

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

VICTOR HENRIQUE VICENTE

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL
ENERGO-ECONÔMICA PARA PROMOVER A ECONOMIA DO
HIDROGÊNIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO PLANEJAMENTO
INTEGRADO DE RECURSOS**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

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

VICTOR HENRIQUE VICENTE

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL
ENERGO-ECONÔMICA PARA PROMOVER A ECONOMIA DO
HIDROGÊNIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO PLANEJAMENTO
INTEGRADO DE RECURSOS**

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
Engenheiro Eletricista.

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

FLORIANÓPOLIS, 2023.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Vicente , Victor Henrique

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA
PARA PROMOVER A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE E
INCORPORAÇÃO AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS**
/ Victor Henrique Vicente ; orientação de Everthon
Taghori Sica. - Florianópolis, SC, 2023.

45 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. Decomposição estrutural . 2. Hidrogênio verde
. 3. Fontes renováveis . 4. Transição energética . 5.
Recursos energéticos distribuídos . I. Sica, Everthon Taghori
II. Instituto Federal de Santa Catarina. III.
ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA
PARA PROMOVER A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE**

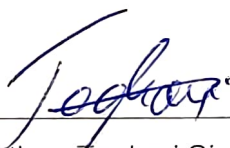
ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA PARA PROMOVER A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

VICTOR HENRIQUE VICENTE

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro 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, 03 de julho, 2023.

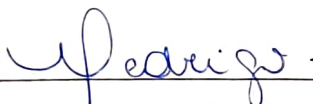
Banca Examinadora:



Prof. Everthon Taghori Sica, Dr. Eng.



Prof. Sérgio Luciano Ávila, Dr. Eng



Engª. Natália Sens Fedrigo

Dedico este trabalho à minha família, que
me acompanhou por toda essa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a minha esposa Priscila, pelo fato de me acompanhar tanto na vida profissional quanto acadêmica, sendo minha parceira da vida e colega de turma, aos meus pais, Ana e Érico e minha irmã, Érica, por serem minha inspiração e me apoiarem ao longo de todos esses anos.

Agradeço também todos os docentes do IFSC com quem tive contato, por todos os ensinamentos transmitidos, em especial o professor Everthon Taghori Sica, pelo apoio e orientação na confecção do artigo e do TCC.

Aos amigos que tive a oportunidade de conhecer, tanto na universidade quanto nos estágios, e que fizeram parte dessa jornada.

RESUMO

Atualmente, diante dos cortes arbitrários (*curtailment*), sobretudo para plantas eólicas e fotovoltaicas, tem-se excedentes de eletricidade que poderiam ser transformados, por meio de processos físico-químicos, em hidrogênio, que é um vetor energético, ou seja, um produto com demanda e um insumo com necessidade de oferta. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar e demonstrar o uso de métodos de decomposição econômica estrutural para a prospecção da demanda de serviços energéticos por hidrogênio. A intenção é considerar o hidrogênio, sobretudo o “verde”, como vetor de *commodity* com forte interdependência com a variabilidade dos recursos energéticos fotovoltaico e eólico, para que seja possível compreender as inter-relações energéticas e econômicas da cadeia do hidrogênio. O Acordo de Paris (2015), assim como outros documentos que norteiam a busca pela descarbonização, promoveram a intensificação da transição energética incentivando a pesquisa, o investimento e o desenvolvimento de técnicas e de tecnologias de substituição aos combustíveis fósseis. Uma forma de acelerar a transição energética é a utilização do hidrogênio como nova base energética, pois o seu uso-final não produz emissões de carbono, sendo possível utilizá-lo como vetor energético ou substituto do petróleo e seus derivados nos setores industrial, transporte, energético ou agropecuário. No entanto, o processo para geração de hidrogênio pode ocorrer usufruindo de meios de produção que geram efluentes ou emissões, deste modo, são classificados de acordo com o teor de carbono associado ao processo de produção. Assim, a desfossilização permitirá melhor integração e interação desses setores econômicos com a produção do hidrogênio verde proveniente de fontes de energia inesgotáveis. Para tanto, este trabalho abordará os métodos de decomposição econômica estrutural como possibilidade de modelo de prospecção de serviços energéticos providos por hidrogênio ou de oferta do hidrogênio como vetor energético.

Palavras-chave: Decomposição estrutural, Hidrogênio verde, Fontes renováveis, Transição energética, Recursos energéticos distribuídos.

ABSTRACT

Presently, due to arbitrary curtailment, especially for wind and photovoltaic power plants, there are electricity surpluses that could be transformed by means of physical-chemical processes into hydrogen, which is an energy vector, that is, a product with demand and an input with supply needs. Thus, this work aims at presenting and demonstrating the use of structural economic decomposition methods for prospecting the demand for energy services by hydrogen. The intention is to consider hydrogen, especially "green" hydrogen, as a commodity vector with strong interdependence with the variability of photovoltaic and wind energy resources, so that it is possible to understand the energy and economic interrelationships of the hydrogen chain. The Paris Agreement (2015), as well as other documents that guide the search for decarbonization, promoted the intensification of the energy transition by encouraging research, investment, and development of techniques and technologies to replace fossil fuels. One way to accelerate the energy transition is the use of hydrogen as a new energy base, since its end-use does not produce carbon emissions, and it can be used as an energy vector or substitute for petroleum and its derivatives in the industrial, transportation, energy, or agricultural sectors. However, the process for hydrogen generation can occur using means of production that generate effluents or emissions, thus they are classified according to the carbon content associated with the production process. Thus, defossilization will permit better integration and interaction of these economic sectors with the production of green hydrogen from inexhaustible energy sources. For this purpose, the present work will approach the structural economic decomposition methods as a possible model for prospecting energy services provided by hydrogen or the offer of hydrogen as an energy vector.

Keywords: Structural decomposition, Green hydrogen, Renewable sources, Energy transition, Distributed energy resources.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Justificativa	9
1.2	Definição do problema.....	10
1.3	Objetivos.....	11
1.3.1	Objetivo Geral	11
1.3.2	Objetivos Específicos	11
1.4	Metodologia de trabalho.....	12
1.5	Estrutura do trabalho.....	14
	REFERÊNCIAS.....	15
	APÊNDICES.....	16
	APÊNDICE A – Artigo completo	17
	APÊNDICE B – Comprovante de apresentação	25
	APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso	29
	ANEXOS	35
	ANEXO A – Folder de chamada do congresso	36

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), Campus Florianópolis.

As formas de TCC permitidas, conforme o Projeto Pedagógico do Curso e o Regulamento de TCC do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Campus 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 Campus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, em especial, a saber:

- O acadêmico cursou e foi aprovado na unidade curricular de TCC-I no segundo semestre de 2022;
- O acadêmico em conjunto com seu orientador submeteu o artigo intitulado “Análise de métodos de decomposição estrutural energo-econômica para promover a economia do hidrogênio verde e incorporação ao planejamento integrado de recursos” (Apêndice A) para o XIX Encontro Regional Ibero-americano do CIGRE - ERIAC;
- O aceite do artigo pelo congresso ocorreu no dia 31 de março de 2023, enquanto o acadêmico já havia finalizado TCC-I;

- O acadêmico apresentou o artigo no congresso no dia 22 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 – Campus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica para que possa ser realizada a defesa pública do trabalho.

1.1 Justificativa

No Brasil, em 2021 a produção de energia a partir de fontes hídricas correspondia a 53,4% da oferta interna, sendo a maior fonte de energia disponível na matriz energética. Porém, o impacto socioambiental, assim como o custo econômico para sua construção, encarece o produto. E, considerando as variações climáticas, a produção de energia elétrica por fontes hidráulicas apresenta períodos de instabilidade, devido aos períodos de seca, que impactam na oferta e no custo. (EPE, 2022a)

Dessa forma, pelo fato do território brasileiro ter aspectos climáticos propícios para a geração de energia, através de um fluxo de vento e irradiação solar bem distribuídos durante o ano em todo território nacional, outras fontes alternativas que causam menos impacto em sua produção, como a geração eólicoelétrica e solar fotovoltaica estão sendo amplamente utilizadas. Porém, por dependerem de recursos naturais variáveis, existe uma intermitência em sua geração, ademais a política de *curtailment* promove cortes ou restrições (*constrained-off*) nas plantas de produção fotovoltaica e eólicoelétrica. Para complementar esse tipo de geração e manter uma oferta energética sem variações, tem-se estudado a utilização do excedente proveniente desses cortes como forma de energia capaz de alimentar os eletrolisadores utilizados para a produção de hidrogênio.

Quando empregados processos físico-químicos que utilizam energia proveniente da geração eólicoelétrica, solar fotovoltaica, hidrelétrica, sendo esta última sob certas condições, para produção de hidrogênio, ele recebe o nome de hidrogênio

verde. Existem outros tipos de classificações do hidrogênio por cores, que variam de acordo com os custos de produção e com a “pegada de carbono”. (EPE, 2022b)

Diante do exposto, o Brasil tem um grande potencial para produção do hidrogênio verde. Assim, prospecta-se a necessidade de um planejamento adequado dos recursos disponíveis para a produção do hidrogênio, assim como para a demanda dele para atender aos serviços energéticos.

O XIX Encontro Regional Ibero-americano do CIGRE, evento no qual o artigo foi apresentado sendo parte do Comitê de Estudo (CE) C1 - Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia, tem o intuito de promover a troca de conhecimento entre os participantes de diversos países e discutir temas que sejam de interesse da comunidade técnico-científica.

Nesta edição, foram um total de 411 artigos técnicos apresentados e discutidos pelos 16 Comitês de Estudo do CIGRE, e no encerramento é levantando as principais constatações desses CE's, onde a incorporação de novas tecnologias, como o hidrogênio e o foco no planejamento de recursos foram pontos abordados. (MARTINS, 2023)

1.2 Definição do problema

Com o anseio dos países de alcançar a neutralidade nas emissões de carbono até 2050, o investimento em fontes inesgotáveis como a eolielétrica e solar fotovoltaica tem aumentado. Segundo pesquisas da *International Energy Agency* (IEA) essas fontes serão responsáveis por 50% do crescimento do fornecimento de energia proveniente de fontes renováveis. (IEA, 2022)

Porém, pelo fato dessas energias serem intermitentes, visto que as plantas solares fotovoltaicas, por dependerem da irradiação solar, tem o seu pico de produção durante o dia, enquanto as eolielétricas produzem quando há maior intensidade de vento, o que ocorre durante a noite. Assim, mesmo havendo uma complementariedade, há momentos em que ocorrem cortes, pois parte da energia gerada não pode ser armazenada ou utilizada, levando ao desperdício desta produção e frustração na operação dos ativos.

Sendo assim, há a necessidade da utilização de outras tecnologias para servirem como complementares a essas e assim serem capazes de transformarem suas produções, aproveitando os cortes que ocorreriam. Essas tecnologias são, por exemplo, o uso de sistemas de baterias para armazenamento de energia e a produção de hidrogênio verde. Todavia, o hidrogênio, como vetor energético, tem demanda potencial seja em uso final ou para agregar valor às *commodities*.

Para isso é necessário analisar os métodos para a prospecção da produção e da demanda do hidrogênio, a partir de informações que englobem os setores de consumo e produtivos que são ou podem ser abarcados pela economia do hidrogênio. Os métodos de decomposição estrutural econômica são aplicados para encapsular o impacto de variações na intensidade energética sendo uma possibilidade de apoio à construção de políticas energéticas e de planejamento integrado de recursos energéticos.

1.3 Objetivos

Nestes tópicos serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os métodos de decomposição estrutural econômica como meio de prospectar os serviços energéticos que possam demandar hidrogênio em sua atividade produtiva, compreendendo as inter-relações energéticas e econômicas da cadeia do hidrogênio de modo a auxiliar à tomada de decisão e, por consequência, o planejamento integrado de recursos energéticos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- a) analisar a complementariedade do hidrogênio verde com as fontes inesgotáveis, porém intermitentes, na transição energética mundial;

- b) apresentar a classificação do hidrogênio, e suas formas de transporte e armazenamento;
- c) analisar os tipos de abordagens utilizados para o planejamento integrado de recursos energéticos e suas aplicações nos métodos de decomposição; e
- d) averiguar a aplicabilidade dos métodos de decomposição estrutural econômica para a prospecção dos serviços energéticos que demandam o hidrogênio.

1.4 Metodologia de trabalho

O artigo foi escrito como forma de uma pesquisa exploratória sobre os métodos de decomposição, com o intuito de levantar a possibilidade da aplicabilidade desses para pesquisas futuras ou no auxílio na criação de novas políticas públicas relacionadas ao tema. (LAKATOS; MARCONI, 2003)

Para a confecção, pesquisas em artigos, livros e modelos já existentes, foram realizadas sobre os diferentes tipos de métodos de decomposição estrutural econômica como possibilidade de modelo de prospecção de serviços energéticos providos por hidrogênio ou de oferta do hidrogênio como recurso energético.

A análise de decomposição estrutural e a análise de decomposição de índice são os principais enfoques para a decomposição estrutural energo-econômica, sendo que a segunda utiliza informações mais agregadas que a primeira. Assim este trabalho tratará da decomposição com base na variação de energia conforme três fatores: (i) variações do conteúdo energético; (ii) variações da estrutura econômica; e (iii) nível de atividade econômica. (JANNUZI; SWISHER; REDLINGER, 2018)

Os métodos organizados neste trabalho são fundamentados no conceito sistêmico apresentado em Recursos Energéticos Distribuídos e em Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. E, portanto, considera o potencial de oferta e de demanda de serviços energéticos por hidrogênio verde como uma forma de viabilizar a transição energética.

A partir das informações sobre o consumo de energia dos setores de produção ou consumo envolvidos na economia do hidrogênio, os métodos de

decomposição podem ser utilizados com o intuito de verificar a repercussão das intercorrências na razão entre o consumo de energia e o PIB. Esses métodos podem servir como suporte na construção de políticas energéticas e de planejamento integrado de recursos energéticos.

Porém, a complexidade do modelo de prospecção é proporcional a quantidade de fenômenos nele representados. Além disso, como efeito da transição energética, tem-se uma escassez ou esparsidade de informações para nutrir o modelo para cadeia econômica de hidrogênio. O uso de todas essas informações pode proporcionar um modelo estratificado e, por consequência, mais complexo.

Usualmente, diante dessas características, um modelo de planejamento integrado de recursos energéticos, com foco na cadeia do hidrogênio, é abordado de maneira *bottom-up*. As abordagens do tipo *top-down* ou *bottom-up* se referem as estratégias de tratamento das informações: agregada ou desagregada. A abordagem *bottom-up* envolve a descrição detalhada dos elementos que compõem os submodelos de um sistema. (JANNUZI; SWISHER; REDLINGER, 2018)

As prospecções de expansão indicadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), por meio do Plano de Expansão de Longo Prazo e do Plano Decenal de Expansão de Energia de 2022 para 2031 indicam significativos incrementos da participação de energia solar fotovoltaica (de 2,35% para 7,12%), eólicas (de 9,91% para 12,2%) e energias renováveis (de 8,35% para 12,23%, excluindo a hidráulica) na matriz energética. (MME; EPE, 2022)

Diante desse cenário de expansão, este trabalho apresentará os métodos de decomposição estrutural, dentre os quais indicará o de maior adequação ao cenário nacional, considerando as tecnologias e os serviços energéticos, para economia do hidrogênio. Ademais, promoverá a incorporação desses métodos para planejar os recursos energéticos para o uso e a produção do hidrogênio verde, de forma inclusiva aos vários setores econômicos e produtivos, com a possibilidade de regionalização, conforme a variabilidade do recurso energético primário disponível e ofertado e os serviços energéticos demandados com foco na cadeia econômica do hidrogênio verde.

1.5 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 certificados 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

EPE. **Balanço Energético Nacional 2022: Ano base 2021**. 2022a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022

EPE. **Produção e Consumo de Hidrogênio em Refinarias no Brasil**. 2022b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-667/NT-EPE-DPG-SDB-2022-01%20-%20Hidrog%C3%AAnio%20em%20Refinarias.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022

IEA. **Hydrogen Projects Database**. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-projects-database>.

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: 28 mar. 2023

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: 28 mar. 2023

JANNUZI, G. D. M.; SWISHER, J.; REDLINGER, R. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Oferta, demanda e suas interfaces**. 2. ed. Campinas: IEI Brasil, 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, A. C. B. **RELATO DO COMITÊ TÉCNICO DO XIX ERIAC**. Em: XIX ERIAC. Foz de Iguaçu, 24 maio 2023. Disponível em: <https://www.xixeriac.com.br/themes/xixeriac/assets/files/pos-evento/XIX-ERiac-Sessao-de-Encerramento.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2023

MME; EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022

APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo completo


xixeriac

Foz do Iguaçu, Brasil

XIX ERIAC
DÉCIMO NONO ENCONTRO
REGIONAL IBERO-AMERICANO DO CIGRE
ISBN 978-65-00-63038-1

21 a 25 de maio de 2023


cigre

CE-C1

C1 – Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia

ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA PARA PROMOVER A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

V.H. VICENTE*

IFSC

Brasil

victorhenriquevicente@gmail.com

E.T. SICA

IFSC

Brasil

sica.eng@gmail.com

Resumo – O objetivo deste artigo é apresentar e demonstrar o uso de métodos de decomposição econômica para a prospecção da demanda de serviços energéticos por hidrogênio. Para isso, será abordado a importância do hidrogênio na transição energética e na descarbonização da matriz energética brasileira, assim como a intenção de considerar o hidrogênio, sobretudo o “verde”, como commodity de forte interdependência com a variabilidade dos recursos energéticos fotovoltaico e eólico, com o intuito de compreender as inter-relações energéticas e econômicas da cadeia do hidrogênio e poder auxiliar à tomada de decisão e, por consequência, o planejamento integrado de recursos energéticos.

Palavras-chave: Decomposição Estrutural – Hidrogênio Verde – Fonte Renovável – Transição Energética – Planejamento Integrado – Recurso Energético Distribuído

1 INTRODUÇÃO

O Acordo de Paris (2015) promoveu a intensificação da transição energética incentivando a pesquisa, o investimento e o desenvolvimento de técnicas e de tecnologias de substituição aos combustíveis fósseis. Para atingir as metas desse acordo são necessárias mudanças na matriz energética nacional. Em que pese o Brasil ser dotado de matriz hidro-termo-eólica para produção de energia elétrica, sendo majoritariamente proveniente de fontes hidráulicas e eólicas, além de intenso crescimento solar fotovoltaico, tal crescimento não é constatado nos outros setores econômicos. Conforme o Balanço Energético [1], em 2021, a matriz energética nacional teve uma participação de 44,7% de fontes renováveis na oferta energética, já as fontes não-renováveis totalizaram 55,3%, sendo 34,4% oriunda do petróleo e seus derivados.

Nesse sentido, para reduzir as emissões de gás carbônico (CO₂) é necessário reduzir o uso-final e a demanda por recursos energéticos não-renováveis, sobretudo por petróleo e seus derivados, e otimizar o uso de insumos de baixa pegada ecológica para o atendimento dos serviços energéticos. Uma forma de acelerar a transição energética é a utilização do hidrogênio como nova base energética, pois o seu uso-final não produz emissões de CO₂. Ademais, o hidrogênio (H₂) pode ser utilizado em substituição ao petróleo e seus derivados nos setores industrial, transporte, energético ou agropecuário.

No entanto, o processo para geração de hidrogênio pode ocorrer usufruindo de meios de produção que geram efluentes ou emissões que prejudicam o meio ambiente e não corroboram com a redução da pegada ecológica. Desse modo, pode-se classificar os processos de geração de hidrogênio pelo teor de carbono associado ao processo de produção, sendo foco deste artigo o denominado “hidrogênio verde” (H₂V) que é obtido por meio de fontes eólicas e solar fotovoltaicas.

No Brasil, a evolução da capacidade do Sistema Interligado Nacional (SIN), para 2026, indica que o suprimento por meio de recursos primários eólicos terá um incremento na Matriz Energética de 21.972 MW (12,5%), em agosto de 2022, para 29.304 MW (14,8%), em dezembro de 2026. Por sua vez, o suprimento

*IFSC, Campus Florianópolis-Centro. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica. Avenida Mauro Ramos, 950. Centro, Florianópolis - Santa Catarina, Brasil. CEP 88.020-300. Email: victorhenriquevicente@gmail.com

por meio de recurso primário solar fotovoltaico praticamente irá dobrar, de 5.002 MW (2,8%), em agosto de 2022, para 11.375 MW (5,7%), em dezembro de 2026 [2]. Considerando que essa evolução trata das obras programadas para expansão, tem-se um cenário promissor para produção de H₂V.

Todavia, tem-se em pauta a demanda de serviços energéticos com uso de hidrogênio. Para tanto, este artigo abordará os métodos de decomposição com aplicabilidade em modelo de prospecção de serviços energéticos providos por hidrogênio ou de oferta do hidrogênio como recurso energético. Ademais, como efeito da transição energética, tem-se uma escassez ou esparsidade de informações para nutrir o modelo para cadeia econômica de hidrogênio. O uso de muitas informações pode proporcionar um modelo estratificado e, por consequência, mais complexo. Usualmente, diante dessas características, um modelo de Planejamento Integrado de Recursos Energéticos, com foco na cadeia do hidrogênio, é abordado de maneira *bottom-up*. As abordagens do tipo *top-down* ou *bottom-up* se referem às estratégias de tratamento das informações: agregadas ou desagregadas. A abordagem *bottom-up* envolve a descrição detalhada dos elementos que compõem os submodelos de um sistema [3].

Os métodos de decomposição são aplicados para encapsular o impacto de variações na intensidade energética, a partir de informações de consumo de energia englobando os setores de consumo e produtivos que são ou podem ser abarcados pela economia do hidrogênio. Esses métodos são uma possibilidade como apoio à construção de políticas energéticas e de planejamento integrado de recursos energéticos.

Os métodos de decomposição têm a capacidade de mensurar as contribuições nos impactos de mudanças estruturais e variações na intensidade energética. A análise de decomposição estrutural e a análise de decomposição de índice são os principais enfoques para a decomposição econômica, sendo que a segunda utiliza informações mais agregadas que a primeira. Assim este artigo tratará da decomposição com base na variação de energia conforme três fatores: (i) variações do conteúdo energético; (ii) variações da estrutura econômica; e (iii) nível de atividade econômica.

2 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A transição energética tem como definição, segundo [4], a mudança gradual na composição da estrutura de uma fonte primária de energia sob um padrão específico de fornecimento, para um novo estado de um sistema de energia. Essa transição é considerada necessária devido às mudanças climáticas que acometem o mundo e que ocasionaram o aquecimento global, onde de acordo com o [5], a interferência humana na natureza através do desmatamento e da queima de combustíveis fósseis são os fatores principais que produzem os gases de efeito estufa (GEE) e catalisam o aquecimento global. Esses gases possuem em sua composição o dióxido de carbono, o monóxido de carbono, o metano e outros gases, que ao serem lançados na atmosfera criam uma camada impedindo que parte da radiação solar, que retornaria para o espaço, fique retida, causando o efeito estufa e assim aumentando a temperatura no globo terrestre.

Esses combustíveis fósseis além de prejudiciais ao meio ambiente são considerados fontes finitas ou esgotáveis de energia, ou seja, no caso do carvão mineral, do petróleo e do gás natural a sua recomposição na natureza, em condições específicas de temperatura e pressão demora milhões de anos para ocorrer. Porém, esses tipos de fontes são componentes principais nas matrizes energéticas dos países, onde as fontes esgotáveis somam 61% da matriz energética mundial [6], [7]. Com a transição energética esses combustíveis serão substituídos por fontes inesgotáveis, como a hídrica, a biomassa, a eólica e a solar, onde a reposição ocorre na medida em que os recursos energéticos são utilizados. Diante disso, essas fontes são escolhidas como foco principal de investimento para compor a matriz energética de forma majoritária [8].

Até 1970, acreditava-se que os recursos naturais energéticos existentes eram inesgotáveis, assim a preocupação com questões ambientais não era um tema relevante. Porém, em 1972, em Estocolmo - Suécia, ocorreu a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, evento que se tornou um marco histórico para a preservação ambiental mundial. Durante o evento, foi elaborada a Declaração de Estocolmo e foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) [9]. Após 20 anos, em 1992 no Rio de Janeiro - Brasil, no evento chamado ECO-92, foram discutidos os impactos do desenvolvimento econômico, do aumento da população e da crescente degradação do meio ambiente. A partir dessa reunião foi definida a Agenda 21 e, também, iniciaram as Conferências das Partes (COP) [9], [5].

Em 1997, aconteceu em Kyoto - Japão, a 3ª COP, onde foi definido o Protocolo de Kyoto, que estabelece para os países industrializados uma transição para limitar e reduzir a emissão de gases de efeito estufa, conhecido como descarbonização. Esse documento entrou em vigor em 2005 e foi definido o período de 2008 a 2012

para o cumprimento da meta de redução de 5% nas emissões de gás carbônico em comparação aos valores de 1990. Em 2012, em Doha – Qatar, na 18ª COP, foi adotado um segundo período de 2013 a 2020 e uma ratificação de 18% na redução das emissões comparadas a 1990 [10].

Na 21ª COP, em 2015, em Paris – França, foi elaborado o Acordo de Paris com o intuito de limitar o aquecimento global para no máximo 2°C, cujo objetivo a longo prazo é alcançar o mais próximo da neutralidade na emissão de gases de efeito estufa até a metade do século. Esse acordo foi um marco, pois houve o consenso entre todos os países participantes no combate das mudanças climáticas e da adaptação aos seus efeitos [11]. Diante disso e com a finalidade de cumprir a meta de descarbonização até 2050, o investimento em fontes não esgotáveis e em novas tecnologias relacionadas a geração de energia se tornou maior, a matriz energética dos países deixaram de investir em recursos energéticos prejudiciais ao meio ambiente como principal fonte de geração e deram espaço para as fontes inesgotáveis, principalmente eolielétricas e solar fotovoltaicas. Porém, esses recursos energéticos primários possuem elevada variabilidade, sendo necessário estabelecer novas tecnologias para tornar a produção de eletricidade menos intermitente permitindo que haja uma maior segurança na oferta de energia, tendo como foco principal de estudo o armazenamento de energia em sistemas de baterias e a produção de hidrogênio.

O hidrogênio é considerado um vetor energético, pelo fato de ser produzido por diferentes tipos de fonte de energia, isto o torna um componente abundante e com um grande potencial de ser um substituto para os derivados de petróleo. Ademais, o hidrogênio é versátil, visto que pode ser utilizado em diversos setores, como indústria, transporte e energia tendo um grande impacto na transição energética ao ser incorporado a matriz energética [12].

O entendimento do hidrogênio como *commodity* tem avançado, pois tende a ser produzido em grandes quantidades e pode ser transportado, armazenado e usado como fonte de energia em uma variedade de aplicações. Atualmente, a maior parte do hidrogênio produzido é usada como matéria-prima na indústria química, como na produção de amônia, cloro e ácido sulfúrico, porém essa produção ainda é dominada por fontes não renováveis, como o gás natural. Mas, a produção de hidrogênio verde, produzido a partir de fontes renováveis como a solar e eólica, está crescendo rapidamente. Assim, espera-se que o hidrogênio se torne uma *commodity*, com preços estabelecidos em mercados nacionais e internacionais brevemente.

3 HIDROGÊNIO

O hidrogênio é o quarto gás mais abundante na atmosfera terrestre, porém é dificilmente encontrado em sua forma natural, geralmente é encontrado na composição de hidrocarbonetos e derivados, sendo necessários processos físico-químicos para a obtenção deste gás - conforme o processo de extração ele recebe uma classificação. É o elemento considerado mais leve, pois possui a menor massa atômica e número atômico, sendo também inodoro, incolor e insípido. Ao utilizar o hidrogênio como fonte/vetor de energia nota-se que não há emissões de carbono, pois ao ser queimado produz vapor d'água, no entanto, ainda existem desafios a serem superados para tornar a utilização do hidrogênio como fonte de energia mais ampla, como o aumento da eficiência na produção e o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento seguras e acessíveis.

3.1 Classificação e Produção

A classificação do hidrogênio ocorre de acordo com os processos utilizados para a produção onde são definidas cores como terminologia para cada processo, alguns utilizam a queima de combustíveis fósseis e têm como resultado da reação além do hidrogênio também o dióxido de carbono. Para a produção do hidrogênio classificado como preto e marrom é realizado o processo de gaseificação, onde um líquido denso ou combustível sólido como o carvão ou a biomassa são oxigenados e colocados sobre alta pressão e temperatura em um reator para formar um gás sintético, após remover as impurezas e passar por um outro reator produz hidrogênio e gás carbônico. O hidrogênio azul também é produzido dessa forma, porém há ao final do processo a captação do gás carbônico. Entretanto, a emissão de dióxido de carbono nesses processos é relativamente alta [13], [12].

A reforma do gás natural na produção de hidrogênio cinza é mundialmente a mais utilizada, sendo que ocorre através de uma reação do gás metano com vapor d'água, produzindo o monóxido de carbono e o hidrogênio, conforme (1) [14].



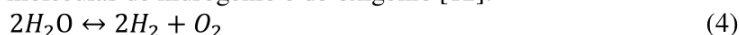
A equação (2) é conhecida como reação gás-água ou reação de Shift e é utilizada para a purificação dos gases, para a eliminação do monóxido de carbono e maximização da produção do hidrogênio.



O hidrogênio turquesa é gerado a partir da pirólise em elevadas temperaturas do gás natural produzindo carbono na forma sólida e hidrogênio gasoso, conforme (3) [15]. Esse carbono posteriormente pode ser utilizado em outros subprodutos como aditivo para o aço, grafite, corantes e condicionador de solo [16].



O hidrogênio amarelo, rosa ou roxo e verde são obtidos a partir da eletrólise, no caso do amarelo por energias mistas proveniente da rede, onde não se sabe a principal fonte de energia, o rosa ou roxo por fontes de energia nuclear e o verde por fontes eólicas e solares fotovoltaicas. Nesse processo uma corrente elétrica é induzida entre anodo e catodo imersos em água, para que haja uma reação entre dois elementos, conforme (4), no caso da água suas moléculas são quebradas em moléculas de hidrogênio e de oxigênio [12].



A pureza do hidrogênio obtido por essa forma de produção é extremamente alta após a secagem e a separação das impurezas do oxigênio. Existem três tecnologias de eletrólise mais conhecidas, o eletrolisador alcalino (*Alkaline Electrolyser - AE*), o eletrolisador de membrana de troca de prótons (*Proton Membrane Exchange Electrolyser - PEM*) e o eletrolisador de óxido sólido (*Solid Oxide Electrolyser - SOE*), sendo este último com maiores ganhos em questões de eficiência [12].

3.2 Armazenamento e Transporte

O hidrogênio pode ser armazenado através de processos físicos, como a liquefação e a compressão, sendo estes dois os mais comuns e utilizados em larga escala; de processos químicos, através da ligação do hidrogênio a hidretos metálicos e hidretos químicos; e de processo de adsorção, onde a molécula do hidrogênio pode ser adsorvida a um material através de ligações de Van Der Waals relativamente fracas [17].

Para a liquefação do hidrogênio é necessária uma grande quantidade de energia, visto que o ponto de ebulição do hidrogênio ocorre a -253°C à 1 bar e que durante os processos adiabático e de expansão isentálpica não ocorre o resfriamento do gás hidrogênio para temperaturas em torno de -73°C , sendo necessário um pré-resfriamento, que geralmente acontece com a evaporação do nitrogênio líquido. A capacidade mundial de liquefação está em torno de 355 toneladas por dia (tpd) [18].

Já, para compressão do hidrogênio é necessário que haja um compartimento capaz de suportar a pressão necessária para armazenar o gás. Devido ao custo de operação e às propriedades dos materiais que compõem os cilindros de armazenamento, o hidrogênio é armazenado a uma pressão inferior a 100 bar para ambientes externos e 200 bar em armazéns subterrâneos. Porém, em virtude da pressão ser limitada, a densidade é reduzida, assim os locais para armazenamento são maiores e isto eleva os custos de armazenamento [19].

O armazenamento através da adsorção é um processo pelo qual o hidrogênio é retido na superfície de um material adsorvente, geralmente um material poroso com áreas de alta superfície específica, esse processo é amplamente utilizado para armazenar hidrogênio como uma forma compacta e segura. O processo de adsorção é reversível, o que significa que o hidrogênio pode ser liberado do material adsorvente quando necessário. Alguns dos materiais comuns utilizados para adsorver hidrogênio incluem material de carbono, metal-orgânicos e sílices. A eficiência de armazenamento de hidrogênio por adsorção depende de fatores como a pressão e a temperatura, assim como da natureza do material adsorvente. Esse processo é utilizado em aplicações de armazenamento de energia, como veículos a células combustíveis, sistemas de armazenamento de energia elétrica e em aplicações industriais, como a purificação de hidrogênio para uso na indústria química [20].

O transporte do hidrogênio pode ocorrer através de caminhões, trens ou navios com tanques de armazenamento refrigerados ou pressurizados, visto que o hidrogênio liquefeito necessita de condições específicas, principalmente temperaturas criogênicas para evitar a sua evaporação. Já, o hidrogênio comprimido pode ser transportado também por gasodutos, podendo ocorrer por terra (*onshore*), ou por vias marítimas (*offshore*), o que permite que seja transportado a longas distâncias, sem perda significativa de pressão ou quantidade. Além

disso, os gasodutos precisam ser revestidos com materiais que resistam à corrosão e pressão causada pelo hidrogênio.

Atualmente, existe uma grande distribuição de gasodutos que interligam diferentes estados e países, geralmente utilizados para o transporte de gás natural, porém por se tratar de uma das formas mais seguras de se transportar o hidrogênio a tendência é que o investimento nessa forma de transporte cresça [21]. Outra forma de transporte seria a transformação do hidrogênio em seus produtos finais, como combustíveis e fertilizantes e posteriormente realizar o transporte através dos meios convencionais.

4 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

O custo de produção de energia deixou de ser o maior foco das preocupações dando espaço para o meio ambiente e o uso eficiente do capital natural e de energia elétrica. Isso propiciou a inserção de fontes renováveis na matriz energética e de programas de eficiência energética. Tendo em vista que a eletricidade está presente em praticamente todas as atividades ou setores econômicos e produtivos e que a demanda por energia aumenta, tem-se uma crescente dependência da sociedade por eletricidade, pois a energia elétrica é capaz de promover bem-estar e movimentar a economia, é necessário que exista um planejamento de acordo com os recursos energéticos ofertados e os serviços energéticos demandados, que é realizado ao analisar a oferta e a demanda de energia concomitantemente [3].

Ao analisar os cenários de demanda energética podem ser considerados dois tipos de abordagens. Quando não há preocupação com as tecnologias que produzem essa energia ou com o uso dela, considera-se um conjunto de informações agregadas, esse tipo de abordagem recebe o nome de *top-down*. Porém, esse tipo de abordagem no contexto energético não retorna resultados com precisão, sendo necessário que os dados sejam desagregados, onde é possível observar a oferta, a demanda e os custos para as tecnologias e para os setores que utilizam a energia, essa abordagem recebem o nome de *bottom-up* e os métodos que serão apresentados nas próximas seções utilizam esse tipo de abordagem [3].

4.1 Métodos de Decomposição

A decomposição consiste em dividir um problema complexo em partes constituintes que simplifiquem o estudo a ser realizado, ambos os métodos abordados a seguir neste artigo são realizados a partir de dados históricos, que consideram o crescimento econômico, os setores e as mudanças na tecnologia para determinar alterações que mais contribuíram para as mudanças em um determinado indicador [22]. No campo da economia voltada à eletricidade esses métodos geralmente são aplicados para análise de consumo de energia e de emissões de CO₂, sendo possível, por exemplo, analisar o efeito da transição energética, do petróleo para as fontes renováveis e das fontes renováveis para o hidrogênio verde, sobre os principais setores da economia brasileira.

4.1.1 Análise de Decomposição Estrutural

A Análise de Decomposição Estrutural também chamada de análise de modelo de entrada-saída, segundo [23] é um método quantitativo que considera um modelo de insumo-produto para realizar uma comparação com base em uma distribuição temporal, sendo possível observar as mudanças na estrutura econômica com a alteração de aspectos tecnológicos e econômicos. Para realizar a decomposição estrutural é necessário definir a Matriz de Insumo-Produto (MIP), A . Nessa matriz é considerada a oferta e a demanda de um setor para outro setor, os termos de A , são definidos como $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$, e representam a quantidade de entrada do setor i necessária para produzir uma saída no setor j . Esses valores são obtidos utilizando (5), sendo X_i o total de saída do setor i , x_{ij} a quantidade de saídas do setor i para o setor j e y_i a demanda final para os produtos do setor i [24]¹.

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} + \dots + a_{1n}x_{1n} + y_1 \\ X_2 &= a_{21}x_{21} + a_{22}x_{22} + \dots + a_{2n}x_{2n} + y_2 \\ &\vdots \\ X_n &= a_{n1}x_{n1} + a_{n2}x_{n2} + \dots + a_{nn}x_{nn} + y_n \end{aligned} \quad (5)$$

¹ A referência [24], foi corroborada com informações junto a Banerjee, S. em *Lecture - 6 Energy Economics : Input-Output Analysis* de 2007.

A análise de decomposição é efetuada com base em estudos de Leontief que obteve a equação matricial definida por (6). Em que X é um vetor $n \times 1$ que representa a oferta dos setores, Y é um vetor $n \times 1$ que representa as demandas finais e A uma matriz $n \times n$ que representa os coeficientes técnicos [24].

$$X = AX + Y \quad (6)$$

Reorganizando a equação (6) é possível isolar a ofertas dos setores, como mostra a equação (7).

$$X = (I - A)^{-1}Y = LY \quad (7)$$

Ao final do equacionamento é possível observar o quanto de X_n , oferta para cada setor é necessário para suprir a demanda dos outros setores, Y_n . O objetivo é observar o nível de atividade, analisando a variação da demanda, a variação da estrutura, através dos coeficientes técnicos, e, também, a variação de energia, a partir da oferta dos setores. Por exemplo, ao realizar um planejamento para a demanda Y , onde os valores de incremento para cada setor são definidos por uma política determinada por uma comissão de planejamento, multiplicado pela matriz de Leontief L é possível determinar o quanto deve ser incrementado X .

4.1.2 Análise de Decomposição de Índice

A análise de decomposição de índice no âmbito energético é realizada a partir da agregação das informações em atividades ou setores e observando pelo menos dois períodos de tempo, realizando a análise a partir da variação da demanda de energia em três fontes comuns: (i) nível de atividade, em que caso este aumente a tendência é que a demanda de energia aumente, (ii) variação da estrutura, ou seja, caso haja uma mudança para atividades que consumam menos energia, a demanda de energia diminui e (iii) variação na intensidade de energia, caso a intensidade de energia diminua a demanda de energia diminui [25].

De acordo com [25] a decomposição de índice pode ser realizada por diferentes métodos, sendo a *Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)* a mais utilizada no âmbito da eficiência energética. Em [26] é apresentado uma formulação para o método *LMDI*, em que V representa um conjunto de dados agregados relacionados, onde há n fatores que contribuem para mudanças em V no tempo, e cada um está associado a uma variável quantificável em que existem n variáveis $x_1, x_2, \dots, x_n$. Considerando i como uma subcategoria dos dados para cada mudança estrutural a ser estudada, tem-se $V_i = x_{1,i}x_{2,i} \dots x_{n,i}$, com essas informações a identidade da decomposição de índice é dada por (8).

$$V = \sum_i V_i = \sum_i x_{1,i}x_{2,i} \dots x_{n,i} \quad (8)$$

Esse conjunto de dados varia de $V^0 = \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \dots x_{n,i}^0$, no período 0, para $V^T = \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T \dots x_{n,i}^T$, no período T, a mudança estrutural pode ser definida através uma decomposição multiplicativa, onde é decomposto a razão dos dados, conforme (9) [26].

$$D_{tot} = \frac{V^T}{V^0} = Dx_{1,i}Dx_{2,i} \dots Dx_{n,i} \quad (9)$$

Ou, através de uma decomposição aditiva, como mostrado em (10).

$$\Delta V_{tot} = V^T - V^0 = \Delta Vx_1 + \Delta Vx_2 + \dots + \Delta Vx_n \quad (10)$$

O índice *tot* representa a mudança geral e os termos a direita da igualdade representam os efeitos relacionados aos fatores da equação (8), calculados utilizando o método *LMDI*, tem-se que $L(a, b) = (a - b)/(\ln a - \ln b)$, onde os termos D_{xk} e ΔVx_k , podem ser expressos por (11) e (12) respectivamente [26].

$$D_{xk} = \exp \left(\sum_i \frac{L(V_i^T, V_i^0)}{L(V^T, V^0)} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right) = \exp \left(\sum_i \frac{(V_i^T - V_i^0)/(\ln V_i^T - \ln V_i^0)}{(V^T - V^0)/(\ln V^T - \ln V^0)} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right) \quad (11)$$

$$\Delta Vx_k = \sum_i L(V_i^T, V_i^0) \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) = \sum_i \frac{(V_i^T - V_i^0)}{(\ln V_i^T - \ln V_i^0)} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \quad (12)$$

Para cada efeito associado ao nível de atividade, à estrutura da atividade e à intensidade setorial, as equações (9) e (10), podem ser trabalhadas para obter o resultado de acordo com o setor e a atividade analisada.

5 CONCLUSÕES

O hidrogênio é um dos meios principais na transição energética e tem representado um grande papel na descarbonização, por ser um forte substituto dos combustíveis derivados do petróleo e por possuir uma complementariedade com as fontes de energia intermitentes, servindo como um componente para a segurança energética. Os dados referentes à produção e à utilização do hidrogênio ainda são escassos e se encontram de forma esparsa, sendo necessário uma certa manipulação dos dados para compilar as informações e poder aplicá-las em métodos para serem avaliados e discutidos.

Com relação a obtenção das informações, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) apresenta uma série de dados históricos de 1970 a 2021, sendo observado informações de análise energética, oferta e demanda de energia por fonte, consumo de energia, recursos e reservas energéticas, entre outros. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através das Contas Nacionais apresenta a Matriz de Insumos-Produtos para os setores e atividades brasileiras em 2015 e a *International Energy Agency* (IEA) apresenta dados relacionados aos setores de uso-final do hidrogênio em 2022, informações sobre a utilização do hidrogênio como no aquecimento residencial, nas indústrias e na geração de eletricidade, ao tratar esses dados é possível utilizá-los para a aplicação dos métodos discutidos nesse artigo [27]–[29].

Considerando a análise do hidrogênio na matriz energética brasileira, de um lado, o método de Análise de Decomposição Estrutural que é realizado a partir de uma abordagem *bottom-up*, onde as informações sobre os setores são desagregadas, mostra-se o mais aplicável para obter informações mais detalhadas sobre as tecnologias e as demandas finais. Porém, de outro lado, a Análise de Decomposição de Índice usufrui de uma abordagem *top-down*, usando as informações apenas no âmbito setorial de maneira agregada, esse tipo de análise é a mais aplicada e possui uma quantidade maior de informações, sendo possível ser utilizada para obter resultados de uma maneira mais ampla [22]. Ambos os métodos, podem servir para realizar uma prospecção da produção e utilização do hidrogênio, servindo com base para o entendimento e construções de novas políticas públicas para a utilização desse vetor energético, o hidrogênio.

6 REFERÊNCIAS

- [1] EPE, “Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020”. 2021. Acessado: 15 de outubro de 2022. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>
- [2] ONS, “Sumário Executivo 2021 PAR-PEL Plano da Operação Elétrica de Médio Prazo do SIN 2022-2026”. 31 de dezembro de 2021. Acessado: 22 de outubro de 2022. [Online]. Disponível em: https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Sumario%20Executivo_PARPEL_2021.pdf
- [3] G. De Martino Jannuzi, J. Swisher, e R. Redlinger, *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Oferta, demanda e suas interfaces*, 2º ed. Campinas: IEI Brasil, 2018. [Online]. Disponível em: <http://iei-brasil.org/livro-pir/>
- [4] V. Smil, *Energy Transitions: global and national perspectives*, 2º ed. Westport: Praeger, 2016.
- [5] WWF, “Efeito Estufa e Mudanças Climáticas”. https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/efeitoestufa_e_mudancasclimaticas/ (acessado 19 de novembro de 2022).
- [6] MME e EPE, “Produção e Consumo de Hidrogênio em Refinarias no Brasil”. Acessado: 21 de outubro de 2022. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-667/NT-EPE-DPG-SDB-2022-01%20-%20Hidrog%C3%AAnio%20em%20Refinarias.pdf>
- [7] bp, “Power by fuel”. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/power-by-fuel.html> (acessado 19 de novembro de 2022).
- [8] EPE, “Fontes de Energia”. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/abcednergia/Paginas/FONTES-DE-ENERGIA.aspx#TOPO> (acessado 19 de novembro de 2022).
- [9] United Nations, “Conferences | Environment and sustainable development”. <https://www.un.org/en/conferences/environment> (acessado 19 de novembro de 2022).

- [10] United Nations Framework Convention on Climate, “What is the Kyoto Protocol?” https://unfccc.int/kyoto_protocol (acessado 19 de novembro de 2022).
- [11] United Nations Framework Convention on Climate, “Paris Agreement”. 2015.
- [12] Z. Abdin, A. Zafaranloo, A. Rafiee, W. Mérida, W. Lipiński, e K. R. Khalilpour, “Hydrogen as an energy vector”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 120, p. 109620, mar. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2019.109620.
- [13] MME e EPE, “Hidrogênio Cinza: Produção a partir da reforma a vapor do gás natural”. 2022. Acessado: 27 de novembro de 2022. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-654/NT%20Hidrog%C3%AAnio%20Cinza.pdf>
- [14] I. I. Olateju, C. Gibson-Dick, S. C. O. Egede, e A. Giwa, “Process Development for Hydrogen Production via Water-Gas Shift Reaction Using Aspen HYSYS”, *JERA*, vol. 30, p. 144–153, maio 2017, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.30.144.
- [15] S. Schneider, S. Bajohr, F. Graf, e T. Kolb, “State of the Art of Hydrogen Production via Pyrolysis of Natural Gas”, *ChemBioEng Reviews*, vol. 7, n° 5, p. 150–158, out. 2020, doi: 10.1002/cben.202000014.
- [16] M. Steinberg, “Modern and prospective technologies for hydrogen production from fossil fuels”, *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 14, n° 11, p. 797–820, 1989, doi: 10.1016/0360-3199(89)90018-9.
- [17] J. Andersson e S. Grönkvist, “Large-scale storage of hydrogen”, *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 44, n° 23, p. 11901–11919, maio 2019, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.03.063.
- [18] G. Valenti, “Hydrogen liquefaction and liquid hydrogen storage”, em *Compendium of Hydrogen Energy*, Elsevier, 2016, p. 27–51. doi: 10.1016/B978-1-78242-362-1.00002-X.
- [19] A. Witkowski, A. Rusin, M. Majkut, e K. Stolecka, “Comprehensive analysis of hydrogen compression and pipeline transportation from thermodynamics and safety aspects”, *Energy*, vol. 141, p. 2508–2518, dez. 2017, doi: 10.1016/j.energy.2017.05.141.
- [20] Y. Sun, C. Shen, Q. Lai, W. Liu, D.-W. Wang, e K.-F. Aguey-Zinsou, “Tailoring magnesium based materials for hydrogen storage through synthesis: Current state of the art”, *Energy Storage Materials*, vol. 10, p. 168–198, jan. 2018, doi: 10.1016/j.ensm.2017.01.010.
- [21] Global Energy Monitor, “Global Gas Infrastructure Tracker”, *Global Energy Monitor*. <https://globalenergymonitor.org/projects/global-gas-infrastructure-tracker/tracker/> (acessado 18 de janeiro de 2023).
- [22] R. Hoekstra e J. C. J. M. van den Bergh, “Comparing structural decomposition analysis and index”, *Energy Economics*, vol. 25, n° 1, p. 39–64, jan. 2003, doi: 10.1016/S0140-9883(02)00059-2.
- [23] H. L. de Figueiredo e M. A. S. Oliveira, “Análise de Decomposição Estrutural para a Economia brasileira entre 1995 e 2009”, *Revista de Economia*, vol. 41, n° 2, p. 31–56, 2015.
- [24] M. J. C. de Mendonça, A. O. Pereira Jr., e R. R. de B. Aylmer, “TD 2786 - Decomposição estrutural do consumo de energia elétrica no Brasil”, *TD*, p. 1–32, jul. 2022, doi: 10.38116/td2786.
- [25] B. W. Ang, “LMDI decomposition approach: A guide for implementation”, *Energy Policy*, vol. 86, p. 233–238, nov. 2015, doi: 10.1016/j.enpol.2015.07.007.
- [26] B. W. Ang, “The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide”, *Energy Policy*, vol. 33, n° 7, p. 867–871, maio 2005, doi: 10.1016/j.enpol.2003.10.010.
- [27] EPE, “BEN - Séries Históricas e Matrízes”. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Compleatas>
- [28] IBGE, “Matriz de Insumo-Produto”. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=resultados>
- [29] IEA, “Hydrogen Projects Database”, outubro de 2022. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-projects-database>

APÊNDICE B – Comprovante de apresentação



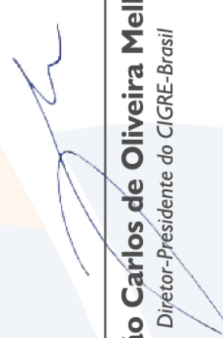
CERTIFICADO

Certificamos que, **VICTOR VICENTE** 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.



Rodrigo Gonçalves Pimenta
Coordenador Geral e Executivo do XIX ERIAC



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



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

O COMITÊ TÉCNICO DO XIX ERIAC CERTIFICA QUE O TRABALHO TÉCNICO

ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA PARA
PROMOVER A ECONOMIA DO HIDRÓGENIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO
PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

FOI APRESENTADO NO EVENTO, POSSUINDO COMO AUTOR(ES)

EVERTHON TAGHORI SICA; VICTOR HENRIQUE VICENTE*

FOZ DO IGUAÇU, 25 DE MAIO DE 2023



Código de validação

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



Código de validação

Certificamos que **VICTOR HENRIQUE VICENTE** apresentou o trabalho técnico
“ANÁLISE DE MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL ENERGO-ECONÔMICA
PARA PROMOVER A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE E INCORPORAÇÃO AO
PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS” 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

cigre
Brasil

APOIO
ORGANIZACIONAL





APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso



Transição Energética



- A transição energética é necessária devido às **mudanças climáticas** causadas pela interferência humana na natureza;
- A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em 1972 foi um marco histórico para a **preservação ambiental** mundial;
- O Protocolo de Kyoto de 1997 estabeleceu para os países industrializados uma transição para **limitar e reduzir** a emissão de gases de efeito estufa, conhecido como **descarbonização**;
- O Acordo de Paris de 2015 teve como objetivo limitar o **aquecimento global** e alcançar a **neutralidade** na emissão de GEE até a metade do século (**Net Zero**);
- O investimento em fontes não esgotáveis e em **novas tecnologias** relacionadas à geração de energia se tornou maior para cumprir a meta de descarbonização até **2050**.

Hidrogênio

- O hidrogênio é um gás abundante na atmosfera terrestre, porém geralmente encontrado em **hidrocarbonetos e derivados** sendo necessário realizar **processos físico-químicos** para obter hidrogênio e ele recebe uma classificação dependendo do processo de extração.

Classificação	Processo	Fonte primária de energia	Captação e Armazenamento de Carbono (CCUS)
Preto	Gaseificação	Carvão Vegetal	Não
Marrom		Lignito	Não
Azul		Gás Natural/ Carvão Vegetal	Sim
Cinza	Reforma	Gás Natural	Não
Turquesa	Pirólise		Sim
Amarelo	Eletrólise	Proveniente do SIN	-
Rosa/Roxo		Nuclear	-
Verde		Eólica e/ou Solar	-

Hidrogênio

• Armazenamento:

- Pode ser armazenado através de processos **físicos, químicos**;
- Os processos físicos mais comuns são a liquefação e a compressão, sendo necessário um **pré-resfriamento** para a liquefação e uma **pressão** capaz de suportar o gás para a compressão;
- O armazenamento através da adsorção é feito em materiais através de **ligações químicas**, como carbono, metal-orgânicos e sílices;

• Transporte:

- Pode ocorrer por caminhões, trens, navios ou gasodutos, dependendo da forma de armazenamento do hidrogênio;
- O transporte por gasodutos é uma das formas **mais seguras**, mas é necessário revestir os gasodutos com materiais resistentes à **corrosão e pressão**;
- A transformação do hidrogênio em seus produtos finais (**Power-to-X**), também pode ser uma forma de transporte.



Planejamento Integrado de Recursos

- O meio ambiente e o uso eficiente de energia elétrica ganharam destaque nas preocupações em relação ao custo de produção de energia, permitindo a inclusão de **fontes renováveis** na matriz energética;
- É necessário haver um planejamento adequado com base nos **recursos** energéticos **disponíveis** e na **demanda** por **serviços** energéticos;
 - Esse planejamento pode ser realizado utilizando dois **tipos de abordagem**:
 - *Top-down*
 - *Bottom-up*
 - Os principais **métodos de decomposição** que utilizam essas abordagens são:
 - Decomposição Estrutural
 - Decomposição de Índice
- Esses métodos são comumente aplicados para análise de **consumo de energia** e **emissões de CO₂** na economia da eletricidade e com eles é possível analisar os efeitos da variação da estrutura, do nível de atividade e do nível de intensidade nos principais setores da **economia brasileira**.



Planejamento Integrado de Recursos

- Análise de Decomposição Estrutural
 - Variação no tempo de dados não agregados (*bottom-up*)
 - **Matriz de Insumo-Produto (MIP)**:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} + \dots + a_{1n}x_{1n} + y_1 \\
 X_2 &= a_{21}x_{21} + a_{22}x_{22} + \dots + a_{2n}x_{2n} + y_2 \\
 &\vdots \\
 X_n &= a_{n1}x_{n1} + a_{n2}x_{n2} + \dots + a_{nn}x_{nn} + y_n
 \end{aligned}$$

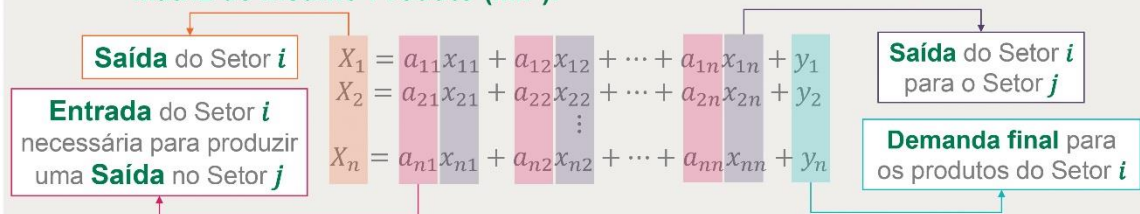
- Variação da **Oferta e da Demanda**

$$X = (I - A)^{-1}Y = LY$$

Planejamento Integrado de Recursos



- Análise de Decomposição Estrutural
 - Variação no tempo de dados não agregados (*bottom-up*)
 - **Matriz de Insumo-Produto (MIP):**



- Variação da **Oferta e da Demanda**

$$X = (I - A)^{-1}Y = LY$$

Planejamento Integrado de Recursos



- Análise de Decomposição de Índice
 - Variação no tempo de dados agregados (*top-down*)

$$V = \sum_i V_i = \sum_i x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i}$$

○ Decomposição Multiplicativa

$$D_{tot} = \frac{V^T}{V^0} = Dx_{1,i} Dx_{2,i} \dots Dx_{n,i}$$

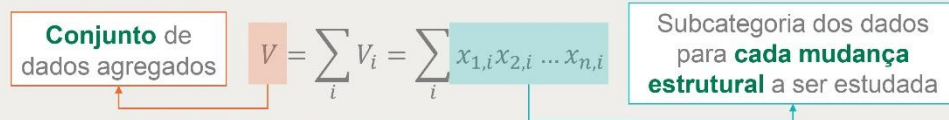
○ Decomposição Aditiva

$$\Delta V_{tot} = V^T - V^0 = \Delta Vx_1 + \Delta Vx_2 + \dots + \Delta Vx_n$$

- Logarithmic Mean Divisia Index (**LMDI**)

Planejamento Integrado de Recursos

- Análise de Decomposição de Índice
 - Variação no tempo de dados agregados (*top-down*)



Decomposição Multiplicativa

$$D_{tot} = \frac{V^T}{V^0} = Dx_{1,i} Dx_{2,i} \dots Dx_{n,i}$$

Decomposição Aditiva

$$\Delta V_{tot} = V^T - V^0 = \Delta Vx_1 + \Delta Vx_2 + \dots + \Delta Vx_n$$

- Logarithmic Mean Divisia Index (**LMDI**)

Conclusões

- O hidrogênio verde é um forte substituto dos combustíveis derivados do petróleo e tem **complementariedade** com as fontes de energia intermitentes;
- A obtenção de informações sobre a produção e utilização do hidrogênio ainda é **escassa** e precisa ser **compilada** e **manipulada**;

Decomposição Estrutural

- Bottom-up*
- Dados desagregados
- Informações detalhadas
- Quantidade menor de informações

Decomposição de Índice

- Top-down*
- Dados agregados
- Informações setoriais
- Quantidade maior de informações

- Ambos os métodos podem ser aplicados para realizar uma **prospecção** da produção e da utilização do hidrogênio, com intuito de construir novas políticas públicas para o aproveitamento desse vetor energético.

Notícias Relacionadas



Buscar

Valor ESG

Hidrogênio verde demandará investimentos de até US\$ 12 trilhões, mostra BCG

Relatório global da consultoria mostra que Brasil precisa se posicionar para canalizar parte do dinheiro e aproveitar seu diferencial competitivo

Por Nalara Bertão, Prática ESG — São Paulo
26/04/2023 08:00 - Atualizado há uma semana

AgênciaBrasil

Green hydrogen gains ground as key energy commodity in Brazil

Renewable energy is the topic at a symposium in Paraná



Published on 14/06/2022 - 12:57 By Pedro Peduzzi - For do Iguaçu



bnamericas

Green hydrogen in Brazil: The potential infrastructure and labor bottlenecks

Bnamericas
Published: Friday, May 05, 2023

Brazil aims to make a global impact on clean energy innovation



Simon Bonetti, Energy Technology Analyst
Jean-Baptiste Le Marois, Energy Innovation Analyst
Amelia Pereira, Energy Innovation Analyst
Sara Lescione, Energy Policy Officer
Commentary — 11 April 2023



Victor H. Vicente

victorhenriquevicente@gmail.com

Everthon T. Sica

sica.eng@gmail.com



ANEXOS

ANEXO A – Folder de chamada do congresso

BOLETIM 4



xixeriatic

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



Usina Hidrelétrica de Itaipu – vertedouro. Foto: Alexandre Marchetti / Acervo Itaipu Binacional

Colaboram

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

Promoção



Apoio Organizacional



MENSAGEM DE BOAS-VINDAS DO CIGRE-BRASIL AOS PARTICIPANTES DO XIX ERIAC

É com muita satisfação que damos as boas-vindas a todos os participantes do XIX ERIAC – Encontro Regional Ibero-Americano do CIGRE, que é o Seminário internacional mais importante da RIAC – Região Ibero-Americana do CIGRE. É, pois, uma grande honra para nós do CIGRE-Brasil sediarmos mais uma vez este grande evento.

O ERIAC é realizado a cada dois anos na tríplice fronteira, tendo nascido no ano de 1986 como ERLAC – Encontro Regional Latino-Americano do CIGRE. 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.

Estamos na 19ª Edição do ERIAC e coube ao Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – CIGRE-Brasil a promoção e à ITAIPU Binacional o apoio organizacional do evento, que será realizado nesta bela e agradável cidade de Foz de Iguaçu, no período de 21 a 25 de maio de 2023.

Com o XIX ERIAC, a Região Ibero-Americana do CIGRE tem por objetivo continuar consolidando as inovações que vem implantando com êxito desde o XVI ERIAC, que fazem com que o evento atenda cada vez mais a exigente qualidade dos seus participantes. Para isso, participam ativamente da organização do ERIAC, além da Argentina, Brasil e Paraguai, seis outros Comitês Nacionais Ibero-Americanos do CIGRE: Chile, Colômbia, Espanha, México, Peru e Portugal.

Resaltamos que o processo seletivo do XIX ERIAC recebeu 784 propostas de resumos, tendo sido aprovados 446 artigos técnicos, que serão apresentados e debatidos nas 110 Sessões Técnicas programadas para o evento.

Adicionalmente, na Sessão de Abertura teremos a palestra intitulada “Integração elétrica regional – transição energética e o aumento da participação de renováveis nas matrizes energéticas do Cone Sul”.

Salientamos que durante a Cerimônia de Abertura, pela primeira vez, será realizada a entrega de prêmios aos Membros de Destaque da RIAC.

Outro momento especial será a realização do Fórum das Nações no dia 24 de maio, o qual contará com a participação de renomados palestrantes nacionais e internacionais e abordará o tema “A evolução dos sistemas energéticos da Ibero-América rumo ao cenário Net Zero em 2050”.

Igualmente importantes são as oportunidades de realizar visitas à Itaipu Binacional, maior usina renovável do mundo na produção de energia elétrica, bem como à Subestação Conversora HVDC de Furnas. As visitas estão programadas para o dia 25 de maio. Além da parte técnica, consta uma programação social com a realização do Jantar de confraternização, onde teremos a oportunidade de reforçar os laços de amizades entre os participantes de todos os países presentes no evento.

MENSAGEM DE BIENVENIDA DE CIGRE-BRASIL A LOS PARTICIPANTES DEL XIX ERIAC

Es con gran satisfacción que damos la bienvenida a todos los participantes del XIX ERIAC – Encuentro Regional Iberoamericano de CIGRE, que es el Seminario Internacional más importante de la Región Iberoamericana de CIGRE-RIAC. Por lo tanto, es un gran honor para nosotros de CIGRE-Brasil ser anfitriones de este gran evento una vez más.

El ERIAC es realizado a cada dos años en la Triple frontera, habiendo nacido en 1986 como ERLAC – Encuentro Regional Latinoamericano de CIGRE. Este lugar, que es especialmente atractivo por su belleza natural, facilita la participación de profesionales de los tres países fronterizos del área – Brasil, Argentina y Paraguay, que alternadamente albergan, en ese orden, la organización del evento.

Estamos en la 19ª Edición del ERIAC y corresponde al Comité Nacional Brasileiro de Producción y Transmisión de Energía Eléctrica – CIGRE-Brasil la promoción, y a ITAIPU Binacional el apoyo organizacional del evento, que será realizado en esta bella y agradable ciudad de Foz de Iguaçu, en el periodo de 21 a 25 de mayo de 2023.

Con el XIX ERIAC, la Región Iberoamericana de CIGRE tiene por objetivo continuar consolidando las innovaciones que se vienen implantando con éxito desde el XVI ERIAC, que hacen que el evento atienda cada vez más la exigente calidad de sus participantes. Para eso, participan activamente de la organización del ERIAC, además de Argentina, Brasil y Paraguay, otros seis Comités Nacionales Iberoamericanos de CIGRE: Chile, Colombia, España, México, Perú y Portugal.

Resaltamos que el proceso de selección del XIX ERIAC recibió 784 propuestas de resúmenes, siendo aprobados 446 artículos técnicos, que serán presentados y discutidos en las 110 Sesiones Técnicas programadas para el evento.

Adicionalmente, en la Sesión de Apertura tendremos la conferencia titulada “Integración eléctrica regional – transición energética y el aumento de la participación de renovables en las matrices energéticas del Cono Sur”.

Destacamos que, durante la Ceremonia de Apertura, por primera vez, será realizada la entrega de premios a los Miembros Distinguidos de RIAC.

Otro momento especial, será el Foro de las Naciones el 24 de mayo, el cual contará con la participación de disertantes destacados nacionales e internacionales, y abordará el tema “La evolución de los sistemas energéticos de Iberoamérica rumbo al escenario Net Zero en 2050”.

Igualmente son importantes, las oportunidades de realizar visitas al Itaipu Binacional, mayor planta en producción de energía eléctrica del mundo, así como la Subestación Convertidora HVDC de Furnas. Las visitas están previstas para el 25 de mayo. Además de la parte técnica, consta una programación social con realización de la cena de confraternización, donde tendremos la oportunidad de reforzar los lazos de amistad entre los participantes de todos los países presentes en el evento.

SEJAM BEM-VINDOS A FOZ DO IGUAÇU
E UM BOM XIXeriac A TODOS OS PARTICIPANTES

PROGRAMAÇÃO						
HORÁRIO	SÁBADO 20/05	DOMINGO 21/05	SEGUNDA-FEIRA 22/05	TERÇA-FEIRA 23/05	QUARTA-FEIRA 24/05	QUINTA-FEIRA 25/05
8h - 9h	Montagem ExpoERIAc	Reunião Ordinária RIAC Parte 1	Reunião Ordinária RIAC Parte 2	Sessões técnicas (4 x 15' apresentações + 30' debates) Intervalo	Sessões técnicas (4 x 15' apresentações + 30' debates) Intervalo	Visita à Itaipu e à Subestação Conversora HVDC de Fumas (confirmar horários)
9h - 10h30						
10h30 - 11h						
11h - 12h30						
12h30 - 13h30						
13h30 - 14h						
14h - 15h						
15h - 15h30						
15h30 - 16h						
16h - 16h30						
16h30 - 17h	Inscrições Acreditações	Reunião do Comitê Técnico	Intervalo	Sessões técnicas (4 x 15' apresentações + 30' debates)	Intervalo	Visita à Itaipu e à Subestação Conversora HVDC de Fumas (confirmar horários)
17h - 17h30						
17h40 - 18h						
18h - 18h20						
18h20 - 19h						
19h - 19h50						
19h45 - 20h15						
20h15 - 20h30						
20h30 - 21h						
21h - 21h45						
21h45 - 23h	Coquetel de Boas-vindas	Abertura ExpoERIAc	Painéis NGN e WIE	Palestras Técnicas	Cerimônia de Encomendamento Entrega de Prêmios do ERIAC	Intervalo
23h - 23h30						

* Os 446 artigos técnicos serão apresentados e debatidos em cada um dos 16 Comitês de Estudo do CIGRE em 10 salas simultâneas. As Sessões Técnicas com duração de 90 minutos serão compostas de apresentações consecutivas de até 4 artigos, com duração de 15 minutos cada, seguidas ao final de 30 minutos de debates. De forma similar serão realizadas algumas Sessões Técnicas compostas de apresentações consecutivas de até 5 artigos. Idiomas oficiais: português e espanhol, sendo permitido excepcionalmente o inglês.

Notas:

- Reunião Ordinária da RIAC e Reunião do Comitê Técnico – para autoridades da RIAC.
 - Painel NGN – Next Generation Network / Painel WiE – Women in Energy
- Segunda-feira, dia 22/05/2023 das 18:10 às 19:50 horas – Sala 1

AUTORIDADES DO XIX ERIAC

Presidente do XIX ERIAC

João Carlos de Oliveira Mello

Presidente Honorário do XIX ERIAC e Presidente da RIAC

Pablo Rodríguez Herreñás

Presidente do Comitê de Organização do XIX ERIAC

José Henrique Machado Fernandes

Comitê Assessor da RIAC para o ERIAC (CARE)

PRESIDENTE: Pablo Rodríguez Herreñás (ES)

MEMBROS: Jorge Nizovoy (AR), Félix Gallego (AR), João Carlos de Oliveira Mello (Br), José Henrique Machado Fernandes (BR), Antonio Carlos Barbosa Martins (BR), Maria Nohemi Arboleda Arango (CO), Liliana M. Pineda Hernandez (CO), Carlos Vanegas (CO), Jaime Alejandro Zapata (CO), Guillermo Rodríguez Gajá (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: Maria Nohemi Arboleda Arango (CN Colombiano)

SECRETÁRIO: Flavio Rodrigo de Miranda Alves (CN Brasileiro)

MEMBROS

Argentina: Alejandro Camatella; 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 Issourbehère; Marcos Sebastian Benetti; Mauricio Eduardo Samper; Leonardo Catalano; Ariel Campos.

Brasil: Fernando Souza Brasil; Roberto Asano Junior; Daniel Sinder; Daniel Bento; Marcos Cesar Araujo; Marta Lacorte; Trevor Matheus C.V. do Carmo Dobbins; Pablo Humeres Flores; Marcos Vinicius G. da Silva Fairinha; Antonio Carlos Barbosa Martins; André Luiz Mustafá; Angelica da Costa Oliveira Rocha; João Carlos Oliveira Mello; Alexandre Rasi Aoki; Alain François Sanson Levy; 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 Vega; Natalia Mejía Luz; Ernesto Perez Gonzalez; Martha Maria Cili Zapata; Eduardo Gómez; Diego Andrés Zuluaga Urrea.

Espanha: Alfredo Gómez; Carlos Vila; Aitor Hernández; Alexandra Burgos; Antonio Useros; Jesus 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-Martínez Oscar; Espinosa Reza Alfredo.

Paraguai: Rodrigo Eduardo Chaparro Moraes; Maria Alicia Arevalos Burró; María Jose Martinez Píñarez; Manuel Sosa Ríos; 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; António Carinho; 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

COORDENAÇÃO-CERAL E EXECUTIVA: Rodrigo Gonçalves Pimenta
SECRETARIA EXECUTIVA: Renato Boiarski Vieira
COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA E DE CONTRATOS: Priscilla da Costa Guimarães
COORDENAÇÃO FINANCEIRA: Bruno Amadio Troiano
COORDENAÇÃO TÉCNICA: Robson Almir de Oliveira; Alexandre Cezario Pereira
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: Teresinha Arnauts Hachisuca
COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL: Rebecca Bonomo Montanheiro

CERIMÔNIA DE ABERTURA – PALESTRA TÉCNICA

“Integração elétrica regional – transição energética e o aumento da participação de renováveis nas matrizes energéticas do Cone Sul”

Palestrante: Dr. João Carlos de Oliveira Mello, CEO da Thymos Energia

CERIMÔNIA DE ABERTURA – ENTREGA DE PRÊMIOS

Ocorrerá, pela primeira vez, a entrega de prêmios aos Membros Distinguidos da RIAC.

Os agradecidos são:

Jorge Alberto Nizovoy – Argentina
 Patricia Liliana Annera – Argentina
 Roberto Dalmacio Molina Mylius – Argentina
 João Batista Guimarães Ferreira da Silva – Brasil
 João Felix Nolasco – Brasil
 José Henrique Machado Fernandes – Brasil
 Níromar Alves de Rezende – Brasil
 Ruy Carlos Ramos de Menezes – Brasil
 Renato Valdivia Fuentes – Chile
 Fernando Soto Martos – Espanha
 Francisco Salamanca Segoviano – Espanha

Luis Velasco Bodega – Espanha
 Eric Bolivar Villagómez – México
 Antonio Adam Nill – Paraguai
 Oscar Emanuel de Magalhães Ribeiro – Portugal
 Vítor Manuel da Costa Antunes Machado Baptista – Portugal

PALESTRAS TÉCNICAS DOS PATROCINADORES DIAMANTE

Palestra Shemar: Cruzetas Poliméricas CICA®, Tecnologia 2.0 em Transmissão de Energia
 Palestrante: Marcos Fernandes – Diretor Técnico Latam & Ibéria
 Sala 2 – 22/05/23 – Segunda-feira, 17h40

Palestra Itaipu: Atualização Tecnológica na Usina de Itaipu: aspectos do projeto e sua gestão
 Palestrante: Renata de Biasi Ribeiro Tufale
 Sala 2 – 23/05/23 – Terça-feira, 17h40

FÓRUM DA NAÇÕES

A evolução dos sistemas energéticos da Ibero-América rumo ao cenário Net Zero em 2050
 Moderador: Márcio Szechtman (Brasil) – Diretor de Transmissão da Eletrobras e Presidente do Comitê Técnico do CIGRE.

Palestra nº1: A visão da Península Ibérica e da Europa
 Palestrante: Pedro Ávila – Diretor de Sustentabilidade Operacional da REN – Portugal

Palestra nº 2: A visão da Península Ibérica e da Europa
 Palestrante: Eva Pagán – Directora Corporativa de Sostenibilidad y Estudios de Redeia – Espanha

Palestra nº3: A visão da Latinoamérica
 Palestrante: María Nohemí Arboleda Arango – Cerente Geral da XM, Colômbia.

Palestra nº4: A visão da Regulação do Setor Elétrico Brasileiro
 Palestrante: Agnes Maria de Aragão da Costa – Diretora da ANEEL, Brasil.

VISITA TÉCNICA EM ITAIPU E À PLANTA DE HIDROGÊNCIO NO PTI / VISITA TÉCNICA EM ITAIPU

As inscrições aos participantes serão efetuadas previamente no local do evento, no Stand da Itaipu Binacional, até o limite das vagas disponíveis.

La inscripción de los participantes se efectuará previamente en el local del evento, en el Stand de Itaipu Binacional, hasta el límite de cupos disponibles.

VISITA TÉCNICA À SUBESTAÇÃO CONVERSORA HVDC DE FURNAS / VISITA TÉCNICA A LA SUBESTACION CONVERTIDORA HVDC DE FURNAS

As inscrições aos participantes serão efetuadas previamente na secretaria do evento e até o limite de vagas disponíveis.
La inscripción de los participantes se efectuará previamente en la secretaria del evento y hasta el límite de cupos disponibles.

CERTIFICADOS

Os certificados de participação serão emitidos através do site do evento e estarão disponíveis a partir de 25/05/2023.
Los certificados de participación serán emitidos a través de la página del evento y estarán disponibles a partir del 25/05/2023.

ARTIGOS TÉCNICOS / ARTÍCULOS TÉCNICOS

Os Artigos Técnicos estarão disponíveis para os inscritos no evento a partir do dia 21/05/2023.
Los Artículos Técnicos estarán disponibles para descarga en la página del evento a partir del 21/05/2023.

AUTORES

Todos os autores deverão enviar pelo site do evento o **Termo de Cessão de Direitos Autorais** assinado pelo Autor. Responsável até o dia 15/05/2023.
Todos los autores deberán enviar por la página del evento, o Término de Concesión de Derechos Autorales firmado por el Autor. Responsable hasta el 15/05/2023.

ISBN DOS ARTIGOS DO XIX ERIAC / ISBN DE LOS ARTICULOS DEL XIX ERIAC

O Número de ISBN (International Standard Book Number) dos artigos técnicos aprovados no XIX ERIAC é 978-65-00-63038-1.
El Número de ISBN (International Standard Book Number) de los artículos técnicos aprobados en el XIX ERIAC es 978-65-00-63038-1.

INTERVALO PARA ALMOÇO / RECESO PARA EL ALMUERZO

Haverá venda antecipada para o almoço e a opção de lanches rápidos nas áreas indicadas pelo hotel. O valor do almoço será de R\$ 60,00 por pessoa/dia.
Habrà venta anticipada para el almuerzo y la opción de refrigerios rápidos en áreas indicadas por el hotel. El valor del almuerzo será de R\$ 60, por persona/día.

MESAS DIRETORAS DAS SESSÕES TÉCNICAS

Comitê de Estudo A1 - Máquinas Elétricas Rotativas:

Fernando de Souza Brasil (P); Nicolás Japaz (S); Enrique Ciro Q. Oqueña (R).

Comitê de Estudo A2 - Transformadores e Reatores:

Juliano Ricardo da Silva (P); Leonardo Melo (S); (R).

Comitê de Estudo A3 - Equipamentos de Transmissão e Distribuição:

Daniel Sinder (P); Mario Augusto C. dos Santos (S); Rodrigo E. Chaparro Moraes (R).

Comitê de Estudo B1 - Cabos Isolados:

Carla Damasceno (P); Aguiinaldo Silva (S); Fernando Seybold (R).

Comitê de Estudo B2 - Linhas Aéreas:

Marcos César de Araújo (P); Arel Medaglia (S); Maria Alicia Arevalos Burró (R).

Comitê de Estudo B3 - Subestações e Instalações Elétricas:

José Guilherme R. Filho / Cinthia Xavier (P); Germán Lorenzón (S); Maria Jose M. Pihanez (R).

Comitê de Estudo B4 - Elos de Corrente Contínua e Eletrônica de Potência:

Trevor M. C. V. do C. Dobbin (P); Fabián Corasaniti (S); Ricardo Tenório (R).

Comitê de Estudo B5 - Proteção e Automação:

Pablo Humeres Flores (P); José Benedito M. Júnior/ Jonas R. Presente (S); Esteban F. V. Correa (R).

Comitê de Estudo C1 - Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia:

Marcos V. C. da Silva Farinha (P); Pablo Pérez (S); (R).

Comitê de Estudo C2 - Operação e Controle de Sistemas:

Paulo Gomes / Adel Oliveira (P); Juan Pablo Mirable (S); Carlos A. Vanegas Vesga (R).

Comitê de Estudo C3 - Desempenho Ambiental de Sistemas:

André Luiz Mustalá (P); Carlos Wall (S); Luiz Lemos Nogueira Martins (R).

Comitê de Estudo C4 - Desempenho de Sistemas Elétricos:

Angélica da Costa O. Rocha/Ricardo Penido (P); Gustavo Barbera (S); Enrique Ramon Chaparro Viveros (R).

Comitê de Estudo C5 - Mercados de Eletricidade e Regulação:

Joviano Santos (P); Marcos Benetti (S); Victor Ribeiro (R).

Comitê de Estudo C6 - Sistemas Ativos de Distribuição e Recursos Energéticos Distribuídos:

Alexandre Rasi Aoki (P); Maurício Samper (S); Douglas Olivo (R).

Comitê de Estudo D1 - Materiais e Técnicas de Ensaios Emergentes:

Helena Wilhelm (P); Leonardo Catalano (S); (R).

Comitê de Estudo D2 - Sistemas de Informação e Telecomunicação para Sistemas Elétricos:

Rodrigo Leal (P); Arel Campos (S); Carolina Villasantí (R).

Legendas: (P) Presidente (S) Secretário (R) Relator

Comitê C1 – Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia				
ID	Autor (Representante) País	Título	Sala/Data/Hora	Sessão
C1.01_1628	Enrique Buzarquis Rios (Paraguay)	Producción de hidrógeno verde en Paraguay. Una alternativa para la utilización de los excedentes hidroenergéticos		
C1.02_2019	Carlos Alberto de Miranda Aniz (Brasil)	Utilização dos Serviços Auxiliares da UHE Balbina na conexão da Usina Solar Fluante e Produção de Hidrogênio Verde.	Sala 6 Segunda-Feira 22/05/2023 09:00 às 10:30	Sessão 1
C1.03_2055	Victor Henrique Vicente (Brasil)	Análise de métodos de decomposição estrutural energético-econômica para promover a economia do hidrogênio verde e incorporação ao planejamento integrado de recursos energéticos		
C1.04_2315	Francisco da Costa Lopes (Brasil)	Custo de produção de hidrogênio por eletrólise: perspectivas e desafios para o Setor Elétrico brasileiro		
C1.05_1704	Jorge Mauricio Areiza Ortiz (Colômbia)	Como Desenvolver uma Inovação Sustentável Adaptável aos Requisitos Específicos dos Sistemas de Transmissão de Alta Tensão: Estudo de Caso SW/ISA		
C1.06_1720	Victor Makida Nakashima (Brasil)	O estudo de caso da LT CD 138 kV Ribeiro Preto –Porto Ferreira, comparação Técnico-Econômica entre a solução tradicional (reconstrução da LT) e uma solução inovadora composta pela implantação do Modular – Static Synchronous Series Compensator (M-SSSC)	Sala 6 Segunda-Feira 22/05/2023 11:00 às 12:30	Sessão 2
C1.07_2001	David Urbáez León (Colômbia)	Technical analysis of power flow control technologies and dynamic line rating in transmission systems		
C1.08_2174	Carlos Eduardo Borda Zapata (Colômbia)	M-SSSC como tecnologia habilitadora de la integración de energía renovable en Colombia		
C1.09_2255	Josias Matos de Araújo (Brasil)	Estrutura Estratégica para a Gestão de Ativos nos Processos de Transmissão de Energia		
C1.10_2271	Ellen Mayara Floriano da Costa (Brasil)	Ferramentas on-line para gestão do planejamento e programação de intervenções no Sistema Elétrico de Potência		
C1.11_2134	Juanin José Kramer Orbem (Brasil)	Proposta de aplicação da IEC 61400-26-1 em parques eólicos, baseado no registro operativo de seus aerogeradores	Sala 6 Segunda-Feira 22/05/2023 14:00 às 15:30	Sessão 3
C1.12_1994	Nikolay Belyaev (Rússia)	Improvement of Planning Technology Using a CIM-Based Master Model		
C1.13_2078	Bruno Santos Oliveira (Brasil)	Controle de frequência sólido entre os sistemas interligados brasileiro e paraguaio-argentino-uruguaio através do Eio de Corrente Contínua de Foz do Iguaçu-Ibubna		
C1.14_2094	Agilio Coutinho Netto (Brasil)	Utilização de Sistema Especial de Proteção, em Regime de Segurança Estática, para Otimizar o Processo de Avaliação de Segurança		
C1.15_2103	Mathias Eduardo Thelen (Brasil)	Avaliação do impacto de geração fotovoltaica em sistemas elétricos de potência através de análises de Regime de Segurança: caso real de estudo da região Nordeste do Mato Grosso do Sul	Sala 6 Segunda-Feira 22/05/2023 16:00 às 17:30	Sessão 4
C1.16_2331	Alexandre de Melo Silva (Brasil)	Impacto da instalação de compensadores síncronos de 300 MVA na redução no número de máquinas cortadas nas usinas Belo Monte, Itaipu Pires, Colider, Sinop, São Manoel e Itaipu para atender perdas duplas		

Comitê C1 – Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia				
ID	Autor (Representante) País	Título	Sala/Data/Hora	Sessão
C1.17_2096	Jaime Alejandro Zapata Uribe (Colômbia)	Metodología para evaluar la resiliencia en el sector eléctrico: Caso Colombia		
C1.18_2112	Christian Andrés Baturone Montalvo (Peru)	Metodología para la Verificación del Cumplimiento de la Regulación Primaria de Frecuencia a través de Filtros de Kalman en el COES	Sala 6 Terça-Feira 23/05/2023 09:00 às 10:30	Sessão 5
C1.19_1921	Alberto Del Rosso (Argentina)	Metodologías y Herramientas para el Análisis y Planificación de Sistema de Transmisión – Necesidades, tendencias y nuevos desarrollos		
C1.20_2309	Diana Valdez (Paraguay)	Priorización de obras de transmisión en la planificación de sistemas eléctricos		
C1.21_1904	Pablo Pena (Uruguai)	Métodos de flujo de carga probabilístico aplicados al sistema de transmisión uruguayo		
C1.22_1758	Alvaro Hernán Castro Sánchez (Colômbia)	Análisis del impacto de la metodología para la definición de tarifas en las redes de transmisión y distribución en Colombia, como vehículo de la transición energética		
C1.23_1805	Belén Díaz-Cuerra Calderón (Espanha)	Metodología de planificación de la red de transporte en un entorno de descarbonización y de cambio tecnológico. Caso de uso del sistema eléctrico español.	Sala 6 Terça-Feira 23/05/2023 11:00 às 12:30	Sessão 6
C1.24_2288	Alejandro Matías Anzawi Carrasco (Chile)	Análisis y Evaluación de Congestiones en el Sistema de Transmisión del Sistema Eléctrico Nacional		
C1.25_1698	Ulises Manassero (Argentina)	Uso de métodos y herramientas para el análisis estático y dinámico del sistema eléctrico en la planificación de sistemas y análisis económico		
C1.26_1706	Eulalio Emmanuel Chaver Pereira (Paraguay)	Análisis de Factibilidad de Conductores en Paralelo en la Red de Distribución de Media Tensión para Trabajos de Refuerzo de la Red	Sala 6 Terça-Feira 23/05/2023 14:00 às 15:30	Sessão 7
C1.27_1714	Enrique Buzarquis Rios (Paraguay)	Portafolio óptimo de inversiones en el Sistema de Distribución utilizando el algoritmo metaheurístico EPSO		
C1.28_1970	Juan Cerónino Villarreal Montoya (Colômbia)	Methodology for Non-technical Losses Detection Using Smart Meter Data and Machine Learning		
C1.29_2114	Franco Ezequiel Lain Navas (Argentina)	Valuación de generación solar fotovoltaica en sistemas aislados bajo incertidumbres de plazos de operaciones		
C1.30_1748	Juan Miguel Sepúlveda (Argentina)	Valuación de la flexibilidad en inversiones por etapas para centrales térmicas a gas mediante de Opciones Reales	Sala 4 Quarta-Feira 24/05/2023 11:00 às 12:30	Sessão 8
C1.31_2153	Santiago Aguiello (Paraguay)	Análisis De Inversiones Del Sistema De Transmisión Paraguayo En 500 KV, Considerando Comercialización Y Criterios De Confiabilidad		
C1.32_2248	Bryan Andrés Arbeláez (Colômbia)	Prestación de servicio de control secundario de frecuencia con DERs mediante Agregadores y participación en el mercado de energía en Colombia		

Comitê C1 – Desenvolvimento de Sistemas Elétricos e Economia				
ID	Autor (Representante) País	Título	Sala/Data/Hora	Sessão
C1.33_2127	Paulo Miguel Duarte de Freitas (Brasil)	Estudo sobre o Aproveitamento do Potencial Energético e de Armazenamento de UHR's: uma análise da contribuição inercial para o SIN		
C1.34_2199	Vinicius Leal Tarragó (Brasil)	Impacto de Sistemas de Armazenamento como Reserva de Capacidade para Controle de Carregamento de Linhas de Transmissão	Sala 4 Quarta-Feira 24/05/2023 14:00 às 15:30	Sessão 9
C1.35_2200	Wagner Vinicius José de Barros Noblat (Brasil)	Aplicação de Sistemas de Armazenamento em Usinas Fotovoltaicas Híbridas Conectadas ao Sistema Interligado Nacional para Mitigar Restrições de Transmissão		
C1.36_1647	Luiza de Souza (Brasil)	Avaliação do aproveitamento energético de plantas fotovoltaicas flutuantes em corpos de água doce: um estudo de caso da UHE de Passo Real		

Comitê C2 - Operação e Controle de Sistemas				
ID	Autor (Representante) País	Título	Sala/Data/Hora	Sessão
C2.01_2316	Alexandre Ras Aoki (Brasil)	Deteção e identificação de operação anômala em sistemas elétricos de grande porte baseada em medição fasorial sincronizada e machine learning		
C2.02_2314	Alexandre Ras Aoki (Brasil)	Plataforma inteligente em tempo real para detecção e armazenamento de eventos em sistemas elétricos de grande porte baseada no sistema de medição fasorial sincronizada	Sala 1 Segunda-Feira 22/05/2023 09:00 às 10:30	Sessão 1
C2.03_1884	Alisson Brito Lira (Brasil)	Projeto ECM/MPO – Fragmentação de Documentos Operativos para Utilização em Tempo Real		
C2.04_1609	Rodrigo Manfredini (Brasil)	Modelo de Machine Learning para Classificação de Ocorrências Coletivas ou Individuais		
C2.05_2088	Julian Eduardo Ibarra Vadillo (Colômbia)	Herramienta basada en aprendizaje reforzado para planeación de rutas de restablecimiento del Sistema Interconectado Nacional Colombiano		
C2.06_1813	Claudio Vinicius Duarte Cabral (Brasil)	Enia – Assistente Inteligente da Eletronorte	Sala 1 Segunda-Feira 22/05/2023 11:00 às 12:30	Sessão 2
C2.07_1814	Claudio Vinicius Duarte Cabral (Brasil)	Análise automatizada de intervenções no Sistema Interligado Nacional – SIN		
C2.08_1952	Victor Raul Neumann Silva (Brasil)	Pre-Processamento, Classificação, Associação e Seleção de Atributos de Dados Multivariados para Predição da Ceração com uso Técnicas de Inteligência Artificial, Visando Aplicações em Tempo Real		
C2.09_1807	Felipe de la Torre (Argentina)	Prototipo de demanda elétrica del Gran Buenos Aires utilizando herramientas de Machine Learning		
C2.10_1830	Bruno Augusto Bastiani (Brasil)	Previsão da Demanda do Sistema Elétrico Paraguaio Utilizando Inteligência Artificial para Auxiliar a Tomada de Decisão na Operação em Tempo Real	Sala 1 Segunda-Feira 22/05/2023 14:00 às 15:30	Sessão 3
C2.11_2278	Leonardo Sandoval López (Colômbia)	Desarrollo de una plataforma para los pronósticos de demanda de energía y potencia utilizando modelos de predicción avanzadas de machine learning, estadística, inteligencia artificial, contemplando variab les dinámicas de la operación del sistema eléctrico		
C2.12_2046	Danielle de Vasconcelos Pereira da Motta (Brasil)	Influência da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD) sobre o processo de recomposição do SIN em razão do aumento da penetração deste tipo de geração nos sistemas de distribuição	Sala 1 Segunda-Feira 22/05/2023 16:00 às 17:30	Sessão 4
C2.13_1652	Ricardo Vasques de Oliveira (Brasil)	Abordagem de Controle para Grandes Plantas Fotovoltaicas para o Suporte à Regulação de Tensão em Sistemas Elétricos de Potência		
C2.14_1619	Juan Peiró (Espanha)	Nuevo Servicio de Control de Tensión en el Sistema Peninsular Español		
C2.15_2292	Natalia Moreno Jerez (Chile)	Proyección de la generación distribuida y sus efectos en las líneas de transmisión zonal y nacional de Chile para los años 2020-2040		
C2.16_2182	Neby Jernyfer Casrillon Gutierrez (Colômbia)	El Sistema Eléctrico Colombiano y su preparación para afrontar retos en reducción de inercia ante integración de Fuentes Renovables No Convencionales	Sala 1 Terça-Feira 23/05/2023 09:00 às 10:30	Sessão 5
C2.17_2152	Elvin Jimenez (República Dominicana)	Impacto de la generación fotovoltaica en sistemas eléctricos insulares y solución mediante sistemas de almacenamiento (Caso República Dominicana)		

— PATROCÍNIO —

DIAMANTE



PRATA



BRONZE



APOIO PLUS:



APOIO:



PROMOÇÃO:



APOIO ORGANIZACIONAL:



www.xixeriac.com.br