

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

ANA LUISA HECK ESPINDULA

**UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO
DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS
PREÇOS DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

ANA LUISA HECK ESPINDULA

**UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO
DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS
PREÇOS DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheira Eletricista.

Orientador:
Prof. Everthon Taghori Sica, Dr. Eng.

FLORIANÓPOLIS, 2023.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Espindula, Ana Luisa Heck

UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO
DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS PREÇOS
DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO / Ana Luisa Heck

Espindula; orientação de Everthon Taghori Sica.

- Florianópolis, SC, 2023.

56 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Elétrica. Departamento Acadêmico
de Eletrotécnica.

Inclui Referências.

1. Capital Hídrico. 2. Impacto Ambiental. 3. Valoração
Ambiental. 4. Produtividade Marginal. 5. Mecanismo
de Realocação de Energia. I. Sica, Everthon Taghori.
II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. UMA
PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO DO CAPITAL
NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS PREÇOS DA

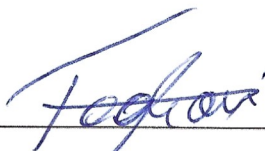
UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS PREÇOS DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO

ANA LUISA HECK ESPINDULA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de junho, 2023.

Banca Examinadora:



Prof. Everthon Taghori Sica, Dr. Eng.



Prof. Daniel Tenfen, Dr. Eng.



Prof. Marco Aurélio Moreira Saran, M. Sc.

Dedico este trabalho aos meus pais, Denisia e Luciano, por todo o carinho e paciência dispensados ao longo de todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

À minha família, Denisia, Luciano e Heloisa que enfrentaram comigo todas as dificuldades ao longo do curso, oferecendo seu apoio incondicional e sendo uma fonte constante de motivação. Sem o amor e o suporte deles, essa conquista não teria sido possível.

Ao meu orientador Everthon Sica, cuja orientação foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho. Sua paciência, dedicação e atenção foram inestimáveis.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado durante toda essa trajetória. Suas palavras encorajadoras, conselhos e apoio mútuo foram essenciais para superar os desafios enfrentados ao longo do caminho.

Ao meu amor, Paulo Miguel, pelo companheirismo e carinho, que deixaram os meus dias mais leves.

Ao IFSC e professores, pelo comprometimento com a qualidade de ensino durante toda a minha formação acadêmica.

RESUMO

As mudanças em padrões de precipitação podem promover alterações no comportamento do capital natural hídrico, acarretando implicações no mercado de curto prazo de energia elétrica. Este trabalho apresenta o método dos bens substitutos combinado a técnica de produtividade marginal para valorar a variação do capital natural hídrico em escalas diárias e mensais, representado pela precipitação, Energia Natural Afluente (ENA), Energia Armazenada (EAR) e Média de Longo Termo (MLT), restrito ao submercado SE/CO, no período de 2018 a 2020. Para tanto, também, são aplicadas as correlações estatísticas de Spearman e Kendall como forma de analisar a importância das variáveis ENA, EAR, MLT na composição do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) e dos preços praticados no Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia Elétrica (BBCE), utilizadas na técnica proposta. Assim, torna-se evidente a importância da valoração ambiental na análise econômica para que se respeite o tempo de recomposição do capital natural hídrico, permitindo a continuidade dos usos múltiplos e a reprodutibilidade orgânica deste capital ao fornecer um sinal de valor econômico. O intuito do trabalho é promover a valoração do capital natural hídrico, não obstante que o método e a técnica aplicadas não têm a pretensão de capturar o valor do bem e serviço ambiental em si, mas apenas sinalizar a sua importância em um período restrito e um horizonte de tempo limitado. Com isso se pretende alçar o conceito de capital natural e a interdependência entre as atividades econômicas, sendo a economia um sistema aberto e dependente dos recursos naturais.

Palavras-chave: Capital Hídrico. Impacto Ambiental. Valoração Ambiental. Produtividade Marginal. Mecanismo de Realocação de Energia.

ABSTRACT

Changes in precipitation patterns can promote alterations in the behavior of natural water capital, leading to implications in the short-term electricity market. This work presents the method of substitute goods combined with the marginal productivity technique to value the variation of natural water capital on a daily and monthly scale, represented by precipitation, Affluent Natural Energy (ENA), Stored Energy (EAR), and Long-Term Average (MLT), restricted to the SE/CO submarket, from 2018 to 2020. Additionally, Spearman and Kendall statistical correlations are applied to analyze the importance of ENA, EAR, and MLT variables in the composition of the Difference Settlement Price (PLD) and the prices practiced in the Brazilian Electricity Trading Counter (BBCE), used in the proposed technique. Thus, the importance of environmental valuation in economic analysis becomes evident in order to respect the recovery time of the natural water capital, allowing the continuity of multiple uses and the organic reproducibility of this capital by providing a sign of economic value. The purpose of the work is to promote the valorization of natural water capital, even though the method and applied technique do not intend to capture the value of the environmental good and service itself, but only to signal its importance in a restricted period and a limited time horizon. This is intended to raise the concept of natural capital and the interdependence between metabolic activities, with the economy being an open system dependent on natural resources.

Keywords: Water Capital. Environmental impact. Environmental Valuation. Marginal Productivity. Energy Reallocation Mechanism.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Definição do Problema	9
1.2	Justificativa	10
1.3	Objetivo Geral.....	11
1.4	Objetivos Específicos	11
1.5	Metodologia de trabalho.....	12
1.6	Estrutura do trabalho.....	13
	REFERÊNCIAS.....	14
	APÊNDICES	15
	APÊNDICE A – Artigo completo.....	16
	APÊNDICE B – Comprovante de apresentação.....	25
	APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso.....	29
	ANEXOS	38
	ANEXO A – Folder de chamada do congresso	39

1 INTRODUÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos durante o curso e desenvolver as competências e habilidades que constituem o perfil do egresso, sendo parte obrigatória da matriz curricular do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia (IFSC), Câmpus Florianópolis.

As formas de TCC permitidas, conforme o Projeto Pedagógico do Curso e o Regulamento de TCC do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Câmpus Florianópolis (IFSC, 2018, 2019) são as seguintes:

1. Apresentação de monografia;
2. Publicação e apresentação de artigo em evento nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica; ou
3. Publicação de artigo em periódico nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica.

Nesse sentido, este trabalho se enquadra na forma nº 2 - Publicação e apresentação de artigo em evento nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica.

Outrossim, ressalta-se o cumprimento dos requisitos obrigatórios descritos nos Regulamentos de TCC do IFSC Câmpus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, em especial, a saber:

- A acadêmica cursou e foi aprovada na unidade curricular de TCC-I no primeiro semestre de 2022;
- A acadêmica em conjunto com seu orientador submeteu o artigo intitulado “Uma Proposta de Avaliação e Valoração da Variação do Capital Natural Hídrico e seu Impacto no MRE e nos Preços da Eletricidade: Um Estudo de Caso” (Apêndice A) para o XIX ERIAC - Encontro Regional Ibero-Americano do Cigré;
- O aceite do artigo pelo congresso ocorreu no dia 21 de março de 2023, enquanto a acadêmica já havia finalizado TCC-I;

- A acadêmica apresentou o artigo no congresso no dia 24 de maio de 2023 (Apêndice B);
- O congresso foi considerado pertinente e relevante à área de Engenharia Elétrica com a anuência do coordenador do curso e do docente orientador.

Portanto, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) atente a todos os requisitos exigidos nos regulamentos e diretrizes do IFSC – Câmpus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica para que possa ser realizada a defesa pública do trabalho.

1.1 Definição do Problema

No período de 2018 a 2020, observou-se uma redução na Energia Natural Afluente (ENA) e na Energia Armazenada (EAR) dos subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte, devido às alterações nos padrões de precipitação. Os níveis de armazenamento de energia do subsistema Sudeste/Centro-Oeste, alcançaram valores alarmantes durante o período mencionado. Como resultado, as usinas hidrelétricas desse subsistema não conseguiram atingir os níveis de geração de outrora. Além disso, o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) não conseguiu mitigar o risco hidrológico sistêmico, resultando em uma diminuição do Fator de Ajuste do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) abaixo do nível aceitável para os agentes econômicos do setor hidrelétrico. A redução do Fator de Ajuste do MRE expôs os agentes econômicos ao Mercado de Curto Prazo (MCP) e acarretou no aumento do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD).

De acordo com Fernandes *et al.* (2019) uma análise do risco hidrológico e da composição da matriz energética no Brasil revela a existência de lacunas nos padrões de legislação e formulação de políticas energéticas. Observa-se que a legislação atual e a abordagem política são predominantemente setoriais, priorizando a segurança energética e a regulação do mercado, com uma consideração insuficiente das questões ambientais e das mudanças climáticas.

No setor elétrico brasileiro, o conceito de risco hidrológico está diretamente relacionado ao risco de os geradores não cumprirem sua garantia física e ao impacto

disso no mercado de energia. Em outros países, o termo "risco hidrológico" está associado à escassez de água e às inundações.

Assim, busca-se valorar e avaliar a variação do capital natural hídrico, assim como o seu impacto no MRE e nos preços da eletricidade através do método dos bens substitutos em conjunto com a técnica da produtividade marginal. A valoração do capital natural difere da abordagem econômica tradicional, que considera a relação entre produção e consumo como um sistema fechado (MERICO, 1996). Desse modo, o objetivo é evidenciar a interdependência entre o capital natural e as atividades econômicas, reconhecendo a economia como um sistema aberto e dependente dos recursos naturais.

1.2 Justificativa

Com a crise hídrica em evidência nos últimos anos, buscou-se entender os impactos dos fenômenos hidrológicos na produção de energia elétrica no Brasil. Por possuir um sistema abastecido predominantemente por usinas hidrelétricas e padrões hidrológicos diversos, regidos pelas características climáticas, geográficas e de afluentes da região em que cada bacia hidrográfica está inserida, são necessárias análises multidisciplinares.

Embora as usinas hidrelétricas tenham como insumo um recurso renovável, a água, é fundamental respeitar o tempo de recomposição do capital natural hídrico a fim de garantir a continuidade do ciclo produtivo. Para isso, é imprescindível considerar os custos da degradação ambiental e do consumo de recursos naturais associados à geração de energia.

É importante ressaltar que quando um serviço ou bem ambiental não possui um preço estabelecido, sua demanda tende a aumentar. Isso pode levar a uma gestão inadequada dos recursos naturais, uma vez que não se atribui um valor econômico adequado a eles. Esse desequilíbrio pode resultar no esgotamento e na exploração insustentável desses recursos. (MERICO, 1996)

Portanto, é crucial reconhecer a importância de atribuir um valor econômico aos recursos naturais e serviços ambientais, a fim de promover uma gestão sustentável. Essa valoração adequada é fundamental para garantir a utilização

consciente e responsável dos recursos naturais, evitando assim seu esgotamento e gerenciamento insustentável. (MERICO, 1996)

Dentre as análises possíveis, optou-se pelo uso do método dos bens substitutos combinado a técnica da produtividade marginal para valorar a variação do capital natural hídrico com base no preço de liquidação das diferenças e com o preço praticado na plataforma da BBCE. Além disso, também foi avaliado o impacto dos recursos naturais na composição do MRE.

1.3 Objetivo Geral

Avaliar e valorar a variação do capital natural hídrico e o seu impacto na composição do MRE e nos preços da eletricidade praticados durante o período de 2018 a 2020 no submercado Sudeste/Centro-Oeste, utilizando o método dos bens substitutos e a técnica da produtividade marginal.

1.4 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) apresentar os principais agentes socioeconômicos correlatos ao capital natural hídrico, risco hidrológico, MRE e ao preço da eletricidade;
- b) apresentar as definições de variáveis associadas ao capital natural hídrico, como Energia Natural Afluenta (ENA), Energia Natural Armazenada (EAR), Média de Longo Termo (MLT), Fator de Ajuste do MRE;
- c) analisar a influência dos fenômenos ambientais e hidrológicos na definição e composição do risco hidrológico e na produção de energia elétrica;
- d) utilizar a correlação estatística de Kendall e Spearman para determinar o grau de relacionamento entre as variáveis hidrológicas, o preço de energia da BBCE, o PLD e o Fator de Ajuste do MRE; e
- e) avaliar o impacto da valoração do recurso natural e capital hídrico na composição do MRE, na formação do PLD e no comportamento dos

preços da BBCE através do método dos bens substitutos combinado com a técnica da produtividade marginal.

1.5 Metodologia de trabalho

A metodologia de pesquisa exploratória tem como objetivo prover critérios e compreensão. O método exploratório é utilizado para definir um problema com maior precisão e a pesquisa é realizada com uma amostra pequena e não representativa, em que a análise de dados é qualitativa. As averiguações são experimentais e o resultado pode ser continuado por outras pesquisas exploratórias ou conclusivas. (MALHOTRA, 2001)

A valoração ambiental é uma ferramenta que possibilita estimar um preço para bens ou serviços que não são comercializados no mercado convencional e, por consequência, não possuem valores estabelecidos (MOTTA, 1997). Para a valoração do capital natural hídrico, optou-se pelo uso do método dos bens substitutos em conjunto com a técnica da produtividade marginal.

No caso dos bens substitutos, o aumento do preço de um bem, resulta em um aumento da demanda de outro bem, dito substituto. Assim, o consumidor não perde bem-estar, quando comparado ao bem consumido anteriormente, ao consumir o bem substituto. Já, a técnica da produtividade marginal é utilizada quando o recurso natural analisado é fator de produção ou insumo na produção de algum bem ou serviço comercializado no mercado, ou seja, este método procura encontrar uma ligação entre uma mudança no fornecimento de um recurso natural e a variação na produção de um bem ou serviço de mercado (MAY, 2010). Assim, estima-se a variação de um determinado produto decorrente da variação da quantidade de bens e serviços ambientais do recurso ambiental utilizado na produção do mesmo produto. O método pode ser aplicado para se obter preços de mercado para a variação do produto ou de seus substitutos (MOTTA, 1997).

A valoração do bem ambiental foi estimada através da variação do preço da energia elétrica negociado na plataforma da BBCE (escala diária) ou do PLD (escala mensal) sobre a variação do capital hídrico, representado como a variação da precipitação (diária ou mensal acumulada), da ENA, da EAR e da MLT. Portanto,

atribuiu-se valor a algo fora do mercado através de um produto estabelecido no mercado.

Também foram aplicadas técnicas de probabilidade e estatística para análise das séries históricas com relação as variáveis hidrológicas, como precipitação, ENA, EAR, MLT e aos fenômenos socioeconômicos como Fator de Ajuste do MRE, PLD e o preço da energia elétrica comercializada na plataforma da BBCE. Assim, foram utilizadas correlações estatísticas para a análise dos dados hidrológicos, com o objetivo de determinar o grau de relacionamento entre as variáveis. Como a relação entre o recurso natural e capital hídrico na composição do MRE, formação do PLD e no comportamento dos preços na BBCE, não é linear, foram realizadas as correlações de Spearman e Kendall.

1.6 Estrutura do trabalho

Na Introdução apresenta-se a fundamentação legal e regulatória de enquadramento e os requisitos desta forma de TCC, assim como a definição do problema, a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a metodologia de trabalho.

No Apêndice A é apresentado o artigo completo, sendo que os comprovantes da apresentação do artigo no congresso, tais como fotos e certificado de participação e apresentação, estão no Apêndice B. No Apêndice C têm-se os slides de apresentação do artigo no congresso. E por fim, no Anexo A tem-se o folder de chamada para apresentação dos artigos pelo congresso.

REFERÊNCIAS

FERNANDES, G.; LIMA GOMES, L.; TEIXEIRA BRANDÃO, L. E. Mitigating Hydrological Risk with Energy Derivatives. **Energy Economics**, v. 81, p. 528–535, 2019.

IFSC. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. Florianópolis, 2018. Disponível em: http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/eletrica/files/2018/11/PPC_Eng_Elétrica_DAE_CF_IFSC_2018_v2.6.1.pdf. Acesso em: 29 mai. 2019.

IFSC. **Regulamento de TCC do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. Florianópolis, 2019. Disponível em: http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/eletrica/files/2019/05/Regulamento_TCC_EEL_CF_IFSC_2019.pdf. Acesso em: 29 mai. 2019.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAY, Peter H. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2010.

MERICO, Luiz F. K. **Introdução à Economia Ecológica**. Blumenau: Editora da FURB, 1996.

MOTTA, Ronaldo S. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo completo

C3 – Desempenho Ambiental de Sistemas

UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS PREÇOS DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO

A.L. ESPINDULA*
IFSC
BRASIL
analuisa.he@gmail.com

E.T. SICA
IFSC
BRASIL
sica.eng@gmail.com

***Resumo** – As mudanças em padrões de precipitação podem promover alterações no comportamento do capital natural hídrico, acarretando implicações no mercado de curto prazo de energia elétrica. Este artigo apresenta a técnica de produtividade marginal para valorar a variação do capital natural hídrico, restrito ao submercado SE/CO, no período de 2018 a 2020. Para tanto, também, são aplicadas as correlações estatísticas de Spearman e Kendall como forma de analisar a importância das variáveis ENA, EAR, MLT e dos preços praticados na BBCE, utilizadas na técnica proposta.*

***Palavras-chave:** Capital Hídrico – Impacto Ambiental – Valoração Ambiental – Produtividade Marginal – Mecanismo de Realocação de Energia – Preço da Eletricidade*

1 INTRODUÇÃO

As mudanças nos padrões de precipitação verificadas no período de 2018 a 2020 causaram uma diminuição na Energia Natural Afluyente (ENA) e na Energia Armazenada (EAR) dos subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Os percentuais de Energia Armazenada do subsistema Sudeste/Centro-Oeste, que é conhecido como a caixa-d'água do SIN por conta da sua capacidade de armazenamento de água, chegaram em valores críticos, e por vezes não desempenharam, como outrora, o despacho de energia elétrica através das suas usinas hidrelétricas. Outrossim, o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) não foi capaz de mitigar o risco hidrológico sistêmico, ocasionando uma diminuição do Fator de Ajuste do MRE abaixo do aceitável pelos agentes econômicos hidrelétricos. A retração do Fator de Ajuste do MRE provocou uma exposição desses agentes econômicos no mercado de curto prazo e, consequentemente, valores do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) mais elevados do que o previsto.

O incremento nos valores do PLD ocorreu pela necessidade de acionamento e despacho de fontes energéticas mais custosas, como as usinas termelétricas, para compensar o déficit na geração hidrelétrica e possibilitar o atendimento da carga do Sistema Interligado Nacional (SIN). Nesse sentido, a retração da taxa de recomposição do capital natural hídrico, considerada pela precipitação e pelo escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo, acarretou variação da disponibilidade do recurso natural com consequências sobre o produto de mercado (eletricidade) [1].

Assim, este artigo tem o objetivo de avaliar o impacto da valoração do recurso natural e capital hídrico na composição do MRE, na formação do PLD e no comportamento dos preços na BBCE através do método dos bens substitutos, por meio da técnica da produtividade marginal. O método dos bens substitutos pode ser utilizado tanto para estimar o valor de um bem/serviço de consumo não comercializado quanto para estimar o valor de um bem/serviço intermediário não comercializado. Uma das técnicas desse método é a produtividade marginal. Pela produtividade marginal dos bens substitutos, o recurso natural é considerado um insumo na função de produção de um bem de mercado e as mudanças ocorridas no recurso natural acarretam alterações na produção do bem/serviço de mercado. Para um nível de produção fixo, considerando

*Instituto Federal de Santa Catarina - Av. Mauro Ramos, 950 - Florianópolis/SC; Email: analuisa.he@gmail.com.

a taxa marginal de substituição técnica conhecida e constante, a avaliação de uma unidade do bem/serviço ambiental é direta: ela é o preço unitário do bem/serviço substituído multiplicado pela taxa marginal de substituição técnica [2].

No estudo de caso avaliado neste artigo, a variação das afluições, da ENA, da EAR e da MLT causam uma variação na produção de energia elétrica e consequentemente no comportamento dos valores do PLD e nos preços da BBCE, conforme a técnica da produtividade marginal. Para avaliar o desempenho ambiental serão aplicadas técnicas de estatística descritiva e inferência estatística para analisar o comportamento das bacias hidrográficas e hidrelétricas que compõem o submercado Sudeste/Centro-Oeste. Para avaliar o comportamento do capital natural hídrico e a relação com os preços na BBCE serão analisadas as informações de ENA e EAR obtidas junto ao ONS para as bacias/hidroelétricas que permeiam o submercado SE/CO e as informações de preços máximo, mínimo e médio praticados na BBCE e do PLD. O horizonte de tempo avaliado no artigo será de 2018 a 2020, em virtude da acessibilidade de informações.

2 SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL E BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema hidro-termo-eólico de grande porte constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e a maior parte da região Norte. A conexão dos subsistemas através da malha de transmissão, conforme a Fig. 1, permite a transferência de energia, a obtenção de ganhos sinérgicos e explora a diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias. A integração dos recursos de geração e transmissão propicia que o mercado seja atendido de maneira otimizada e com segurança. No SIN, a fonte predominante de energia elétrica é a água, utilizada pelas usinas hidráulicas que estão distribuídas em dezesseis bacias hidrográficas nas diferentes regiões do país [3].

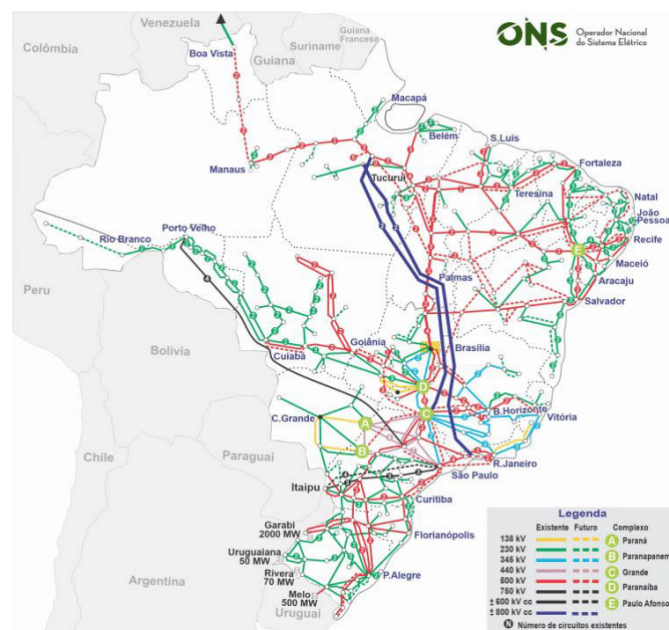


Fig. 1. Mapa do Sistema de Transmissão [4]

A fiscalização e regulação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é de responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia criada para regular o setor elétrico brasileiro, por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997 [5].

Outro agente socioeconômico de grande relevância regulado pela ANEEL é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) que é uma associação civil privada e sem fins lucrativos, responsável por viabilizar a comercialização de energia elétrica no Brasil [6]. As negociações bilaterais de compra e venda de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre (ACL) ocorrem na plataforma online da BBCE, o Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia. A BBCE foi criada em 2012 pelas principais comercializadoras de energia do país com o objetivo de trazer transparência e eficiência para as negociações do ACL [7]. Para dar

suporte aos outros agentes e auxiliar no planejamento do setor elétrico nacional com a condução de estudos e pesquisas que resultam na construção do conjunto de procedimentos e ações que permitam à realização da política necessária ao suprimento de energia foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) pela Lei 10.847/2004 [8].

A Agência Nacional de Águas (ANA) é imprescindível para o planejamento da operação do Sistema Elétrico Brasileiro pois acompanha a qualidade e quantidade das águas do país, divulga relatórios sobre a oferta e a demanda de recursos hídricos, implementa procedimentos de garantia da segurança hídrica, realiza estudos e promove debates sobre as mudanças climáticas, com o intuito de favorecer uma gestão integrada dos recursos hídricos [9]. Ademais, a ANA é responsável por definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas [10]. Os principais usos múltiplos da água no Brasil são a irrigação de lavouras, o abastecimento público, as atividades industriais, a geração de energia, a extração mineral, a aquicultura, a navegação, o turismo e o lazer. Esses usos podem retirar e consumir a água (uso consuntivo) ou não consumir diretamente a água, apesar de dependerem da manutenção de condições naturais ou de operação da infraestrutura hídrica (uso não consuntivo) [11].

A segurança hídrica em uma bacia e a manutenção dos usos da água são obtidas através da definição de condições de operação dos reservatórios, buscando dar prioridade para o consumo humano em situações de escassez, conforme previsto por lei. Também, deve-se atentar aos cenários hidrológicos de excesso, como cheias e inundações. Para os reservatórios de plantas de geração hidrelétricas, a definição das condições de operação deve ser efetuada em conjunto com o ONS. Nos casos em que os reservatórios fazem parte do SIN, os impactos das condições de operação definidas para uma região podem afetar as usinas hidrelétricas configuradas em cascata e o fornecimento de energia elétrica de outras regiões do país, extrapolando a referência da bacia hidrográfica. [12].

O despacho de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional ocorre de maneira centralizada e é realizado pelo ONS que foi criado em 26 de agosto de 1998, pela Lei nº 9.648, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/2004. O ONS possui a atribuição de coordenar e controlar o funcionamento das instalações de geração e transmissão de energia elétrica conectadas ao SIN e de planejar a operação dos sistemas isolados do país [13]. Assim, o ONS utiliza o Mecanismo de Realocação de Energia para compartilhar o risco hidrológico associado à otimização eletroenergética do SIN no que diz respeito ao despacho centralizado das unidades de geração de energia elétrica [14].

2.1 Risco Hidrológico

O Operador Nacional do Sistema definia, em documento de 2002, o risco hidrológico como decorrente da aleatoriedade das afluições. Nesse contexto, afluição é conceituada como a vazão que “chega” a um aproveitamento hidrelétrico. Assim, percebe-se que no Brasil há o entendimento implícito de que o risco hidrológico é relacionado ao não atendimento da garantia física e as repercussões disto no mercado de energia [15].

Em outros países o termo risco hidrológico é relacionado com a escassez de água, como inundações e deslizamentos. Dessa maneira, [16] analisaram o risco hidrológico dos residentes da Cidade do México, relacionando o termo risco hidrológico ao risco de enchentes e escassez de água potável. Assim como, [17] estudaram o risco hidrológico proveniente do Rio Yangtze na China, através de modelos matemáticos e simulações com o objetivo de possibilitar suporte à decisão para o controle de inundações. Já, [18] analisaram a percepção de risco geo-hidrológico da população que vive ou trabalha no sul da Itália, sendo definido como risco geo-hidrológico - o risco de enchentes e deslizamentos.

2.2 Mecanismo de Realocação de Energia e Fatores de Ajuste

O Decreto nº 2.655/1998, no art. 20, instituiu o MRE com o intuito de compartilhar o risco hidrológico relacionado à otimização do SIN no tocante ao despacho centralizado das unidades de geração de energia elétrica realizado pelo ONS. As usinas despachadas centralizadamente pelo ONS possuem participação obrigatória no MRE (todas as usinas com potência de saída superior a 50 MW e usinas com potência de saída entre 30 e 50 MW caso influenciem na qualidade da operação do SIN). Já, as usinas não despachadas centralizadamente possuem participação voluntária, podendo integrar desde que formalizem um pedido de participação na CCEE. O MRE garante que todas as usinas participantes recebam os seus níveis de garantia

física independente da produção real de energia, desde que a geração total do MRE não esteja abaixo do total de garantia física do SIN [14].

Entretanto, o MRE não consegue mitigar riscos provenientes de secas prolongadas, uma vez que tais crises hidrológicas são percebidas de maneira generalizada pelas usinas. Assim, caso a geração seja menor do que a garantia física do SIN, utiliza-se o *Generation Scaling Factor* (GSF), também conhecido como Fator de Ajuste do MRE (Ajuste_MRE) que é obtido através da razão entre a energia gerada pelas usinas no MRE e o total de garantia física dessas usinas [14].

Desde 2013, tem-se com frequência a ocorrência de déficit no MRE, ocasionando perdas financeiras significativas para os geradores hidrelétricos que fazem parte do Mecanismo de Realocação de Energia. Ou seja, visto que a geração das usinas se manteve abaixo da soma das suas garantias físicas, tem-se uma redução do GSF, expondo os geradores a compra de energia no Mercado de Curto Prazo (MCP) e ao aumento dos valores do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) pago pelas usinas [14]. O aumento do PLD, ocorre, entre outros motivos, pela necessidade de compensar o déficit na geração de energia com o acionamento de fontes mais caras, como as usinas térmicas.

O Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) é determinado através de um modelo computacional que simula o Custo Marginal de Operação (CMO) associado a solução ótima de despacho com um menor custo de geração para o próximo 1 MWh demandado. O cálculo pondera o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, assim como, a economia que essa reserva hídrica proporcionará em combustíveis das usinas termelétricas. Para esse cálculo são consideradas condições hidrológicas, preço dos combustíveis, disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão, expectativa de geração de usinas não despachadas centralizadamente, demanda de energia, custo de déficit e na entrada de novos projetos [19]. Assim, o PLD calculado para cada submercado é o CMO com uma limitação de preço mínimo (piso) e máximo (teto).

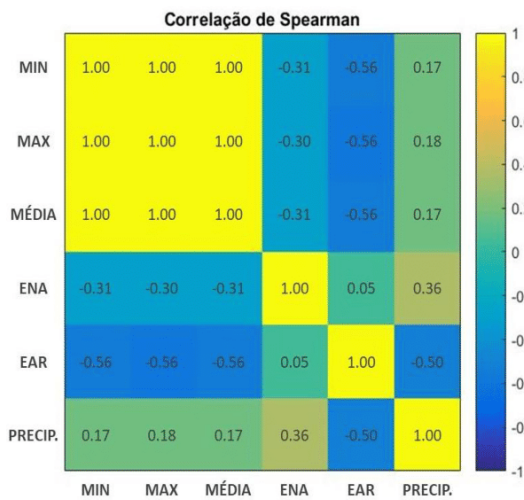
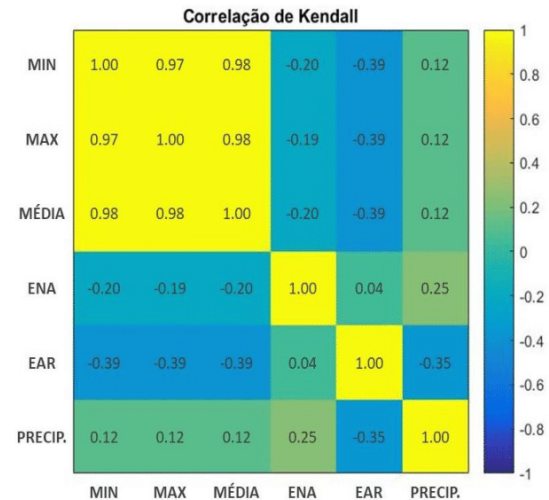
2.3 Correlação entre as variáveis hidrológicas e as variáveis de mercado

Duas variáveis são importantes para a caracterização e o diagnóstico hidrológico do SIN, a Energia Natural Afluente (ENA) e a Energia Armazenada (EAR). De acordo com [20], a ENA é calculada a partir das vazões naturais afluentes e das produtibilidades equivalentes ao armazenamento de 65% do volume útil dos reservatórios dos aproveitamentos hidroelétricos. A ENA pode possuir uma base diária, semanal, mensal ou anual e, também, por bacia e por subsistema. A comparação entre a ENA e a média histórica é definida como Média de Longo Termo (MLT), que é dada em valores percentuais. Outra variável importante, a EAR é a energia associada ao volume armazenado no reservatório em um período de um mês, considerando a produtividade na própria usina e em todas as usinas a jusante da bacia considerada e pode ser calculada a partir dos volumes armazenados nos reservatórios e das produtibilidades dos aproveitamentos hidroelétricos. A EAR é calculada por bacia e por subsistema e considera os desvios de água para reservatórios e outros aproveitamentos da bacia [20].

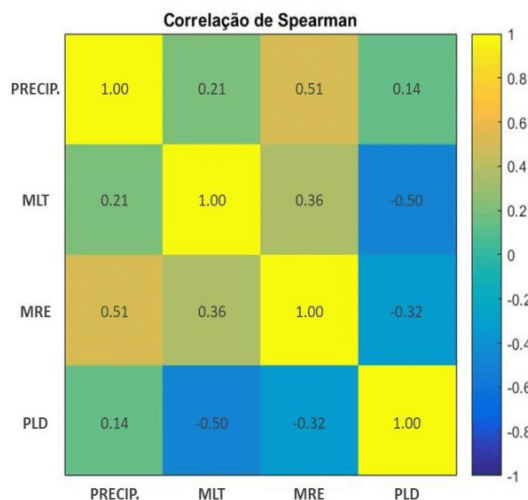
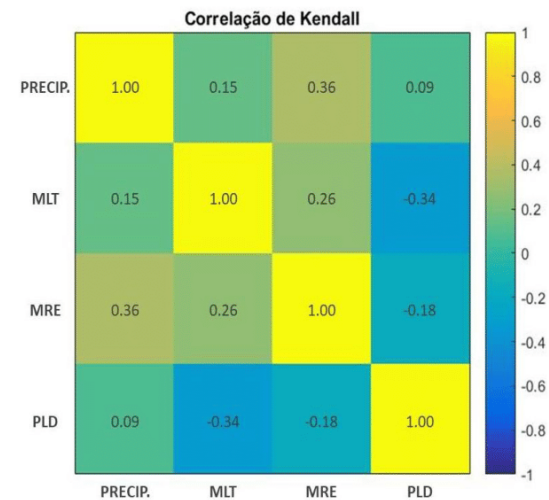
É bastante comum o uso de correlações estatísticas em análises de dados hidrológicos, com o objetivo de determinar o grau de relacionamento entre as variáveis. Para correlações lineares, pode-se utilizar a correlação de Pearson. Porém, como a relação entre o recurso natural e capital hídrico na composição do MRE, formação do PLD e no comportamento dos preços na BBCE, não é linear, foram realizadas as correlações de *Spearman* e *Kendall*. As correlações de com base de tempo diária foram mostradas na Fig. 2 e as correlações com escala mensal na Fig. 3.

Assim neste artigo, utilizou-se na Fig. 2, a ENA bruta e EAR verificada em MWm por subsistema com uma base diária em um intervalo de 2018 a 2020 para a correlação estatística com o preço diário (mínimo, médio e máximo) da BBCE [R\$] e a precipitação [mm] do subsistema SE/CO. Na Fig. 3, a Média de Longo Termo (MLT) foi correlacionada com os valores médios de PLD mensal e do Fator de Ajuste do MRE, com uma base mensal. Também, foi correlacionada a precipitação [mm] mensal acumulada do subsistema SE/CO com o Fator de Ajuste do MRE e PLD.

Os dados referentes a ENA, EAR e MLT foram extraídos da plataforma do ONS, já os valores de PLD e Fator de Ajuste do MRE, foram obtidos do site da CCEE. Os preços de energia (máximo, mínimo e médio) utilizados são dados da plataforma da BBCE. A precipitação na Bacia do Grande, Paranaíba, Paraná, Tietê, e Paranapanema compõem a precipitação total diária e acumulada (mês) do subsistema SE/CO.

Fig. 2–(a). *Spearman* DiárioFig. 2–(b). *Kendall* Diário

Na Fig. 2, a correlação das variáveis ENA e EAR com os Preços da BBCE resulta em um coeficiente de *Spearman* negativo, indicando que quanto maior a Energia Natural Afluente ou a Energia Armazenada, menor o preço praticado. Percebe-se uma maior relação entre a Energia Armazenada e os Preços de energia da BBCE, assim como, uma maior sensibilidade quando se compara a EAR com o Preço Máximo. Observa-se, também, que o coeficiente que confronta as variáveis relacionadas a precipitação com os preços não apresenta um valor expressivo. No geral, o valor absoluto do coeficiente de *Spearman* tende a ser maior que o de *Kendall*.

Fig. 3–(a). *Spearman* MensalFig. 3–(b). *Kendall* Mensal

Na Fig. 3, a precipitação acumulada durante o mês apresentou uma forte relação com o Fator de Ajuste do MRE, indicando a importância das afluências na composição dele, porém, não apresentou sensibilidade ao PLD. O coeficiente da correlação entre a Média de Longo Termo (MLT) e o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) indicou uma relação da MLT na formação do PLD.

3 MÉTODO DOS BENS SUBSTITUTOS

Para o setor energético o funcionamento do ecossistema em si não é tão importante quanto as relações entre o setor elétrico, a economia, a sociedade e o meio ambiente. A visão de ecossistema que interessa à economia não é a perspectiva das espécies e sim os componentes abióticos, a matéria e a energia que determinam a organização e a hierarquia do sistema. O nível de bem-estar e a economia nacional são

dependentes do trabalho, da tecnologia e da capacidade de assimilação e carga dos capitais naturais, contudo tais capitais estão no exterior do sistema econômico de mercado, não sendo muitas vezes considerados. A economia de bem-estar preconiza, por meio das funções utilidade, a equivalência entre todos os bens; desta forma, os estoques de capital natural (recursos esgotáveis e não-esgotáveis) e de capital técnico (conjunto de bens produzidos antropicamente) podem ser compensados. Contudo, isto será eficiente caso os bens técnicos possam assegurar a função e as condições de reprodutibilidade dos bens ambientais [21].

Há muitos métodos de valoração ambiental que se distinguem por técnicas fundamentadas na teoria econômica da utilidade, tais como avaliação de contingência ou custo de viagem. Todavia, tal abordagem metodológica carece por não precisar o valor do capital natural em si, dependendo do contexto (em espaço e tempo), ou seja, a valoração de um capital natural é diferente para distintos momentos e condições econômicas. Conquanto, trata-se de uma abordagem válida quando são minoradas as influências antrópicas na valoração do bem e serviço ambiental, o que é o caso abordado neste artigo. As variáveis e fenômenos ambientais tratados no artigo não possuem influência direta antrópica, apenas em sua medição e verificação. Assim, propõem o uso do método dos bem substitutos que é categorizado como indireto, pois estima o valor de um bem ambiental, indiretamente por meio de uma função de produção com o objetivo de obter o impacto de uma mudança do recurso natural na atividade econômica, utilizando como referência produtos de mercado que são afetados pela variação do recurso natural [22]. Então, aplica-se para estimar o valor de um bem/serviço de consumo não comercializado seja intermediário ou não. A principal premissa da metodologia de mercado de bens substitutos é de que a perda de qualidade ou escassez do bem/serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o nível de bem-estar social [23].

3.1 Técnica da Produtividade Marginal

A técnica da produtividade marginal tem como princípio que variações no bem ambiental podem influenciar de modo direto ou indireto, os custos. Portanto, o valor dessas variações na produtividade serve como uma estimativa do valor da alteração do bem ambiental que as provocou [23]. Nesse sentido, ao considerar a função de produção econômica de uma planta hidrelétrica não apenas por meio do capital tecnológico e trabalho empregados para produção de eletricidade, mas, também, por meio do capital hídrico, que é externo a estrutura de mercado, portanto não comercializado e do capital tecnológico e trabalho, que é interno a estrutura de mercado, portanto comercializados, tem-se que um aumento no bem/serviço ambiental (capital natural hídrico) causará uma redução no custo para produção de eletricidade (neste caso do CMO e consequentemente do PLD). A valoração do bem ambiental foi estimada através da variação do preço da energia elétrica negociado na plataforma da BBCE (escala diária) ou do PLD (escala mensal) sobre a variação do capital hídrico, representado como a variação da precipitação (diária ou mensal acumulada), da ENA, da EAR e da MLT. Portanto, atribuiu-se valor a algo fora do mercado (precipitação, ENA, EAR, MLT) através de um produto estabelecido no mercado, a eletricidade. A valoração do capital hídrico em escala diária é mostrada na Tabela I e em escala mensal, na Tabela II.

TABELA I. VALORAÇÃO DO CAPITAL HÍDRICO EM ESCALA DIÁRIA

Período	Valoração ENA [R\$/ MWm]			Valoração EAR [R\$/ MWm]			Valoração Precipitação [R\$/ mm]		
	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média
2018	0,000	0,481	0,024	0,000	0,233	0,018	0,000	1540,000	12,093
2019	0,000	0,570	0,023	0,000	1,910	0,045	0,000	70,000	2,343
2020	0,000	1,122	0,019	0,000	0,467	0,024	0,000	1569,000	11,075
2018 - 2020	0,000	1,122	0,022	0,000	1,910	0,030	0,000	1569,000	8,242

A valoração da ENA, EAR e precipitação é zero quando não ocorre variação do preço de fechamento diário na BBCE. A atribuição máxima para a ENA e da precipitação ocorreu em outubro de 2020 e foi ocasionada pela variação diária do preço de fechamento da BBCE em R\$ 156,09. O maior valor para a EAR é encontrado em abril de 2019, resultado de uma variação de apenas 2,2 MWm na Energia Armazenada do subsistema. O valor médio para a precipitação no intervalo de 2018 até 2020 foi de R\$ 8,242 /mm.

TABELA II. VALORAÇÃO DO CAPITAL HÍDRICO EM ESCALA MENSAL

Período	Valoração MLT [R\$/ Δ %]			Valoração Precipitação Acumulada [R\$/ mm]		
	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média
2018	0,000	154,429	34,385	0,000	11,790	1,578
2019	1,754	416,000	70,086	0,066	10,380	1,604
2020	0,681	64,265	16,440	0,012	13,446	2,197
2018 – 2020	0,000	416,000	40,473	0,000	13,446	1,799

Considerando-se uma escala mensal, somente de julho de 2018 para agosto de 2018 não houve variação do PLD, justificando os valores mínimos de MLT e precipitação acumulada zerados em 2018. O valor máximo obtido para a MLT ocorreu de março para abril de 2019 por conta da variação de apenas 0,12% da Média de Longo Termo de um mês para o outro. O ano de 2019 também apresentou a maior média anual atribuída para a MLT, de R\$ 70,09/ Δ %. A média do período de 2018 a 2020 foi de R\$ 40,47/ Δ %. O maior valor determinado para a precipitação acumulada foi em 2020, por conta da variação de apenas 2,40 mm na precipitação mensal de abril para março de 2020. O valor imputado para a precipitação acumulada média de 2018 até 2020 foi de R\$ 1,799/ mm.

4 CONCLUSÕES

Foram aplicadas as correlações estatísticas de *Kendall* e *Spearman* para avaliar o desempenho ambiental e analisar o comportamento da Energia Natural Afluente (ENA), da Média de Longo Termo (MLT), da Energia Armazenada (EAR) e da precipitação total no subsistema Sudeste/Centro-Oeste através do confronto com o Fator de Ajuste do MRE, o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) e dos preços mínimos, máximos, médios e de fechamento da BBCE no submercado Sudeste/Centro-Oeste. Assim, foi possível mensurar a sensibilidade dos preços quando relacionados com a variação do recurso natural e do capital hídrico.

Quando analisadas as correlações em uma base de tempo diária, o coeficiente de *Spearman* entre a Energia Armazenada (EAR) e os preços apresentou uma maior sensibilidade. Por outro lado, a precipitação não obteve uma boa relação quando confrontada com os preços em base mensal ou diária. Em base diária, percebe-se que a precipitação não tem uma relação significativa com o preço, mas possui uma relação inversa com a EAR, que pode ser justificada através do aumento da vazão turbinada pelas usinas hidráulicas do subsistema frente a consolidação de uma previsão de chuva.

Em uma base de tempo mensal, a precipitação apresentou uma forte relação com o Fator de Ajuste do MRE, indicando a importância das aflúências na composição do mesmo, mas não apresentou sensibilidade ao PLD. O coeficiente da correlação entre a Média de Longo Termo (MLT) e o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) indicou uma relação entre as variáveis.

Após encontrar os graus de relação entre as variáveis hidrológicas e o preço, pode-se avaliar o desempenho ambiental através da valoração econômica do capital hídrico que foi realizada utilizando o método dos bens substitutos combinado com a técnica da produtividade marginal. Assim, foi possível atribuir valor a ENA, EAR, MLT e precipitação (diária e mensal) através do preço de energia negociado na BBCE e do PLD.

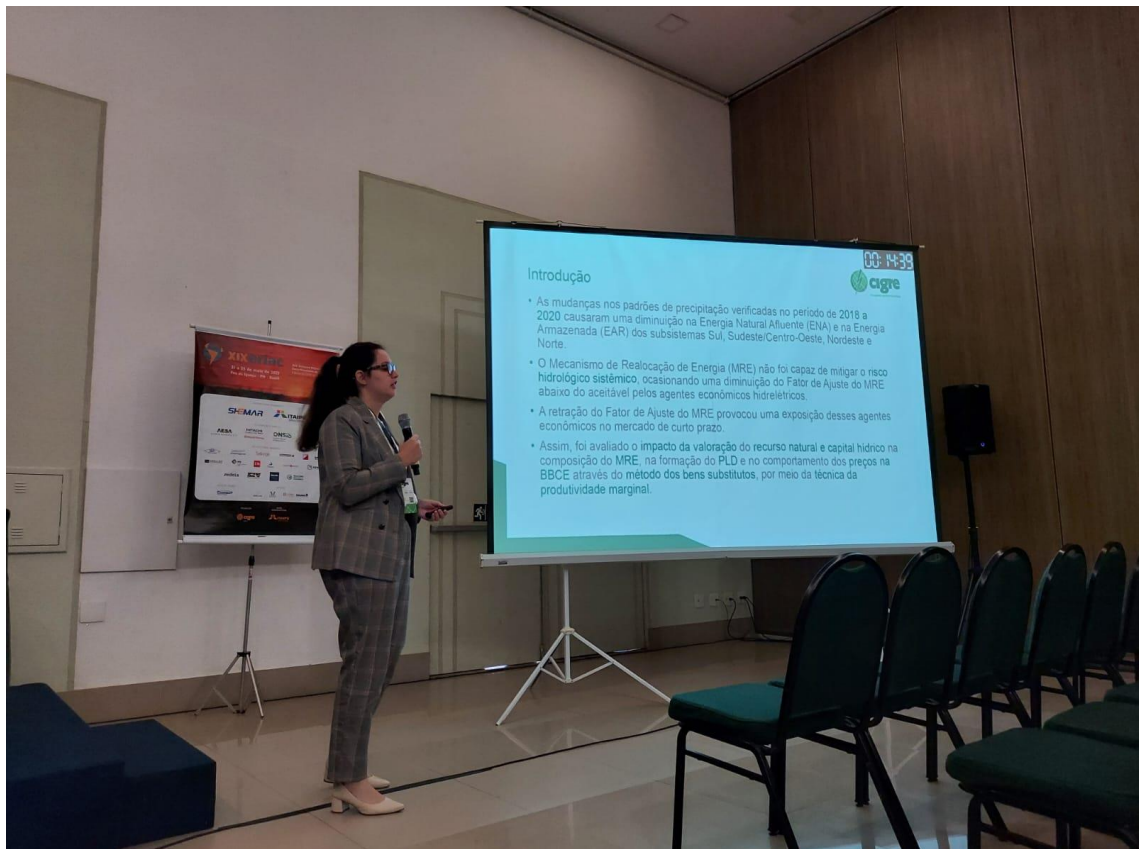
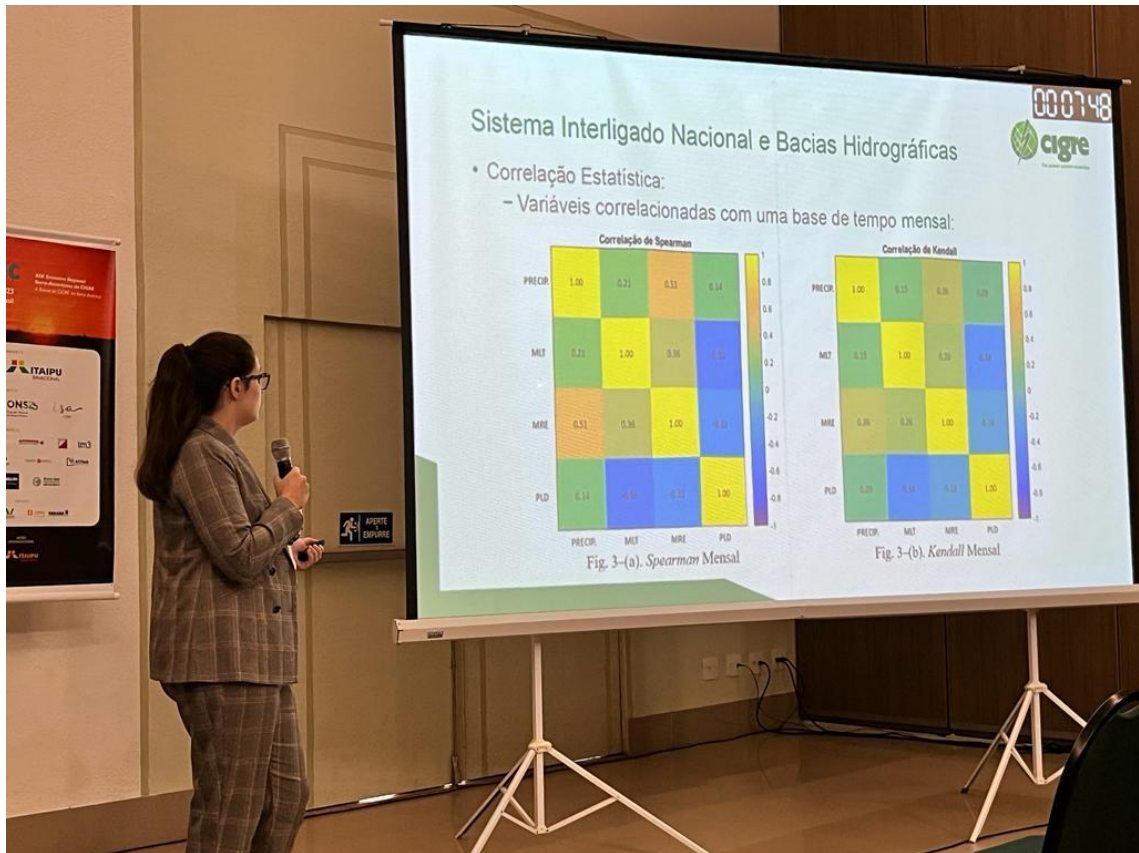
Quando o valor atribuído para a ENA, EAR, PLD e MLE é zero, significa que não houve variação no valor do preço de fechamento de energia diário no PLD mensal. Já, valores maiores estão relacionados a uma variação pequena do capital hídrico no intervalo analisado. O intuito do artigo é promover a valoração do capital natural hídrico, não obstante que o método e a técnica aplicadas não têm a pretensão de capturar o valor do bem e serviço ambiental em si, mas apenas sinalizar a sua importância em um período restrito e um horizonte de tempo limitado. Com isso se pretende alçar o conceito de capital natural e a interdependência entre as atividades econômicas, sendo a economia um sistema aberto e dependente dos recursos naturais.

5 REFERÊNCIAS

- [1] E. T. Sica e C. C. d. B. Camargo. “Planejamento integrado dos recursos hídricos para geração de energia elétrica considerando múltiplos critérios e a dinâmica do capital natural”. *EletroEvolução*: CIGRÉ. pp. 57-65. 2008.

- [2] E. T. Sica e C. C. d. B. Camargo, "The Water Use while Critical Natural Capital in the Context of the Brazilian Electric Sector.," *IEEE Transmission And Distribution - Latin America*, São Paulo, 2004
- [3] ONS. "O Sistema Interligado Nacional" *Operador Nacional do Sistema Elétrico*. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin> (acesso em 01 fev. 2023).
- [4] ONS. "Mapa dos Quantitativos de Margens para os Leilões de Energia". *Operador Nacional do Sistema Elétrico*. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas> (acesso em 01 fev. 2023).
- [5] ANEEL. "A ANEEL". Agência Nacional de Energia Elétrica. *Ministério das Minas e Energia*. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/a-aneel> (acesso em 01 fev. 2023).
- [6] CCEE. "Governança". *Câmara de Comercialização de Energia Elétrica*. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/relatoriodeadministracao/20-governanca-10.html> (acesso em 01 fev. 2023).
- [7] BBCE. "Quem somos". *Balcão Brasileiro de Comercialização de Energia Elétrica*. Disponível em: <https://www.bbce.com.br/quem-somos/> (acesso em 01 fev. 2023).
- [8] EPE. "Quem Somos". Empresa de Pesquisa de Energia. *Ministério das Minas e Energia*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos> (acesso em 01 fev. 2023).
- [9] ANA. "Panorama das Águas". Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima*. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas> (acesso em 01 fev. 2023).
- [10] BRASIL. Casa Civil, da Subchefia para Assuntos Jurídicos. (2000, Jul. 10). "Decreto-Lei nº 9984/2000". Disponível: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm
- [11] ANA. "Usos da Água". Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima*. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua> (acesso em 01 fev. 2023).
- [12] ANA. "Condições de Operação". Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima*. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/condicoes-de-operacao> (acesso em 01 fev. 2023).
- [13] ONS. "O QUE É ONS". *Operador Nacional do Sistema Elétrico*. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons> (acesso em 01 fev. 2023)
- [14] CCEE. "Regras de Comercialização – Mecanismo de Realocação de Energia", *Câmara de Comercialização de Energia Elétrica*. Brasília, 2023.
- [15] ONS. "Procedimentos de Rede – Submódulo 20.1 – Definições e Glossário", *Operador Nacional do Sistema Elétrico*, Brasília, 2002.
- [16] R. E. Shelton, A. Baeza, M. A. Janssen, and H. Eakin, "Managing household socio-hydrological risk in Mexico city: A game to communicate and validate computational modeling with stakeholders," *Journal of Environmental Management*, vol. 227, pp. 200–208, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.08.094.
- [17] Y. R. Fan, W. W. Huang, G. H. Huang, Y. P. Li, K. Huang, and Z. Li, "Hydrologic risk analysis in the Yangtze River basin through coupling Gaussian mixtures into copulas," *Advances in Water Resources*, vol. 88, pp. 170–185, Fev. 2016, doi: 10.1016/j.advwatres.2015.12.017.
- [18] L. Antronico, R. Coscarelli, F. de Pascale, and F. Muto, "Geo-hydrological risk perception: A case study in Calabria (Southern Italy)," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 25, pp. 301–311, Out. 2017, doi: 10.1016/j.ijdr.2017.09.022.
- [19] CCEE. "CONCEITOS DE PREÇO". *Câmara de Comercialização de Energia Elétrica*, Disponível em: <https://www.ccee.org.br/precos/conceitos-precos> (acesso em 01 fev. 2023).
- [20] ONS. "Procedimentos de Rede – Submódulo 23.5 – Critérios para estudos hidrológicos", *Operador Nacional do Sistema Elétrico*, Brasília, 2010.
- [21] E. T. Sica e C. C. d. B. Camargo, "Instrumentos Econômicos de Gestão e Regulação Ambiental aplicados ao Setor Energético em Ambiente de Mercado". *X Congresso Brasileiro de Energia*, Rio de Janeiro. X CBE, 2004.
- [22] L. F. K Merico, *Introdução à Economia Ecológica*, 1ª Ed. Blumenau: EDIFURB, 1996.
- [23] C. V. Cavalcanti, *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*, 4ª Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

APÊNDICE B – Comprovante de apresentação







cigre
Brasil



xixeriac

21 a 25 de maio de 2023
Foz do Iguaçu | PR | Brasil

PROMOÇÃO



APOIO
ORGANIZACIONAL



**ANA LUISA H
ESPINDULA**
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA
CATARINA





xixeriac

21 a 25 de maio de 2023
Foz do Iguaçu | PR | Brasil

XIX Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE
A Bienal do CIGRE na Ibero-América

CERTIFICADO



Código de validação

Certificamos que **ANA LUISA HECK ESPINDULA** apresentou o trabalho técnico "UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO E VALORAÇÃO DA VARIAÇÃO DO CAPITAL NATURAL HÍDRICO E SEU IMPACTO NO MRE E NOS PREÇOS DA ELETRICIDADE: UM ESTUDO DE CASO" no XIX ERIAC – Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE-BRASIL, realizado no período de 21 a 25 de maio de 2023.

FOZ DO IGUAÇU, 25 DE MAIO DE 2023

João Carlos de Oliveira Mello
Diretor-Presidente do CIGRE-Brasil

Rodrigo Gonçalves Pimenta
Coordenador Geral e Executivo do XIX ERIAC

PROMOÇÃO



APOIO
ORGANIZACIONAL



xixeriac

21 a 25 de maio de 2023
Foz do Iguaçu | PR | Brasil

XIX Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE
A Bienal do CIGRE na Ibero-América

CERTIFICADO

Certificamos que, **ANA LUISA HECK ESPINDULA** participou do **XIX ERIAC – Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE**, realizado em Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, no período de 21 a 25 de maio de 2023.

Foz do Iguaçu, 25 de maio de 2023.

João Carlos de Oliveira Mello
Diretor-Presidente do CIGRE-Brasil

Rodrigo Gonçalves Pimenta
Coordenador Geral e Executivo do XIX ERIAC

PROMOÇÃO



APOIO
ORGANIZACIONAL



APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso



cigre
RIAC

XIXeriac

**XIX Encontro Regional
Ibero-americano do CIGRE**
Foz do Iguaçu - Paraná - Brasil, 21 a 25 de maio de 2023

CE-C3 - Uma proposta de avaliação e valoração da variação do capital natural hídrico e seu impacto no MRE e nos preços da eletricidade: um estudo de caso

Ana Luisa Heck Espindula – Everthon Taghori Sica

IFSC – INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

cigre
For power system expertise

Brasil

cigre
Brasil

ITAIPU
BINACIONAL

Introdução



- As mudanças nos padrões de precipitação verificadas no período de **2018 a 2020** causaram uma diminuição na Energia Natural Afluenta (ENA) e na Energia Armazenada (EAR) dos subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte.
- O Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) não foi capaz de mitigar o **risco hidrológico sistêmico**, ocasionando uma diminuição do Fator de Ajuste do MRE abaixo do aceitável pelos agentes econômicos hidrelétricos.
- A retração do Fator de Ajuste do MRE provocou uma exposição desses agentes econômicos no mercado de curto prazo.
- Assim, foi avaliado o **impacto da valoração do recurso natural e capital hídrico** na composição do **MRE**, na formação do **PLD** e no comportamento dos **preços na BBCE** através do **método dos bens substitutos**, por meio da **técnica da produtividade marginal**.

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- O Sistema Interligado Nacional é um sistema hidro-termo-eólico constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte.
- A interligação dos subsistemas permite a transferência de energia, a obtenção de ganhos sinérgicos e **explora a diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias**.

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- **Mecanismo de Realocação de Energia:**
 - Intuito de **compartilhar o risco hidrológico** relacionado à otimização do SIN no tocante ao despacho centralizado das unidades de geração de energia elétrica realizado pelo ONS.
 - Garante que todas as **usinas participantes recebam os seus níveis de garantia física** independente da produção real de energia, desde que a geração total do MRE não esteja abaixo do total de garantia física do SIN.
 - Generation Scaling Factor (GSF) ou **Fator de Ajuste do MRE:**
 - É obtido através da **razão** entre a **energia gerada pelas usinas** no MRE e o total de **garantia física** dessas usinas.
 - Com a **geração** das usinas **abaixo da soma das suas garantias físicas**, tem-se uma **redução do GSF**, expondo os geradores a compra de energia no **Mercado de Curto Prazo (MCP)** e ao aumento dos valores do **Preço de Liquidação das Diferenças (PLD)** pago pelas usinas.

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- Risco Hidrológico:
 - Decorrente da aleatoriedade das afluições.
 - Afluência é conceituada como a vazão que “chega” a um aproveitamento hidrelétrico.
 - Relacionado ao **não atendimento da garantia física** e as repercussões disto no mercado de energia.
 - Associado a **escassez** (secas) e **excesso** de água (inundações).

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- Variáveis Hidrológicas:
 - **Energia Natural Afluente:**
 - A ENA é calculada a partir das **vazões naturais afluentes** e das produtibilidades equivalentes ao **armazenamento de 65% do volume útil dos reservatórios** dos aproveitamentos hidroelétricos.
 - **Média de Longo Termo:**
 - A **comparação entre a ENA e a média histórica** é definida como Média de Longo Termo (MLT), que é dada em valores percentuais.
 - **Energia Armazenada:**
 - É a energia associada ao **volume armazenado no reservatório** em um período de um mês, considerando a produtividade na própria usina e em todas as usinas a jusante da bacia e pode ser calculada a partir dos volumes armazenados nos reservatórios e das produtibilidades dos aproveitamentos hidroelétricos.
 - Considera os **desvios de água** para reservatórios e outros aproveitamentos da bacia.

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- **Correlação Estatística:**

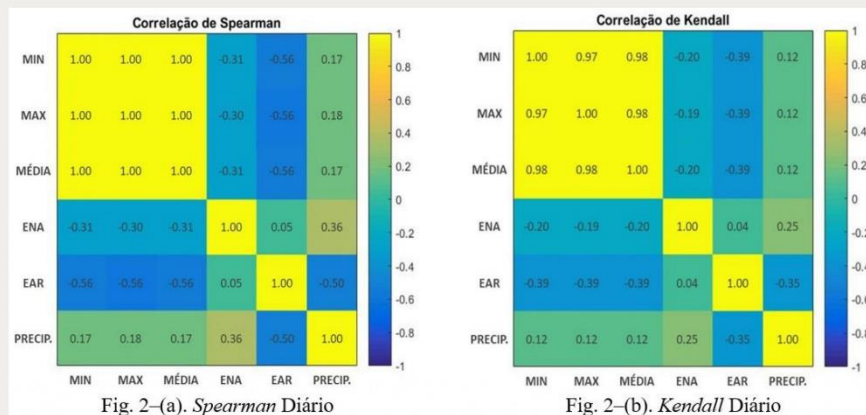
- É utilizada em análises de dados hidrológicos, com o objetivo de determinar o grau de relacionamento entre as variáveis.
- Como a relação entre o recurso natural e capital hídrico na composição do MRE, formação do PLD e no comportamento dos preços na BBCE, não é linear, foram realizadas as correlações de Spearman e Kendall.
- Variáveis correlacionadas com uma base de tempo diária:
 - ENA bruta [MWm] ;
 - EAR verificada [MWm];
 - Precipitação [mm];
 - Preço diário (mínimo, médio e máximo) da BBCE [R\$] .

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- **Correlação Estatística:**

- Variáveis correlacionadas com uma base de tempo diária:



Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- Correlação Estatística:
 - Variáveis correlacionadas com uma base de tempo mensal:
 - Precipitação mensal acumulada [mm];
 - Média de Longo Termo (MLT) [%];
 - Fator de Ajuste do MRE [%];
 - Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) [R\$].

Sistema Interligado Nacional e Bacias Hidrográficas



- Correlação Estatística:
 - Variáveis correlacionadas com uma base de tempo mensal:

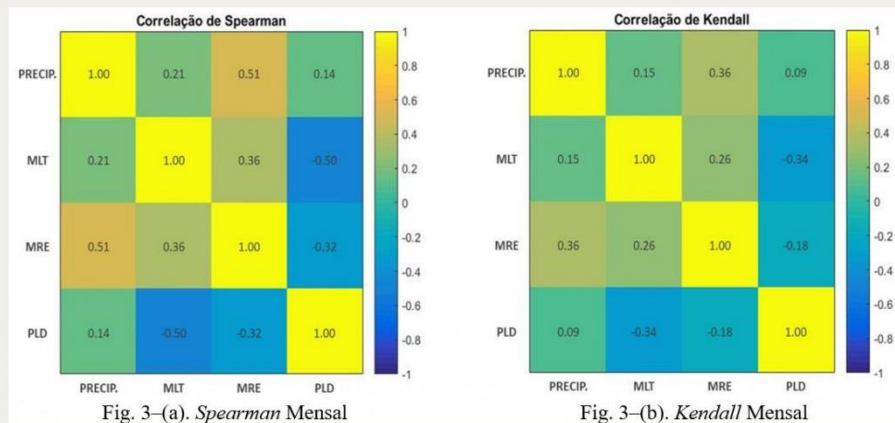


Fig. 3-(a). *Spearman* Mensal

Fig. 3-(b). *Kendall* Mensal



Método dos Bens Substitutos

- O método dos bens substitutos é categorizado como indireto, pois estima o valor de um bem ambiental, indiretamente por meio de uma função de produção com o objetivo de obter o impacto de uma mudança do recurso natural na atividade econômica, utilizando como referência produtos de mercado que são afetados pela variação do recurso natural.
- Então, aplica-se para estimar o valor de um bem/serviço de consumo não comercializado seja intermediário ou não.
- A principal premissa da metodologia de mercado de bens substitutos é de que a perda de qualidade ou escassez do bem/serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o nível de bem-estar social.



Método dos Bens Substitutos

- Técnica da Produtividade Marginal:
 - A técnica da produtividade marginal tem como princípio que variações no bem ambiental podem influenciar de modo direto ou indireto, os custos.
 - O valor dessas variações na produtividade serve como uma estimativa do valor da alteração do bem ambiental que as provocou.
 - O aumento no bem/serviço ambiental (capital natural hídrico) causará uma redução no custo para produção de eletricidade (neste caso do CMO e consequentemente do PLD).
 - A valoração do bem ambiental foi estimada através da variação do preço da energia elétrica negociado na plataforma da BBCE (escala diária) ou do PLD (escala mensal) sobre a variação do capital hídrico, representado como a variação da precipitação (diária ou mensal acumulada), da ENA, da EAR e da MLT.
 - Portanto, atribuiu-se valor a algo fora do mercado (precipitação, ENA, EAR, MLT) através de um produto estabelecido no mercado, a eletricidade.

Método dos Bens Substitutos

- Técnica da Produtividade Marginal:
 - Valoração do capital hídrico em escala **diária**:

TABELA I. VALORAÇÃO DO CAPITAL HÍDRICO EM ESCALA DIÁRIA

Período	Valoração ENA [R\$/ MWm]			Valoração EAR [R\$/ MWm]			Valoração Precipitação [R\$/ mm]		
	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média
2018	0,000	0,481	0,024	0,000	0,233	0,018	0,000	1540,000	12,093
2019	0,000	0,570	0,023	0,000	1,910	0,045	0,000	70,000	2,343
2020	0,000	1,122	0,019	0,000	0,467	0,024	0,000	1569,000	11,075
2018 - 2020	0,000	1,122	0,022	0,000	1,910	0,030	0,000	1569,000	8,242

Método dos Bens Substitutos

- Técnica da Produtividade Marginal:
 - Valoração do capital hídrico em escala **mensal**:

TABELA II. VALORAÇÃO DO CAPITAL HÍDRICO EM ESCALA MENSAL

Período	Valoração MLT [R\$/ Δ %]			Valoração Precipitação Acumulada [R\$/ mm]		
	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média
2018	0,000	154,429	34,385	0,000	11,790	1,578
2019	1,754	416,000	70,086	0,066	10,380	1,604
2020	0,681	64,265	16,440	0,012	13,446	2,197
2018 - 2020	0,000	416,000	40,473	0,000	13,446	1,799

Conclusões



- Quando analisadas as correlações em uma base de tempo diária, o **coeficiente de Spearman** entre a **Energia Armazenada (EAR)** e os **preços** apresentou uma maior sensibilidade.
- A **precipitação** não obteve uma boa relação quando confrontada com os **preços em base mensal ou diária**.
- Em base diária, percebe-se que a **precipitação** não tem uma relação significativa com o preço, mas possui uma **relação inversa** com a **EAR**, que pode ser justificada através do **aumento da vazão turbinada pelas usinas hidráulicas do subsistema frente a consolidação de uma previsão de chuva**.
- Em uma base de tempo mensal, a **precipitação** apresentou uma **forte relação** com o **Fator de Ajuste do MRE**, indicando a importância das **afluências na composição do mesmo**, mas não apresentou sensibilidade ao **PLD**.
- O coeficiente da correlação entre a **Média de Longo Termo (MLT)** e o **Preço de Liquidação das Diferenças (PLD)** indicou uma **relação entre as variáveis**.

Conclusões



- Após encontrar os graus de relação entre as variáveis hidrológicas e o preço, pode-se avaliar o desempenho ambiental através da valoração econômica do capital hídrico que foi realizada utilizando o método dos bens substitutos combinado com a técnica da produtividade marginal.
- Assim, foi possível **atribuir valor a ENA, EAR, MLT e precipitação (diária e mensal) através do preço de energia negociado na BBCE e do PLD**.
- Quando o **valor atribuído para a ENA, EAR, PLD e MLE é zero**, significa que **não houve variação no valor do preço de fechamento de energia diário ou no PLD mensal**.
- Já, **valores maiores estão relacionados a uma variação pequena do capital hídrico no intervalo analisado**.

Conclusões



- O intuito é promover a **valoração do capital natural hídrico**, não obstante que o método e a técnica aplicadas não têm a pretensão de capturar o valor do bem e serviço ambiental em si, mas apenas sinalizar a sua importância em um período restrito e um horizonte de tempo limitado.
- Com isso se pretende alçar o conceito de capital natural e a interdependência entre as atividades econômicas, sendo a economia um sistema aberto e dependente dos recursos naturais.



ANEXOS

ANEXO A – Folder de chamada do congresso

BOLETIM 1



xixeriacy

XIX Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE
A Bienal do CIGRE na Ibero-América

Mais que um Encontro, o
 XIX ERIAC será um grande
 Reencontro.

21 a 25 de maio de 2023 | Foz do Iguaçu, Brasil



Retirada do estator da Unidade 6 – Usina de Itaipu. Foto: Alexandre Marchetti / Acervo Itaipu Binacional

Colaboram

Comitês Nacionais
 Argentino, Chileno,
 Colombiano, Espanhol,
 Mexicano, Peruano,
 Paraguuaio e Português.

Promoção



Apoio Organizacional



ANTECEDENTES

O Encontro Regional Ibero-americano do CIGRE, abreviadamente denominado “ERAC”, é o Seminário internacional do CIGRE mais importante da “Região Ibero-americana do CIGRE” (RIAC).

Desde o ano de 1987 é realizado a cada dois anos na tríplice fronteira, onde nasceu no ano de 1986, como “Encontro Regional Latino-americano do CIGRE” (ERLAC).

Este lugar, que é especialmente atrativo por suas belezas naturais, facilita a participação de profissionais dos três países fronteiriços da área – Brasil, Argentina e Paraguai –, que alternadamente sediam, nessa ordem, a organização do evento.

Cabe nesta oportunidade ao Comitê Nacional Brasileiro do CIGRE organizar a décima nona edição, o XIX ERIAC.

No ano 2000, durante a Bienal do CIGRE em Paris, realizou-se a primeira reunião programada de representantes dos Comitês Nacionais Ibero-americanos do CIGRE, cuja ação conjunta concluiu, durante o X ERLAC, na Argentina, em 19 de maio de 2003, com a proposta ao CIGRE da criação da Região Ibero-americana do CIGRE (RIAC), que foi aprovada em 28/8/2004. De modo que, desde o XI Encontro, realizado em maio de 2005 no Paraguai, o evento deixou de ser latino-americano para converter-se em ibero-americano: ERIAC em vez de ERLAC. Até o presente, transcorreram dez ERLAC e oito ERIAC.

Quem já teve a oportunidade de presenciar alguma das famosas e tradicionais Sessões Bienais do CIGRE em Paris observará que o ERIAC é a Bienal da RIAC, que se realiza em um lugar paradisíaco, com a apresentação e discussão de trabalhos técnicos, mais uma exposição técnica comercial. A qualidade técnica das atividades do CIGRE, somada ao espírito de camaradagem e amizade sempre presente nas reuniões, se acentuam no ERIAC, graças ao calor humano próprio dos ibero-americanos e da empatia de seus laços culturais.

DATAS-CHAVE

30/09/2022	Data limite para apresentação de resumos de trabalhos técnicos
15/11/2022	Comunicação aos autores dos resumos aprovados e não aprovados
15/01/2023	Data limite para entrega dos trabalhos técnicos em formato digital
31/01/2023	Publicação do Boletim nº 2
15/02/2023	Início das inscrições
15/03/2023	Comunicação aos autores dos trabalhos técnicos aprovados e não aprovados
20/03/2023	Publicação do programa de apresentação dos trabalhos técnicos
31/03/2023	Publicação do Boletim nº 3
21 a 25/05/2023	Realização do XIX ERIAC

O XIX ERIAC

Com o XIX ERIAC, a Região Ibero-americana do CIGRE (RIAC) tem por objetivo continuar consolidando as inovações que vem implantando com êxito desde o XVI ERIAC, que fazem com que o evento tenha cada vez mais qualidade. Para isso, participam ativamente da organização do ERIAC, além da Argentina, Brasil e Paraguai, os seis outros Comitês Nacionais Ibero-americanos do CIGRE: Chileno, Colombiano, Espanhol, Mexicano, Peruano e Português.

Assim, o ERIAC é um evento Ibero-americano do CIGRE, concebido e desenvolvido atendendo pautas da RIAC, sob a responsabilidade do país organizador.

Entre outras disposições que fazem a organização e desenvolvimento de um ERIAC, podem ser citadas as seguintes:

- **Comitê Assessor da RIAC para o ERIAC (CARE):** Órgão composto por representantes da Comissão Organizadora e dos outros oito Comitês, para que o evento, tanto em seus aspectos técnicos quanto organizacionais, seja realizado de acordo e com a utilização das melhores experiências e valores da RIAC;
- **Comitê Técnico Acadêmico para o ERIAC com referências internacionais da RIAC:** integrado, entre outros profissionais de destaque, por Membros Regulares Ibero-americanos dos 16 Comitês Internacionais de Estudo do CIGRE, que serão especificamente responsáveis pela avaliação de resumos e trabalhos técnicos (sistema de revisão por pares ou arbitragem);
- **Programação das sessões técnicas:** as sessões técnicas de cada Comitê de Estudo (CE) são realizadas em até dois dos três dias do evento, para benefício dos participantes que podem ter limitações de tempo, ou para facilitar a participação em sessões de outros CEs. São realizados blocos temáticos de 90 minutos de apresentação, com quatro trabalhos (15 minutos cada), além de um espaço comum, no final, de 30 minutos para perguntas e discussões conjuntas (o que maximiza o número de apresentações no mesmo horário e reduz o impacto da ausência imprevista de autores). Esforços são feitos para evitar a sobreposição entre CEs relacionados;
- **Particularidades da programação geral:** Conferência Técnica de interesse geral durante a Cerimônia de Abertura; ExpoERiac durante os dias do evento; anúncio de trabalhos premiados e entrega de premiação durante a Cerimônia de Encerramento; visita técnica no dia seguinte ao encerramento das Sessões Técnicas. Cerimônia de Encerramento e Fórum das Nações durante o último dia das Sessões Técnicas.

AUTORIDADES DO XIX ERIAC

Presidente do XIX ERIAC

Saulo José Nascimento Cisneiros

Presidente Honorário do XIX ERIAC e Presidente da RIAC

Pablo Rodríguez Herrerías

Presidente do Comitê de Organização do XIX ERIAC

José Henrique Machado Fernandes

Comitê Assessor da RIAC para o ERIAC (CARE)

Presidente Pablo Rodríguez Herrerías (ES)

Membros Jorge Nizovoy (AR), Félix Gallego (AR), Saulo José Nascimento Cisneiros (BR), Antonio Simões Pires (BR), Iony Patriota de Siqueira (BR), José Henrique Machado Fernandes (BR), Antonio Carlos Barbosa Martins (BR), María Nohemí Arboleda Arango (CO), Liliana M. Pineda Hernandez (CO), Carlos Vanegas (CO), Jaime Alejandro Zapata (CO), Guillermo Rodríguez Gaya (ES), Enrique Ramon Chaparro Viveros (PY), Carolina Montserrat Villasanti Lopez (PY), Jaime Guerra Montes De Oca (PE), Pedro Cabral (PT).

Comitê Técnico do XIX ERIAC (CTE)

Coordenador Antonio Carlos Barbosa Martins (CN Brasileiro)

Vice Coordenadora María Nohemí Arboleda Arango (CN Colombiano)

Secretário Flavio Rodrigo de Miranda Alves (CN Brasileiro)

Membros ARGENTINA:

Alejandro Cannatella; Ezequiel González; Daniel Alejandro Nieto; Fernando Werner Seybold; Leonardo Ariel Medaglia; Germán Gustavo Lorenzón; Fabián Corasaniti; Enrique Dufour; Pablo Roberto Perez; Juan Pablo Mirable; Maria Beatriz Barbieri; Fernando Issouribehere; Marcos Sebastian Benetti; Mauricio Eduardo Samper; Leonardo Catalano; Ariel Campos.

BRASIL:

Fernando Souza Brasil; Roberto Asano Júnior; Helvio Azevedo Martins; Nadia Helena Ribeiro de Louredo; Marcos Cesar Araujo; Marta Lacorte; Antonio Ricardo Mattos Tenório; Marco Antonio Macciola Rodrigues; Valdsen Simões Jesus; Antonio Carlos Barbosa Martins; André Luiz Mustafá; Angelica da Costa Oliveira Rocha; João Carlos Oliveira Mello; Alexandre Rasi Aoki; Adriana de Castro Passos Martins; Rodrigo Leal de Siqueira.

COLÔMBIA:

Enrique Ciro Quispe Oqueña; Diego García; Alejandro Ramirez Manuel; José Daniel Soto; Elkin Ceballos; Jorge Wilson Gonzalez; Fabio Hernandez; Carlos Arturo Vanegas Vesga; Natalia Mejía Luz; Ernesto Perez Gonzalez; Martha Maria Gil Zapata; Eduardo Gómez; Diego Andrés Zuluaga Urrea.

ESPANHA:

Alfredo Gómez; Carlos Vila; Aitor Hernández; Alexandra Burgos; Antonio Useros; Jesús Besteiro; Silvia Sanz; David Peña; Belén Díaz-Guerra; Jorge Hidalgo; Rodrigo San Millán; Sergio Santos; Juan Bogas; Iker Urrutia; Pedro Llovera; Bruno Peralta.

MÉXICO:

Reyes-Martinez Oscar; Espinosa Reza Alfredo.

**PARAGUAI:**

Rodrigo Eduardo Chaparro Moraes; Maria Alicia Arevalos Burró; Maria Jose Martinez Piñanez; Manuel Sosa Rios; Enrique Ramon Chaparro Viveros; Carolina Montserrat Villasanti Lopez.

PERU:

Roberto Ramirez Arcelles , Alberto Muñante, Luis Valdivia, Francisco Torres, Jaime Guerra Montes de Oca, Mario Venero, Eduardo Antunez, Daniel Vaillant.

PORTUGAL:

José Ramos; Luís Almeno Fernandes; Ana Pereira; Pedro Nunes; Vítor Fernandes; Antonio Canhoto; Carlos Moreira; Rogério Paulo; Pedro Carola; José Miguel Bernardo; Francisco Moreira; Andreia Leiria; Rui Pestana; Clara Gouveia; Mónica Fialho; João Pedro.

COMISSÃO DE APOIO ORGANIZACIONAL DO XIX ERIAC

<i>Coordenação-Geral</i>	José Benedito Mota Júnior
<i>Coordenação Executiva</i>	Rodrigo Gonçalves Pimenta
<i>Secretaria Executiva</i>	Renato Boiarski Vieira
<i>Coordenação Administrativa e de Contratos</i>	Priscilla da Costa Guimarães
<i>Coordenação Financeira</i>	Bruno Amadio Troiano
<i>Coordenação Técnica</i>	Robson Almir de Oliveira
	Alexandre Cezario Pereira
<i>Coordenação de Tecnologia da Informação</i>	Teresinha Arnauts Hachisuca
<i>Coordenação de Comunicação Social</i>	Rebecca Bonomo Montanheiro

email: xixeriac@itaipu.gov.br

SESSÕES TÉCNICAS

Dezesseis Sessões Técnicas Plenárias serão realizadas, uma para cada Comitê de Estudos do CIGRE, com o objetivo de apresentar trabalhos técnicos ("papers") produzidos por especialistas dessas áreas de estudo. Nenhuma Sessão Pôster será realizada.

Cada trabalho técnico deverá ser apresentado por pelo menos um dos seus autores em uma sala separada designada para o Comitê de Estudos da sessão, para o que disporá de projetor e computador com o Microsoft Office PowerPoint instalado, o que facilitará a Comissão Organizadora. O Comitê Técnico irá agendar a apresentação em blocos temáticos de 90 minutos, com quatro trabalhos (15 minutos cada), além de um espaço comum, no final, de 30 minutos para perguntas e discussões conjuntas por parte dos presentes, que estarão dispostos em um arranjo de tipo teatro. As sessões serão moderadas pelas Autoridades de Mesa dos Comitês de Estudo, que serão designadas para o evento por especialistas da RIAC.

Os autores devem enviar seus resumos de propostas e documentos técnicos para aprovação por meio de arquivos do Microsoft Office Word, respeitando as instruções de formatação da organização.

ACEITAÇÃO DE RESUMOS E TRABALHOS TÉCNICOS

O Comitê Técnico do XIX ERIAC analisará e avaliará (sistema de revisão por pares) os Resumos de propostas de trabalhos técnicos apresentados e os respectivos Trabalhos Técnicos Finais, recomendando ao Comitê Assessor da RIAC para o XIX ERIAC (CARE) aqueles Resumos e Trabalhos Técnicos que, ao seu critério, devem ser aceitos.

Os trabalhos técnicos aprovados serão disponibilizados com N° de ISBN (International Standard Book Number).

Para garantir que o nível do ERIAC seja superado continuamente, a Comissão Técnica é composta por personalidades acadêmicas relevantes e por profissionais estreitamente ligados ao setor elétrico, designados pelos Comitês Nacionais do CIGRE da Região Ibero-americana do CIGRE perante requisitos específicos de avaliadores da qualidade estabelecida pelo Comitê Técnico, de comum acordo com o CARE.

É digno de nota que entre os membros do Comitê Técnico, existem membros regulares e observadores dos Comitês Internacionais de Estudo do CIGRE, a uma razão de um para cada Comitê de Estudos, que é uma referência da qualidade internacional que está sendo promovida a partir da mesma conformação do Comitê Avaliador.

PRÊMIOS AOS MELHORES TRABALHOS TÉCNICOS

Para os Comitês de Estudo que receberem mais de 10 Trabalhos Técnicos, o Comitê Técnico premiará os três melhores trabalhos apresentados durante o XIX ERIAC em cada um desses Comitês de Estudo.

Um primeiro prêmio consistirá na entrega aos autores de um “Diploma de Honra” e o Troféu “XIX ERIAC”, enquanto os autores dos dois trabalhos premiados restantes também receberão um “Diploma de Honra”.

IDIOMAS OFICIAIS

As línguas oficiais do XIX ERIAC são: espanhol, português e inglês.

De preferência, os resumos, Trabalhos Técnicos e apresentações devem ser feitos nos dois idiomas da RIAC (espanhol ou português), mas também podem ser apresentados em inglês quando o autor não puder fazê-lo nos idiomas da RIAC.

APRESENTAÇÃO DOS RESUMOS

Os especialistas interessados em apresentar Trabalhos Técnicos nas Sessões do XIX ERIAC deverão carregar o **resumo** e o próprio **trabalho técnico** (posteriormente, caso o Resumo seja aprovado) no portal SIGE – Sistema de Gestão de Eventos, acessível via os seguintes links:

<https://sige.itaipu.gov.br> e
<https://sige.itaipu.gov.py>.

Modelos do resumo e do trabalho técnico, no Microsoft Word, podem ser baixados no mesmo portal, bem como a partir da página oficial do evento, com acesso pelo link:

www.xixeriac.com.br

O arquivo contendo o **resumo** ou o **trabalho técnico** deverá seguir os seguintes critérios para que possam ser submetidos no SIGE:

- Estar no formato **doc** ou **docx** (Microsoft Word);
- Conter um tamanho máximo de 5Mb para **resumo** e 20Mb para **trabalho técnico**;
- Apresentar no máximo 100 caracteres no nome do arquivo (nome + extensão).

Autor Representante

No caso de Trabalhos Técnicos envolvendo mais de um autor, o “Autor Representante” será aquele designado pelos autores do Trabalho Técnico para comunicar-se com os organizadores do XIX ERIAC, a fim de que as comunicações sobre o Trabalho Técnico sejam feitas com um único autor.

Conteúdo do Resumo

O resumo deve consistir em uma descrição sintética e exata do conteúdo do Trabalho Técnico (TT). Embora seja abreviado, ele deve ser detalhado o suficiente para que o objeto e sua contribuição concreta possam ser avaliados.

O resumo deve refletir aspectos do Trabalho Técnico que serão avaliados, como os seguintes:

- Sobre o que realmente irá tratar, terá análises puramente teóricas, incluirá o uso de resultados de medições, será uma descrição dos estudos realizados?
- Como os dados e / ou resultados foram obtidos, foram medidos, derivam de deduções, como foram analisados ou elaborados?
- Resultados obtidos, conclusões e como sua validade será demonstrada.

Além disso, os autores devem levar em conta que:

- As propostas devem corresponder a um dos temas preferenciais (TP) estabelecidos para um determinado CE, e os números CE e TP devem ser indicados explicitamente nos campos fornecidos quando do carregamento do resumo diretamente na página do XIX ERIAC;
- O título deve resumir fielmente o que será o TT;
- O público potencial que poderia ser de interesse para o TT proposto será levado em consideração;
- Se for baseado essencialmente em um TT que se apresenta em outro evento, que nova contribuição haverá para este ERIAC?

O Resumo não deve exceder a folha A4, com fonte **Arial 10** ou **Times New Roman 12**. Margens 2,5; 2,5; 2,5; 2,5. Uma única coluna.

Não é necessário que o resumo inclua equações, figuras ou tabelas.

Palavras-Chaves

Juntamente com o **Resumo**, uma lista de até 10 palavras que caracterizam os tópicos mais relevantes do Trabalho Técnico deve ser incluída, para que possam ser usadas para facilitar as pesquisas bibliográficas.

*Data limite para
apresentação de resumos*

30 de setembro de 2022

FORMATO DOS TRABALHOS TÉCNICOS

As instruções sobre o formato a ser utilizado para a elaboração dos Trabalhos Técnicos e um modelo útil para isso no MS Word podem ser obtidos na Home Page do evento na Internet.

TEMAS PREFERENCIAIS

Os Trabalhos Técnicos deverão tratar de temas que tenham sido estabelecidos como preferenciais para o XIX ERIAC. Os autores deverão indicar o Comitê e o número dos temas preferenciais ao carregar o resumo na página de submissão de resumos do XIX ERIAC.

Comitê A1 – Máquinas elétricas rotativas

1. Novos materiais aplicados na fabricação de máquinas elétricas;
2. Modernização e repotenciação de grandes máquinas elétricas;
3. Desenvolvimento de materiais isolantes para máquinas elétricas;
4. Manutenção de grandes geradores;
5. Ensaio elétricos em grandes máquinas;
6. Grandes motores e motores de alto rendimento;
7. Aumento de eficiência de grandes máquinas;
8. Utilização de compensadores síncronos;
9. Experiência com sistemas de monitoramento com aplicação de algoritmos de diagnóstico e prognóstico;
10. Pequenas centrais hidrelétricas, máquinas para geração distribuída e energia renovável;
11. Usinas hidrelétricas reversíveis.

Comitê A2 – Transformadores e reatores

1. Transformação digital, indústria 4.0 e BIM (*Building Information Modeling*) para transformadores e reatores;
2. Modelagem e novas tecnologias para aplicações especiais de transformadores e reatores;
3. Melhores práticas para diagnóstico de condição e gestão de ativos. Estratégias de manutenção de transformadores, reatores e seus componentes;
4. Especificação, integração, manutenção e gestão de sistemas de monitoramento para garantir o uso eficaz das informações;
5. Comutação sob carga, novos requisitos associados à geração intermitente e soluções;
6. Confiabilidade e análise post mortem de transformadores, reatores e componentes. Identificação de novos modos de falha e causa raiz.

Comitê A3 – Equipamentos de transmissão e distribuição

1. Novos avanços e desenvolvimentos na área de monitoramento online de disjuntores;
2. Novas técnicas de testes não invasivos para equipamentos de medição e manobra;
3. Avaliação e experiência na utilização de seccionadoras em subestações;
4. Análise de gases e umidade em transformadores de instrumentos e avaliação de estado;
5. Novas tecnologias em desenvolvimento para substituir o SF6;
6. Manobra de Reatores: critérios para estudos de dimensionamento de reatores e disjuntores;
7. Confiabilidade de equipamentos de manobra e de medição;
8. *Low Power Instrument Transformers* – Integração dos LPTI nas subestações digitais;
9. Gestão de ativos no contexto das subestações compartilhadas e das novas tecnologias de modelagem e armazenamento de dados dos equipamentos.

Comitê B1 – Cabos isolados

1. Projeto, fabricação, técnicas de instalação, “as built” e manutenção em sistemas de cabos CA;
2. Operação em condições de transitórios de ampacidade;
3. Coordenação de isolamento, requisitos e recomendações para sistemas de cabos de potência;
4. Descomissionamento de Linhas Subterrâneas terrestres instaladas em cabos a óleo de baixa pressão;
5. Técnicas e procedimentos para obras civis em Métodos Construtivos não destrutivos;
6. Monitoramento Térmico como ferramenta para critérios de capacidade de transmissão (ampacidade);
7. Questões quanto a termos de permissão de rotas de linhas de transmissão subterrâneas: providências e implementação;
8. Ensaio e testes de comissionamento para sistemas de cabos com classes de tensão 230 kV e 345 kV - CA.

Comitê B2 – Linhas aéreas

1. Projeto, construção e manutenção de linhas de transmissão com soluções não convencionais;
2. Recapitação e repotenciação de linhas de transmissão;
3. Desenvolvimento e aplicação de novos materiais em linhas de transmissão;
4. Aplicação de novas tecnologias (por exemplo, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Internet das Coisas) no projeto, operação e manutenção de linhas de transmissão;
5. Técnicas não convencionais de manutenção em linhas energizadas;
6. Monitoramento em tempo real de linhas de transmissão;
7. Estudos e experiências práticas para atendimento aos critérios de campos elétrico e magnético em linhas de transmissão;
8. Aspectos técnicos, legais e de segurança no uso e ocupação das faixas de passagem de linhas de transmissão;
9. Aspectos de projeto, construção e manutenção de linhas de transmissão em áreas urbanas ou densamente ocupadas;
10. Monitoramento e avaliação de dados relacionados às ocorrências de eventos climatológicos de grande intensidade em linhas de transmissão;
11. Experiência no restabelecimento de linhas de transmissão após eventos climatológicos de grande intensidade;
12. Estudos sobre o envelhecimento e monitoramento de ativos de linhas de transmissão;
13. Fundações não convencionais de linhas de transmissão;
14. Estudos sobre poluição de componentes de linhas de transmissão;
15. Minimização dos impactos ambientais e sociais na implantação das linhas de transmissão;
16. Experiência com condutores não convencionais;
17. Influências do meio ambiente e das condições climáticas no projeto, construção e manutenção de linhas de transmissão;
18. Uso de drones em procedimentos de avaliação, construção e manutenção de linhas de transmissão.



Comitê B3 – Subestações e
instalações elétricas

BOLETIM 1

1. Novos requisitos de manutenção e projeto para subestações e lições aprendidas com os períodos de pandemia do COVID 19;
2. Experiências com plataformas de projeto acima do 3D (7D BIM – *Building Information Modeling*), integradas com dados de O&M e Realidade Virtual;
3. Desafios e expectativas das subestações “digitais”. Experiências de Operação;
4. Soluções de subestações para atender aos novos requisitos da rede, incluindo o crescimento de recursos de energia renovável, geração distribuída, veículos elétricos e armazenamento de energia;
5. Mitigação ambiental. Saúde e segurança. Impactos de segurança. Gerenciamento de incêndio dentro de subestações;
6. Dimensionamento do barramento da subestação: requisitos elétricos, mecânicos e civis;
7. Avaliação dos ativos de subestações (determinação da condição atual e vida residual incluindo equipamentos e sistemas da subestação como sistemas de controle, comunicação e proteção, sistemas de aterramento, sistemas de controle de incêndio, entre outros);
8. Novas configurações de conexão para aumentar a confiabilidade e reduzir custos. Desenho de soluções para a continuidade do serviço durante a manutenção, renovação e substituição de equipamentos em subestações;
9. Novas possibilidades de repotencialização e modernização em subestações.

Comitê B4 – Elos de corrente
contínua e eletrônica de
potência

1. Novos projetos e planejamento de links HVDC e FACTS, incluindo aspectos ambientais, regulatórios e testes de equipamentos para verificação e desempenho;
2. Desenvolvimento tecnológico de links HVDC e FACTS, incluindo suas respectivas estações conversoras;
3. Modelagem, simulação e teste de equipamentos HVDC e links FACTS. Experiências operacionais, desempenho e confiabilidade dos equipamentos existentes;
4. Novas aplicações de links HVDC e FACTS, como redes HVDC, sistemas multiterminais HVDC, integração de fontes renováveis de energia usando eletrônica de potência, conversores VSC e melhorias no fornecimento de energia elétrica com uso de eletrônica de potência;
5. Operação coordenada de sistemas FACTS eletricamente próximos e estudo de dois fenômenos Hunting entre equipamentos FACTS. Aplicação de dispositivos FACTS em locais com baixa potência de curto-circuito. Sistemas de alimentação múltipla HVDC. Coordenação de equipamentos HVDC e FACTS de diversos fabricantes. Modernização dos equipamentos HVDC e FACTS existentes;
6. Aplicações e modelagem de FACTS e HVDC em projetos de energia renovável (eólica, solar e outras) e tecnologia de conversores AC/DC utilizados nestas aplicações. Modelagem e aplicações de VSC como conversores de formação de rede (*Grid Forming Converters*);
7. Experiências operacionais e lições aprendidas com os sistemas HVDC e FACTS atualmente em operação;
8. Inovações na indústria HVDC e FACTS, incluindo novas arquiteturas de conversores, especialmente aqueles ligados à tecnologia VSC e sistemas híbridos LCC/VSC;
9. Uso de sistemas de controle complementares ou especiais para garantir a operação estável dos sistemas HVDC.



*Comitê B5 – Proteção e
automação*

1. Experiência prática no estudo e análise de algoritmos de relés de proteção. Modelagem, simulação e teste de funções e aplicativos avançados;
2. Filosofia de ajustes e coordenação de sistemas de proteção e aplicação de ferramentas informáticas;
3. Medição, Proteção e Controle de Área Alargada (WAMPACS). Esquemas de Proteção da Integridade do Sistema (SIPS) - Sistemas de Proteção Especial (SEP). Impacto do FACTS e HVDC na proteção de sistemas AC;
4. Impacto da integração de fontes de energia distribuída (eólica, solar, veicular e dispositivos de armazenamento) nos sistemas de Proteção e Controle;
5. Aplicações de Proteção, Controle e Automação de Redes Inteligentes ao nível da Distribuição;
6. Análise de distúrbios: apresentação de casos reais, lições aprendidas e ferramentas de análise;
7. Aplicação prática e resultados em sincrofasores;
8. Experiência em Automação e Digitalização de Subestações e Redes Elétricas;
9. Casos de aplicação da norma IEC 61850. Experiências na implantação e manutenção dos sistemas;
10. Estado da arte e avanços tecnológicos em sistemas comerciais de medição de energia elétrica;
11. Gestão do ciclo de vida dos ativos de Proteção, Controle e Automação (instalação, manutenção, ampliação e retrofit);
12. Gestão de desempenho dos sistemas de Proteção, Controle e Automação;
13. Cibersegurança em sistemas de Proteção, Controle e Automação;
14. Treinamento e qualificação de especialistas em sistemas de Controle, Proteção e Automação.

*Comitê C1 – Desenvolvimento
de sistemas elétricos e
economia*

1. Utilização de métodos e ferramentas de análise estática e dinâmica do sistema elétrico no planejamento de sistemas e na análise econômica;
2. Avanços e novas abordagens na aplicação de critérios de planejamento de sistemas elétricos e avaliação de confiabilidade (segurança, suficiência, resiliência);
3. Incremento da capacidade de transporte por meio de avaliação de segurança baseada em risco e tecnologia avançada de informação, comunicação e eletrônica de potência para melhoria da estabilidade do sistema e do desempenho dinâmico;
4. Dependência futura, requisitos e economia dos serviços auxiliares para controle de frequência, tensão e outras necessidades do sistema (procedimentos de rede);
5. Problemas de planejamento do sistema em países recém-industrializados e em desenvolvimento, incluindo áreas metropolitanas;
6. Estratégias de gestão de ativos aplicadas ao sistema elétrico para definição de políticas ótimas;
7. Impacto no desenvolvimento do sistema de novas soluções e tecnologias em áreas como geração, gestão de demanda, armazenamento de energia e sistemas de distribuição “inteligentes”;
8. O impacto dos métodos de fixação de preços e tarifas para serviços de transmissão no desenvolvimento do sistema;
9. Planejamento de sistemas de transmissão de longa distância e interconexões internacionais;
10. Planejamento conjunto de transmissão e distribuição;
11. Utilização de métodos e ferramentas para análise e planejamento de sistemas de transmissão, considerando o desenvolvimento dos diferentes centros de geração com energia renováveis.



*Comitê C2 – Operação e
controle de sistemas*

1. Aumento da capacidade de transmissão em interligações regionais e internacionais;
2. Aumento da participação de geração conectada à rede através de inversores e suas consequências na operação do sistema;
3. Desafios das relações TSO/DSO em função do aumento da participação de geração distribuída;
4. Utilização efetiva e eficiente de sincrofasores na operação de sistemas de potência;
5. Aplicação de inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise de dados no planejamento da operação e na operação em tempo real;
6. Uso de ferramentas de suporte à decisão em salas e centros de controle;
7. Treinamento das equipes de operação em tempo real e aumento da consciência situacional;
8. O sistema de potência do futuro: digitalização, descentralização e descarbonização.

*Comitê C3 – Desempenho
ambiental de sistemas*

1. Comunicação e participação das comunidades nos projetos planejados;
2. Avaliação econômica dos impactos sociais e ambientais;
3. Aspectos ambientais desde o planejamento até a fase de operação e descomissionamento dos sistemas elétricos e de armazenamento, incluindo a análise do ciclo de vida;
4. Incorporação de instalações elétricas de média e alta tensão, subestações, linhas aéreas e cabos. Considerações ambientais;
5. Impactos ambientais e sociais na avaliação do fornecimento de energia elétrica em áreas isoladas;
6. Indicadores de sustentabilidade para geração e transmissão de energia elétrica;
7. Gestão de conflitos institucionais, jurídicos, sociais, técnicos, etc. no projeto, instalação e operação das instalações;
8. Gestão de passivos ambientais em empresas do setor elétrico.

*Comitê C4 – Desempenho de
sistemas elétricos*

1. Técnicas e procedimentos para diagnóstico e mitigação de problemas de qualidade de energia; curvas de sensibilidade e suportabilidade de equipamentos e processos industriais; impactos econômicos associados a falta da qualidade do fornecimento. Técnicas para diagnóstico e compartilhamento de responsabilidade sobre emissões de distúrbios de QEE; regulamentação; indicadores e gestão; estudo de casos;
2. Impacto da integração de instalações não lineares, tais como, fontes renováveis alternativas e geração distribuída, particularmente de complexos eólicos e solares, elos CC e equipamentos FACTS no desempenho do sistema elétrico;
3. Análise das causas e efeitos de sobretensões temporárias e transitórias nos sistemas elétricos de potência, em suas instalações e equipamentos; métodos para controle de sobretensões; impacto das sobretensões transitórias no desempenho dos equipamentos e instalações; métodos para avaliação destes impactos;
4. Melhoria nos modelos, ferramentas computacionais e algoritmos para estudos dinâmicos e transitórios. Ênfase na integração de fontes renováveis alternativas, particularmente de usinas eólicas e solares no sistema de transmissão; Cossimulação (dinâmica e transitória); Experiência no uso de simulação em tempo real; Aplicativos e algoritmos de PMUs; estudos de casos;
5. Aplicação de dispositivos para controle de sobretensões; novas tecnologias na coordenação do isolamento; medição de transitórios eletromagnéticos;

6. Estudos e pesquisas do impacto das descargas atmosféricas no desempenho de sistemas elétricos. Aplicação de para-raios em linhas de transmissão; desenvolvimento de modelos e metodologia para análise do desempenho de linhas e subestações frente a descargas atmosféricas diretas e indiretas; mitigação dos problemas; critérios e medidas;
7. Campos elétrico e magnético provenientes de instalações CA e CC do sistema elétrico; Interferência eletromagnética nas instalações; metodologias para cálculo, medição e mitigação dos efeitos adversos.

*Comitê C5 – Mercados de
eletricidade e regulação*

1. Integração energética dos países da região, interconexões dos sistemas elétricos, interações entre os mercados de eletricidade e gás natural, etc.;
2. Planejamento da expansão da geração sob critérios de sustentabilidade econômico, social e ambiental;
3. Expansão do mercado livre;
4. Aperfeiçoamento do sistema de leilão de preços;
5. Formação dos preços da energia;
6. Financiamento do sistema elétrico;
7. Gestão do lado da demanda;
8. Introdução da tecnologia de armazenamento;
9. Gestão de risco na comercialização de energia;
10. Impacto regulatório nos mercados de redes inteligentes;
11. Concorrência para o envio de energias renováveis flutuantes, prioridades, experiências.

*Comitê C6 – Sistemas ativos
de distribuição e recursos
energéticos distribuídos*

1. Aplicações de armazenamento de energia em redes de distribuição;
2. Avaliação da geração distribuída considerando casos reais de aplicação em redes de distribuição e sistemas isolados (eletrificação rural);
3. Gestão operacional de redes inteligentes, incluindo microrredes;
4. Novos mercados de energia transativa e resposta à demanda incentivada por tarifas;
5. Integração de veículos elétricos na rede de distribuição;
6. Tecnologias emergentes em redes elétricas inteligentes (Smart Grid).

*Comitê D1 – Materiais e
técnicas de ensaios emergentes*

1. Desenvolvimento/atualização de metodologias de ensaio e/ou calibração para ensaios em equipamentos elétricos;
2. Novas técnicas de diagnóstico não invasivo e desempenho de materiais e equipamentos elétricos e energéticos;
3. Monitoramento on-line do diagnóstico das condições do equipamento. Técnicas, calibração e experiências na área;
4. Validação de desempenho laboratorial de novos materiais para o sistema eletroenergético;
5. Introdução, impacto e validação de novos materiais no sistema eletroenergético.

*Comitê D2 – Sistemas de
informação e telecomunicação
para sistemas elétricos*

1. Segurança da Informação (Cibersegurança) aplicada a sistemas elétricos de potência: pessoas, processos e tecnologia;
2. Computação em nuvem para sistemas operacionais e de missão crítica;
3. Virtualização de servidores e serviços de rede;
4. Sistemas de Comunicação de Transmissão de Pacotes (PSN) para Redes de Alta e Extra Alta Tensão;
5. Aplicações *Blockchain* no setor elétrico: Gestão de Ativos, Comercialização de Energia, Sistemas de Medição de Energia Comercial, Medição Inteligente;
6. Aplicações de inteligência artificial para aumentar a eficiência operacional;

7. Impactos nos processos e na rede de Telecomunicações e Tecnologia da Informação durante a pandemia;
8. Aplicações de teleproteção e proteção diferencial de linha via rede IP;
9. Redes de telecomunicações para redes inteligentes;
10. Perspectivas e aplicações da Rede 5G para o setor elétrico;
11. Aplicativos para uso de Realidade Virtual ou Aumentada no setor elétrico;
12. Aplicações de Internet das Coisas (IoT) no setor elétrico;
13. Aplicações de análise de dados, inteligência artificial e aprendizado de máquina para apoiar a operação e manutenção do sistema elétrico de energia;
14. Computação em Nuvem;
15. Utilização de tecnologias capacitadoras para manutenção preditiva no setor elétrico.

CERIMÔNIA DE ABERTURA

Em conjunto com a Cerimônia de Abertura pelas autoridades da Região, uma Conferência Técnica será realizada por um renomado especialista internacional do CIGRE.

FÓRUM DAS NAÇÕES

Especialistas da Ibero-América realizarão palestras sobre temas atuais de interesse geral para a Região.

Cada apresentação terá a duração de 20 minutos e haverá um espaço final de 20 minutos para comentários e / ou perguntas dos participantes.

ExpoERiac

Em paralelo com o ERIAC será realizada uma “Exposição de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica – Tecnologias, Equipamentos e Serviços”, cujo principal objetivo é tornar conhecidos equipamentos e serviços que atualmente ou no curto prazo constituam novidades significativas para essas atividades.

Para possíveis patrocínios e maiores detalhes, as empresas são convidadas a entrar em contato com Comitê Organizador do XIX ERIAC por meio do e-mail abaixo:

e-mail: xixeriac@itaipu.gov.br

WEB SITE DO XIX ERIAC

Será acessado a partir do endereço: www.xixeriac.com.br

Nele serão divulgadas notícias e informações para os interessados no evento.

VISITAS TÉCNICAS

Serão confirmadas no Boletim 2.

PROGRAMA GERAL DO XIX ERIAC

Horário	Sábado (20/05)	Domingo (21/05)	2.ª feira (22/05)	3.ª feira (23/05)	4.ª feira (24/05)	5.ª feira (25/05)
9h - 10h30	Montagem ExpoERIAC	Reunião Ordinária RIAC parte 2	Sessões Técnicas (4x15' apresentações + 30' debates)			Visita Técnica (será confirmada no Boletim 2)
10h30 - 11h			Intervalo			
11h - 12h30			Sessões Técnicas (4x15' apresentações + 30' debates)			
12h30 - 13h30			Almoço	Almoço	Almoço	
13h30 - 14h					Sessões Técnicas (4x15' + 30')	
14h - 15h			Sessões Técnicas (4x15' + 30')			Visita Técnica (será confirmada no Boletim 2)
15h - 15h30			Intervalo			
15h30 - 16h			Intervalo	Intervalo		
16h - 16h30	Reunião Ordinária RIAC parte I	Inscrições Acreditações	Sessões Técnicas (4x15' + 30')		Fórum das Nações	
16h30 - 17h						
17h - 17h30						
17h30 - 18h			Reunião do Comitê Técnico		Intervalo	
18h - 18h30					Cerimônia de Encerr./ Entrega Prêmios ERIAC	
18h30 - 19h						
19h - 19h45		Cerimônia de Abertura	Autoridades			
19h45 - 20h15			Conf. Téc.			
20h15 - 20h30		Abertura ExpoERIAC				
20h30 - 21h		Coquetel de Boas-vindas				
21h - 21h45						
21h45 - 23h						Jantar de Confraternização
23h - 23h30						