacionais que beneficiam um ou dois países, não havendo uma política integrada de beneficiamento da região como um todo. Entretanto, projetos como Itaipu, Salto Grande e Yaciretá não devem ser entendidos completamente como empecilhos e sim como empreendimentos intermediários passíveis de aperfeiçoamento e melhor planejamento para a integração plena do setor elétrico no subcontinente;

**custos dos financiamentos:** esta questão já foi caracterizada como benefício pelo fato de existir na região organizações que possam investir financeiramente nos empreendimentos integracionistas. Porém, observam-se alguns desafios que necessitam ser superados. Os projetos de integração eletroenergética requerem altos investimentos com retorno a médio/longo prazo e planejamento de políticas públicas para os setores econômicos e para as famílias envolvidas no processo, contemplando problemas como a desapropriação de lares. Os países da América do Sul são, em sua maioria, denominados emergentes, isto é, estão em desenvolvimento, e, por esse motivo, o risco de investimento é alto, o que implica em altas taxas de juros, dificultando o pagamento da dívida total, constituída pela soma do montante inicial e os juros. Dessa forma, entende-se que as taxas de juros devam ser mais baixas e as condições de financiamento, mais flexíveis;

**tecnologia e informação:** o acesso à informação e a tecnologia são imprescindíveis no processo integracionista, porque esta exige transparência da informação, disponibilização de dados oficiais não manipulados e troca de tecnologia. Dados como previsão da demanda, situação dos mercados e dos preços são requisitos necessários para ocorrer integração entre os sistemas elétricos;

**frequência e geografia:** como foi visto anteriormente, devido a questões históricas e a interesses de empresas, a região da América do Sul é dividida em termos de frequência elétrica: alguns países utilizam 50 Hz e outros utilizam 60 Hz. Além disso, há a questão geográfica, em que países possuem fronteira sobre os Andes ou sobre a Floresta Amazônica, dessa forma impondo obstáculos geográficos ou vazios demográficos que separam países vizinhos. Para a solução desses desafios, podem ser elaboradas tecnologias como as subestações conversoras Back-To-Back, permitindo a interligação entre países que operam em diferentes frequências elétricas, e outros empreendimentos de ordem técnica que superem essas limitações, afetando as decisões relativas aos investimentos;

**história conflituosa:** os conflitos históricos, sejam os mais antigos ou os mais recentes, como a nacionalização do gás pelo estado Boliviano e a interrupção do fornecimento de gás argentino ao Chile, afetam negativamente a região sul-americana, impactando no desinteresse de órgãos nacionais e internacionais investirem na região. Entretanto, percebe-se uma tendência ao estabelecimento de uma relação harmoniosa e cooperação entre os países, cuja aproximação cultural e econômica propicia que a integração eletroenergética ocorra de maneira mais eficiente e menos problemática;

**adversidades climáticas:** hoje, visualiza-se na mídia a convergência de idéias referentes à crise hídrica no Brasil, onde a complementaridade hidráulica ainda não foi aproveitada satisfatoriamente. A esse respeito, infere-se que adversidades climáticas afetam a geração de energia elétrica, principalmente

nos países como Brasil e Colômbia, onde a hidroeletricidade representa a maior parte da energia gerada. Recorde-se aqui que o Brasil sofreu, em 2001, o denominado apagão, devido principalmente à má gestão dos recursos, que levou o governo a investir pesado em termelétricas; Logo, a interligação desencadeará o crescimento do número de agentes responsáveis pela gestão das águas, dos níveis dos reservatórios, de maneira que nem o sistema elétrico -nem os consumidores sejam afetados por adversidades climáticas; **mídia e os ambientalistas:** atualmente, o “desenvolvimento sustentável”, a economia verde e as responsabilidades empresariais fazem com que os empreendimentos sejam analisados de forma diferente à do passado, quando bastavam apenas análises técnicas e econômicas.

Ainda na década de 70, grandes empresas eletrointensivas (alumínio, aço, petroquímica, papel e celulose dentre outras) estavam se instalando no país e exigiam as condições de infra-estrutura, nesse caso em especial, energia elétrica. Com isso, o Estado brasileiro foi o grande financiador da construção das hidrelétricas. Na implantação destes grandes projetos, se inicia o surgimento de grandes grupos populacionais atingidos pelos empreendimentos. Era observado, rigoroso estudo técnico sobre o potencial hidráulico e os possíveis aproveitamentos. Entretanto, não havia uma proposta de indenização rigorosa às famílias atingidas. Como consequência, milhares de famílias foram expulsas de suas terras e casas. E um grande grupo se mobilizou para as favelas das cidades.

A organização social destes grupos origina o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB. Movimento brasileiro com capilaridade em grande parte da América latina e significativa inserção nos grupos organizados da sociedade.

A aprovação de projetos passa por questões sociais, trabalhistas e ambientais, tornando-se mais complexa. As usinas hidroelétricas possuem limitações em relação ao tamanho dos reservatórios; ao licenciamento am-

biental, que atrasa; ou às construções, somando-se a tudo isso questões da fauna, flora e populações atingidas pelos empreendimentos, incitando passeatas/manifestações apoiadas, em sua maioria, pela mídia e por grupos sociais.

Dessa forma, é necessário que o processo integracionista ultrapasse as questões comerciais e energéticas bem como proponha o aumento do controle das decisões tomadas, considerando-se sempre os diversos interesses e agentes que tomam parte no processo.

Conforme visto, são vários os desafios que limitam as ações integracionistas no subcontinente sul-americano, seja de ordem econômica, política, técnica ou cultural, cabendo aos países envolvidos elaborarem as soluções cabíveis.

Da mesma forma, há os benefícios também envolvendo diversos temas, que vão de vantagens econômicas a melhorias sociais e implicando ganhos que estimulam o desenvolvimento socioeconômico da região.

Os acordos bilaterais e as iniciativas integracionistas na América do Sul revelam resultados que traduzem o potencial de desenvolvimento regional. Por acreditar que o setor energético é um ramo da infraestrutura com bastante êxito em produzir grandes efeitos no setor econômico, social e político dos países, a integração eletroenergética torna-se uma alternativa que possibilita a esses grandes efeitos atingirem a região sul-americana como um todo.

## Considerações Finais

Neste livro, discute-se o cenário da integração eletroenergética da América do Sul, processada com o objetivo de expandir a região em face do cenário energético globalizado, envolvendo não só o setor elétrico do subcontinente, mas também o social, o econômico e o político.

Busca-se conhecer o tratamento dessa integração dispensado nos documentos e agendas políticas dos Estados sul-americanos, analisando-se os motivos e as justificativas das iniciativas integracionistas para tal empreendimento. Verifica-se, pois, que o projeto baseia-se nos princípios de consolidação e projeção regional e promoção do desenvolvimento sustentável no subcontinente.

Dada a real pluralidade da América do Sul nos âmbitos político, econômico, social e físico, a elaboração de interesses conjuntos via instituições como a UNASUL torna-se importante feito na efetivação da integração. Além disso, como visto, o desenvolvimento sustentável é uma pauta dos discursos sobre o tema, o que conduz a sua inserção na região mesmo sendo uma incógnita sua realização na prática.

No que se refere às ações integracionistas, a integração energética é apresentada como proposta para o aproveitamento integral, mútuo e sustentável dos insumos energéticos da região, e, nesse sentido, torna-se uma ferramenta de aliança entre os países componentes e um elemento de transformação social, econômica e política local.

De forma similar ao que aconteceu na Europa, a integração eletroenergética sul-americana emerge como um tema catalisador da integração entre os países que compõem o subcontinente. Além disso, segundo

os discursos da UNASUL, essa medida poderia promover melhorias na qualidade de vida da população se os frutos da eficiência energética, desde a geração até o uso final, fossem mais bem distribuídos.

A esse respeito, constata-se a existência de contradições nesses discursos, nos quais a integração é citada como um processo regional benéfico de todos ou de grande parte dos países, o que infelizmente não acontece: a integração energética é majoritariamente constituída por projetos binacionais, favorecendo apenas duas nações.

Diante desse quadro, pode-se inferir que na América do Sul esse processo encontra-se em estágio inicial. Os projetos unilaterais não contribuem com o sucesso do empreendimento, cujo tipo melhora o mercado interno de cada país e não necessariamente proporciona o surgimento de um ambiente propício para a integração regional.

Os acordos bilaterais, como dito há pouco, são um estágio intermediário do processo, visto que podem se tornar multilaterais, possibilitando a exploração da complementaridade existente na região e criando espaço para a implementação de um intercâmbio regional.

Esses tratados representam uma razão para a crença no potencial da integração energética sul-americana, mas o processo integracionista ainda possui uma série de questões que precisam ser solucionadas para o alcance dos desejados desenvolvimento do setor elétrico e intercâmbio de energia elétrica.

As assimetrias locais; a perda da autonomia e o receio político; os acordos bilaterais; o custo de financiamentos; a tecnologia e informação; a história conflituosa; as adversidades climáticas; a questão ambiental e a mídia; tudo isso são alguns dos desafios da realidade local e demandam resoluções que favoreçam o surgimento de um ambiente integrado.

De maneira similar aos desafios, os benefícios da integração também são diversos e vão além de ganhos estritamente econômicos, além de implicarem o desenvolvimento da região no âmbito socioeconômico.

Eis alguns dos benefícios da interconexão: a integração concreta; a redução das assimetrias locais; o futuro pacífico; o desenvolvimento local; o contexto internacional; a inclusão de novos agentes nas decisões; a segurança energética e o aumento da confiança no sistema; os ganhos recíprocos; a melhoria e o barateamento do serviço; o aproveitamento da complementaridade hidrológica; e a existência de fontes de financiamento.

Sendo assim, vê-se que são vários os benefícios advindos da integração eletroenergética, e os desafios, que também são muitos, podem ser minimizados ou solucionados mediante a elaboração conjunta e harmônica de tecnologias e instituições nacionais e regionais que tratam do tema da integração na América do Sul.

Importante destacar que, embora existam benefícios promotores da integração energética, como o aproveitamento da complementaridade hidrológica, a proposta de integração não assegura a correta utilização dos recursos energéticos. Há o receio de que o esse processo esteja pautado no desenvolvimento de mercados eletroenergéticos, favorecendo apenas a interesses privados de grupos altamente organizados. Além disso, os atuais investimentos deixam a impressão de serem voltados para o cenário internacional, apropriando-se dos recursos naturais e não trazendo grandes benefícios para as populações locais.

Enfim, destaque-se aqui a contradição flagrada do processo de integração eletroenergética do subcontinente sul-americano quanto ao que se apreende dos discursos e das ações integracionistas. Embora os documentos citem o projeto como ferramenta de promoção do desenvolvi-

to social da região e, portanto, de consolidação e aumento da capacidade de geração, transmissão e distribuição de energia e diversificação da matriz energética, o que se observa, na realidade, é sua bem pequena influência no desenvolvimento sustentável da região.

Ressalte-se também que, por outro lado, mesmo com essa contradição, o processo é válido e pode provocar transformações no âmbito político, social ou econômico, estando seus principais benefícios alinhados com a otimização dos insumos energéticos e o aperfeiçoamento da segurança elétrica na região. Ademais, existem as fontes alternativas de energia, que podem complementar a fonte hidráulica, foco deste livro, trazendo ganhos econômicos e consolidando o quadro da integração eletroenergética.

## Referências

ADMINISTRACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO (ADME). **Información de interés: Spot Sancionado Año 2016**. Uruguai, 2016. Disponível em: <<http://www.adme.com.uy/>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil - Fontes Renováveis - Energia Hidráulica**. Brasília: ANEEL, 2008.

\_\_\_\_\_. **Atlas de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2002.

\_\_\_\_\_. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL 2009.

\_\_\_\_\_. **Cadernos Temáticos ANEEL**. Energia Assegurada. Brasília: ANEEL, 2005.

\_\_\_\_\_. Sistema de Apoio a Decisão (SAD). mar. 2016. **Relatórios Técnicos**. Brasília: ANEEL, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas**. Brasília, 2016. Banco de dados da HidroWeb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD. **Estadísticas del Sector Eléctrico: Precios Medios**. Equador, 2016. Disponível em: <<http://www.regulacioneolica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

ALMEIDA, Adriano Pires de. Perspectivas Teóricas da Integração Energética da América do Sul. In: **SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS INTERNACIONAIS**. O Atlântico Sul como Eixo da Inserção Internacional do Brasil.

2013, Porto Alegre. **Anais eletrônicos do Seminário brasileiro de estudos estratégicos internacionais**, Porto Alegre: UFRS. Disponível em: <<http://sebrei.eventos.dype.com.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

ALMEIDA, Pedro Machado de. **Condicionamento da Energia Solar Fotovoltaica para Sistemas Interligados à Rede Elétrica**. Juiz de Fora: LABSOLAR, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/labsolar/files/2011/05/Condicionamento-da-Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

AMERICA-SUL. **Guia geográfico América do Sul**: Mapa Político da América do Sul. 2015. Disponível em: <<http://www.america-sul.com/mapa.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

ARGENTINA VIAJERA. **Ituzaingó**: Atractivos Turísticos. Argentina, 2016. Site sobre turismo na Argentina. Disponível em: <<http://www.argentinaviajera.com.ar/corrientes/ituzaingo.html>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

BASSINI, Marcos Tiago. **Sistemas Multiterminais de Transmissão em Corrente Contínua**: Conversores Tipo Fonte de Corrente. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BIATO, Marcel; CASTRO, Nivalde J. de. **Integração Regional na América do Sul e o Papel da Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: abril, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: MMA/Agência Nacional de Águas, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento. **Sobre o PAC**. Brasília: Ministério do Planejamento, 2016. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Resenha enregética brasileira**: exercício de 2014. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2014.

\_\_\_\_\_. Decreto n.72.707, de 28 de agosto de 1973. Promulga o Tratado entre a República Federativa do Brasil e a República do Paraguai, para o Aproveitamento Hidrelétrico dos Recursos Hídricos do Rio Paraná, Pertencentes em Condomínio aos dois Países, desde e inclusive o Salto Grande de Sete Quedas ou Salto de Guaira até a Foz do Rio Iguaçu, bem como as seis Notas trocadas entre os Ministros da Relações Exteriores dos dois

países. **Diário Oficial da União**. 30 agos. 1973. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/d72707.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d72707.htm)>. Acesso em: 1º. abr. 2016.

\_\_\_\_\_.Portal Brasil. **Linha de transmissão integra Boa Vista (RR)**. 2014. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/linha-de-transmissao-integra-boa-vista>>. Acesso em: 12 set. 2015.

BRASIL ABAIXO DE ZERO. **Monitoramento e Previsão – Brasil / América do Sul**. São Paulo, maio 2015. Site de monitoramento e previsão – Brasil/ América do Sul. Disponível em: <<http://www.abaixodezero.com/viewtopic.php?t=16056&start=1350>>. Acesso em: 02 set. 2015.

CARDOSO, Fredner Leandro. **Descrição do Sistema Elétrico de Potência no Brasil e Seus Desafios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Estudos de Transmissão de Energia Elétrica)-Universidade São Francisco, Itatiba, 2008.

CARDOSO, Rui Frederico Assis; SERRA, Pedro Henrique. **NordPool Spot: FEUP – MIEEC - Mercados e Qualidade**. 2013. **São Francisco: Prezi, 2009. Software para criação de apresentação**. Disponível em: <<https://prezi.com/yylc8o66bfh/noordpool/>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

CASTRO, Nivalde J. de; GOMES, Victor José Ferreira; ROSENTAL, Rubens. **A Integração do Setor Elétrico na América do Sul: Características e Benefícios**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

CASTRO, Nivaldo j. de; LEITE, André Luís da Silva; ROSENTAL, Rubens. **Integração energética: uma análise comparativa entre União Europeia e América do Sul**. Revista GTD, v.50, p.94-97, 2012.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (Santiago de Chile). **El regionalismo abierto en América Latina y el Caribe. La integración económica al servicio de la transformación Productiva con equidade**. Santiago de Chile: Naciones Unidas. 1994.

COMISSÃO DE INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA REGIONAL (CIER). Síntese Informativa Energética dos Países da CIER. **Informação Do Setor Energético Nos Países Da América Do Sul**, América Central e Cari-

be. Rio de Janeiro: CIER, 2013. Disponível em: <<http://www.cier.org.uy/d06-sie/index.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

COMISSÃO EUROPEIA (Europa). **União Econômica e Monetária. Assuntos Econômicos e Financeiros**. 2014. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/economy\\_finance/euro/emu/index\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/economy_finance/euro/emu/index_pt.htm)>. Acesso em: 12 set. 2015.

COMPañIA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO (CAMMESA). **Informe Mensual**. Argentina: CAMMESA, 2016. Disponível em: <<http://portalweb.cammesa.com/Memnet1/default.aspx>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Informe Anual**. Argentina: CAMMESA, 2014. Disponível em: <<http://portalweb.cammesa.com/Memnet1/default.aspx>>. Acesso em: 08 mar. 2016.

COUNTRYMETERS. **População do Suriname**. Site de estatística. Disponível em: <<http://countrymeters.info/pt/Suriname>>. Acesso em: 02 set. 2015.

CUNHA, Livia. **Padrões brasileiros**. Revista O Setor elétrico, Santa Cecília, n. 49, fev. 2010. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/padroes-brasileiros/1>>. Acesso em: 1º. set. 2015.

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE). **Reporte Sector Energético**. Chile: CNE, 2016. Disponível em: <[http://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/RMensual\\_2016Febrero.pdf](http://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/RMensual_2016Febrero.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2016

COMITÉ NACIONAL DE DESPACHO DE CARGA (CNDC). **Boletín Estadístico Mensual: Resultados de la Operación**. Colômbia: CNDC, 2016. Disponível em: <<http://www.cndc.bo/boletines/index.php>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Notícias del MEM y Datos Relevantes Del Sin**. Colômbia: CNDC, 2016. Disponível em: <<http://www.cndc.bo/home/index.php>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

DAMAZIO, Jorge Machado; COSTA, Fernanda da Serra; GHIRARDI, Angela de Oliveira. **Análise de Complementaridade Hidrológicas a Nível Continental na América do Sul**. Revista Brasileira de Recursos Hidráulicos, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 1997.

DEPARTMENT OF COMMERCE (U.S.) **Electric Current Abroad**. International Trade Administration. [S.l.]. 2002. Disponível em: <<http://www.ita.doc.gov/media/publications/pdf/current2002final.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/PNE/20080111\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2015: ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+%28PDF%29/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0>>. Acesso em: 09 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Brasília: MME/EPE, 2013.

\_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília: MME/EPE, 2015.

ENTIDAD BINACIONAL YACIRETA (EBY). **Datos Técnicos**. Central Hidroeléctrica. Paraguai: EBY, 2013. Disponível em: <<http://www.eby.gov.py/index.php/chy/datostecnicos>>. Acesso em: 02 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Tratado de Yaciretá 1973**. Paraguai: EBY, 1973. Disponível em: <[http://www.eby.gov.py/images/pdfs/Historia-Institucional/tratado\\_de\\_yacyreta.pdf](http://www.eby.gov.py/images/pdfs/Historia-Institucional/tratado_de_yacyreta.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Rio Paraná: estado de situación al día Lunes 18 de Enero de 2016**. Paraguai: EBY, 2016. Disponível em: < [www.yacyreta.org.ar/index](http://www.yacyreta.org.ar/index).

php/pages/hidrologia/346-rio-parana-estado-de-situacion-al-dia-lunes-18-de-enero-de-2016>. Acesso em: 15 jan. 2016

\_\_\_\_\_. **História. Paraguai: EBY**, 2013. Institucional. Disponível em: <<http://www.eby.gov.py/index.php/institucional/historia>>. Acesso em: 17 set. 2015.

FARIA, Caroline. **América do Sul. Ambiente de educação desenvolvido pelo Info escola**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/america-do-sul/>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

FRAGA, Raiza Gomes. **Integração energética na América do Sul e o desafio da promoção do desenvolvimento sustentável: uma análise crítica do discurso**. 2014. 142 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)- Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **América do Sul. Ambiente de educação desenvolvido pelo Mundo Educação**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/america-sul.htm>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

FROTA, Francisco Nixon Lopes. **A Geopolítica da América do Sul: o papel determinante da defesa na integração do setor elétrico**. 2012. 141f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares)- Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2012.

GAVIÃO, Leandro. **IIRSA: Treze Anos Depois**. Site da Revista Mundo-rama divulgação científica em relações internacionais. Brasília: Mundorama, 2013. Disponível em: <<http://mundorama.net/2013/09/19/IIRSA-treze-anos-depois-por-leandro-gaviao/>>. Acesso em: 16 set. 2015.

GOMES, Fábio Soares; ANNIBAL, Leandro Carneiro da Silva; CRUZ, Marina. **GTO – Gate Turn-Off Thyristor**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/01\\_1/gto/](http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/gto/)>. Acesso em: 21 set. 2015.

GRUPO DE ESTUDOS TAPAJÓS. **Usinas do Tapajós**. Site sobre estudos de aproveitamento hidroelétricos localizados na Bacia do Rio Tapajós. Disponível em: <<http://www.grupodeestudostapajos.com.br/complexo-tapajos/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Usinas-Plataforma. Site sobre estudos de aproveitamento hidroelétricos localizados na Bacia do Rio Tapajós**. Disponível em: <<http://www.grupodeestudostapajos.com.br/complexo-tapajos/usinas-plataforma/>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

GUIMARÃES, Marina. Após 37 anos, Usina de Yaciretá é inaugurada. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 02 de março de 2011. Economia. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,apos-37-anos-usina-de-yacyreta-e-inaugurada-imp-,686353>>. Acesso em: 15 set. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população dos municípios e unidade da federação brasileiros com data de referencia em 1º de julho de 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000002313040817201504092887232.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Key world energy statistics**. Paris: IEA, 2016, p.78.

INICIATIVA DE INTEGRAÇÃO DE INFRAESTRUTURA REGIONAL SUL-AMERICANA (IIRSA). **Argentina, 2016**. Banco de dados da

Carteira de Projetos da COSIPLAN. Disponível em: < <http://IIRSA.org/proyectos/Principal.aspx?Basica=1>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (FMI). **World Economic Outlook Reports**. Washington: D.C, 2015.

ITAIPU BINACIONAL. **Nossa História**: desafio Energético. Site da empresa de energia Itaipu Binacional. Foz do Iguaçu, 2016. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/nossa-historia>>. Acesso em: 12 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Participação nos Mercados**: energia. Geração. Foz do Iguaçu, 2017. Site da empresa de energia Itaipu Binacional. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/participacao-nos-mercados>>. Acesso em: 1º jun. 2017.

LEITE, André Luís da Silva. Integração Energética: uma análise comparativa entre Europa e América do Sul. **Revista GTD**, São Paulo, ano 8, n. 50, p. 94-97, jul./ago. 2012.

LIMA, Vanessa. Dependente da Venezuela, RR corre risco de desabastecimento de energia. **G1**, Roraima, 12 fev. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2014/02/dependente-da-venezuela-rr-corre-risco-de-desabastecimento-de-energia.html>>. Acesso em: 21 out. 2016.

MARCOVITICH, Jacques. Integração energética na América Latina. **Revista Brasileira de Energia**, v. 1, n. 3, 1990.

MAYO, T.; NOHRIA, N. Da Crise do Petróleo a Internet. 1. ed. [S.l.]: Campus, 2008.)

MATO GROSSO (Estado). Tribunal Regional Federal (1.Região). **Ação civil pública** nº 9024-63-2014.01.3600. Decisão. Autor: Ministério Público Federal. Réus: União e Companhia Hidrelétrica Teles Pires. Relator: Juiz

substituto Ilan Presser. Cuiabá, 02 de julho 2014. Código para acesso documento 6305753600202. Disponível em:<<http://www.trf1.jus.br/Autenticidade/>>. Acesso em: 06 set. 2015.

MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDADE (MIBEL). **Informação Estatística do MIBEL**. Banco de dados do MIBEL. Disponível em: <<http://www.mibel.com/index.php?mod=global&mem=comparadores>>. Acesso em:19 mar. 2016.

NASCIMENTO, Enock. **Demandas e potencialidades do Arco Norte são debatidas na SUFRAMA**. 2014. Site da Superintendência da zona fraca de Manaus. Disponível em: <[http://www.suframa.gov.br/suf\\_pub\\_noticias.cfm?id=15714](http://www.suframa.gov.br/suf_pub_noticias.cfm?id=15714)>. Acesso em: 07 set. 2015.

NORD POLL. Data from the power system. **Market and Operations**. Disponível em:<<http://www.statnett.no/en/Market-and-operations/Data-from-the-power-system/Nordic-power-flow/>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Nordic power balance**. Disponível em: <<http://www.statnett.no/en/Market-and-operations/Data-from-the-power-system/Nordic-power-balance/>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

NORTE ENERGIA S/A. **Norteenergia.com**. Site sobre a Usina Hidrelétrica Belo Monte. Pará, 2016. Disponível em:<<http://norteenergiasa.com.br/site/portugues/usina-belo-monte/>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

ORDOÑEZ, Ramona. Paraguai vai dobrar sua capacidade de consumir energia de Itaipu. **O Globo**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://>

oglobo.globo.com/economia/paraguai-vai-dobrar-capacidade-de-consumir-energia-de-itaipu-9592236>. Acesso em: 03 set. 2015.

ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA (OLADE). **Indicadores Energéticos**. Equador: OLADE, 2016. Disponível em: <<http://www.OLADE.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **UNASUR: um espacio que consolida la Integración Energética**. Quito/Equador: UNASUR/OLADE, 2012.

ORGANISMOS MULTILATERAIS. In: **Conceitos**. Site de conceitos e significados. Disponível em: <<http://conceitos.com/organismo-multilateral/>>. Acesso em: 02 set. 2015.

PEDUZZI, Pedro. **Usina de Teles Pires está apta para iniciar operação comercial. Amazônia**, 2015. Site de informações da região amazônica. Disponível em: <<http://amazonia.org.br/2015/11/usina-de-teles-pires-esta-apta-para-iniciar-operacao-comercial/>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

REBOITA, Michelle Simões; GAN, Manoel Alonso; ROCHA, Rosmeri Porfírio Da; AMBRIZZI, Tércio. Regimes de Precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 185-204, maio/out. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE). **Sistema de Información Del Operador Del Sistema: balance de generación medida**. Espanha: REE, 2016. Disponível em: <<https://www.esios.ree.es/es>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

REDE ELÉTRICA NACIONAL (REN). **Capacidades indicativas de interligação para fins comerciais para o ano de 2015**. Lisboa: REN,

2014. Disponível em: <<http://www.mercado.ren.pt/PT/Electr/InfoMercado/Interlig/Previsao/BibRelAno/Cap2015.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Media. Dados Técnicos 2014.** Lisboa: REN, 2016. Disponível em: <<http://www.ren.pt/pt-PT/media/publicacoes/>>. Acesso em: 07 mar. 2016.

ROCCO, Alexandre. **Europa trabalha para construir sua rede continental de energia.** São Paulo: NEI, 2016. Disponível em: <<http://www.nei.com.br/artigo/europa-trabalha-para-construir-sua-rede-continenta>>. Acesso em: 12 set. 2015.

ROULLET, Antoine. **Cristovão Colombo descobriu a América. Falso!** História Viva. 2014. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/historia-viva/artigos/cristovao\\_colombo\\_descobriu\\_a\\_america\\_\\_falso\\_\\_.html](http://www2.uol.com.br/historia-viva/artigos/cristovao_colombo_descobriu_a_america__falso__.html)>. Acesso em: 1º. ago. 2015.

SALTO GRANDE. **Complejo Hidroeléctrico:** ficha técnica. Site do organismo binacional criado pela Republica Argentina e Republica oriental do Uruguay. Montevideu, 2013. Disponível em: <[https://www.saltogrande.org/ficha\\_tecnica.php](https://www.saltogrande.org/ficha_tecnica.php)>. Acesso em: 07 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Complejo Hidroeléctrico:** InstalacionComplejo Hidroeléctrico. Site do organismo binacional criado pela Republica Argentina e Republica oriental do Uruguay. Montevideu, 2013. Disponível em: <<https://www.saltogrande.org/instalaciones.php>>. Acesso em: 07 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Energia:** mercado. Site do organismo binacional criado pela Republica Argentina e Republica oriental do Uruguay. Montevideu, 2013.

Disponível em: <<https://www.saltogrande.org/mercado.php>>. Acesso em: 06 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **História**: Salto Grande: un símbolo de unión entre dos países. Site do organismo binacional criado pela Republica Argentina e Republica oriental do Uruguay. Montevideo, 2013. Institucional. Disponível em: <<https://www.saltogrande.org/historia.php>>. Acesso em: 05 set. 2015.

SATO, André Kyoshi Coutinho. **Transmissão de Potência em Corrente Contínua e Corrente Alternada**: Um Estudo Comparativo. 2013. 89f. Trabalho de Graduação (Bacharel em Engenharia Elétrica)-Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

SANTOS, Romário de Jesus. Fontes Energéticas no Âmbito da América do Sul: uma breve análise do potencial regional e sua capacidade de integração. **C@LEA Revista Cadernos de Aulas do LEA**, Ilhéus, n. 2, p. 32-45, nov. 2013. Disponível em: <[http://www.uesc.br/revistas/calea/edicoes/rev2\\_3.pdf](http://www.uesc.br/revistas/calea/edicoes/rev2_3.pdf)>. Acesso em: 08 ago. 2015.

SEMINÁRIO SOBRE INTEGRAÇÃO NO ARCO NORTE. Ciclo de Debates sobre as Perspectivas de Integração Elétrica na América do Sul, 2013, Brasília. **[Comunicações]**. Brasília: Eletrobrás, 2013.

SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO (SIEL). Unidad de Planeación Minera Energética. **Consultas Comercialización**. Bogota: SIEL, 2016. Disponível em: <<http://www.siel.gov.co/siel/Home/Comercializacion/tabid/59/Default.aspx>>. Acesso em: 09 mar. 2016.

STOERRING, Dagmara. **Política energética**: princípios gerais - Fichas técnicas sobre União a Européia. Europa: site do Parlamento Europeu,

2017. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuId=F7TU\\_5.7.1.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuId=F7TU_5.7.1.html)>. Acesso em: 03 mar. 2016

UNIÃO EUROPEIA (Europa). Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia. 2010. Versão consolidada sobre o Funcionamento da União Europeia. **Jornal Oficial da União Europeia**, Poder executivo, União Europeia, 30 mar. 2010, p.47-199. Disponível em:<[http://www.concorrenca.pt/vPT/A\\_AdC/legislacao/Documents/Europeia/Tratado\\_Funcionamento\\_U\\_E.pdf](http://www.concorrenca.pt/vPT/A_AdC/legislacao/Documents/Europeia/Tratado_Funcionamento_U_E.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2016.

UNITED NATIONS. World Population Prospects, The 2015 Revision. ONU. New York, p. 60. 2015

VENTURA FILHO, Altino. **Interligação Elétrica na América do Sul; Integração no Arco Norte**. Brasília, 21 de novembro de 2013. Informação verbal apresentada no Seminário sobre Integração no Arco Norte. Ciclo de Debates sobre as Perspectivas da Integração Elétrica na América do Sul, realizado em Brasília.

VERONEZZI, Felipe. **Usina de Belo Monte: energia limpa ou impacto ambiental?** 2015. Site de guia de carreira. Disponível em: <<http://www.guiadacarreira.com.br/atualidades/usina-hidreletrica-belo-monte/>>. Acesso em: 03 mar. 2016

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Administración Nacional de Eletricidad. **Pliego de Tarifas nº 20**. San Lorenzo, 2016. Disponível em: <<http://www.ssme.gov.py/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

“Este livro tem grande importância por ter sido elaborado por docentes e pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso, ao abordar o tema da integração energética na América do Sul, que sempre esteve restrito às instituições acadêmicas do sudeste e sul do nosso país.”

*Célio Bermann*

*Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Energia da USP*

*Presidente da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético*

