



**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DE TÓPICOS DO PROGRAMA  
DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**2º Semestre de 2025**

**PE180/D - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas  
Energéticos I: Fundamentos de Veículos Elétricos e Híbridos**

- **Docente**

Marcelo Vinícius de Paula (mvpaula@unicamp.br).

- **Ementa**

Evolução da Indústria Automotiva e Eletrificação; Fundamentos de eletrônica de potência; Fundamentos de máquinas elétricas; Fundamentos de controle de máquinas elétricas; Fundamentos de sistemas de armazenamento de energia; Topologias de veículos elétricos híbridos; Fundamentos de carregadores de veículos elétricos e híbridos; Veículos elétricos puros; Veículos elétricos com plug-in; Operação V2G e G2V.

Evolution of the Automotive Industry and Electrification; Fundamentals of power electronics; Fundamentals of electric machines; Fundamentals of electric machine control; Fundamentals of energy storage systems; Topologies of hybrid electric vehicles; Fundamentals of chargers for electric and hybrid vehicles; Battery electric vehicles; Plug-in hybrid vehicles; V2G and G2V operation.

Evolución de la Industria Automotriz y Electrificación; Fundamentos de la electrónica de potencia; Fundamentos de las máquinas eléctricas; Fundamentos del control de máquinas eléctricas; Fundamentos de los sistemas de almacenamiento de energía; Topologías de vehículos eléctricos híbridos; Fundamentos de cargadores de vehículos eléctricos e híbridos; Vehículos eléctricos puros; Vehículos eléctricos con conexión a la red (plug-in); Operación V2G y G2V.

- **Conteúdo programático**

Esta disciplina é composta por quinze encontros, totalizando 60 horas-aula, conforme descrito abaixo:



Aula 1: (4h) Apresentação da disciplina e histórico da indústria automotiva, destacando marcos da eletrificação veicular.

Aula 2: (8h) Fundamentos de eletrônica de potência – conversores DC–DC e DC–AC, princípios de funcionamento e aplicações em veículos.

Aula 3: (12h) Continuação de eletrônica de potência, abordando conversores AC–DC e aspectos práticos de implementação.

Aula 4: (16h) Fundamentos de máquinas elétricas – eletromagnetismo básico, perdas em ferro e cobre, características de enrolamentos.

Aula 5: (20h) Propriedades de materiais magnéticos, tipos de máquinas elétricas e critérios de especificação para tração.

Aula 6: (24h) Controle de máquinas CC – topologias de acionamento, laços de corrente e velocidade.

Aula 7: (28h) Controle de máquinas CA – métodos escalar e vetorial para motores síncronos e de indução.

Aula 8: (32h) Sistemas de armazenamento de energia – requisitos de baterias, química de células eletroquímicas, fuel cells e supercapacitores.

Aula 9: (36h) Modelagem de baterias, estratégias de gerenciamento de carga e sistemas híbridos de armazenamento.

Aula 10: (40h) Topologias de HEV – mild-hybrid, série, paralelo, power-split, série-paralelo e plug-in.

Aula 11: (44h) Sistemas de controle de híbridos – lógica de gerenciamento energético e estratégias de troca entre fontes.

Aula 12: (48h) Carregadores veiculares – classificação, normas técnicas e requisitos de segurança.

Aula 13: (52h) PHEV – modos de operação, arquiteturas específicas e estratégias de controle.

Aula 14: (56h) EV – topologias de propulsão, técnicas de extensão de autonomia e aplicações em bicicletas elétricas.



Aula 15: (60h) V2G e V2H – infraestrutura, conceitos, especificações e impactos na rede elétrica.

### **Course Outline (English)**

The course consists of fifteen sessions, totaling 60 class hours, as follows:

Session 1: (4 h) Course introduction and automotive industry history, focusing on vehicle electrification milestones.

Session 2: (8 h) Fundamentals of power electronics – DC–DC and DC–AC converters, operating principles and vehicle applications.

Session 3: (12 h) Power electronics continuation – AC–DC converters and practical implementation aspects.

Session 4: (16 h) Fundamentals of electric machines – basic electromagnetism, core and copper losses, winding characteristics.

Session 5: (20 h) Magnetic material properties, machine types, and specification criteria for traction.

Session 6: (24 h) DC machine control – drive topologies, current and speed control loops.

Session 7: (28 h) AC machine control – scalar and vector control methods for synchronous and induction motors.

Session 8: (32 h) Energy storage systems – battery requirements, electrochemical cell chemistry, fuel cells and supercapacitors.

Session 9: (36 h) Battery modeling, charge management strategies, and hybrid storage system concepts.

Session 10: (40 h) HEV topologies – mild-hybrid, series, parallel, power-split, series-parallel and plug-in architectures.

Session 11: (44 h) Hybrid control systems – energy management logic and source-switching strategies.

Session 12: (48 h) Vehicle chargers – classification, standards, and safety requirements.



Session 13: (52 h) PHEV – modes of operation, specific architectures, and control strategies.

Session 14: (56 h) EV – propulsion topologies, range extension techniques, and electric bicycle applications.

Session 15: (60 h) V2G and V2H – infrastructure, concepts, specifications, and grid impacts.

### **Programa de la Asignatura (Español)**

La asignatura comprende quince sesiones, con un total de 60 horas de clase, distribuidas de la siguiente manera:

Sesión 1: (4 h) Presentación de la asignatura e historia de la industria automotriz, resaltando hitos de la electrificación vehicular.

Sesión 2: (8 h) Fundamentos de electrónica de potencia – convertidores DC–DC y DC–AC, principios de funcionamiento y aplicaciones.

Sesión 3: (12 h) Continuación de electrónica de potencia – convertidores AC–DC y aspectos prácticos de implementación.

Sesión 4: (16 h) Fundamentos de máquinas eléctricas – electromagnetismo básico, pérdidas en hierro y cobre, caracter

ísticas de devanados.

Sesión 5: (20 h) Propiedades de materiales magnéticos, tipos de máquinas y criterios de especificación para tracción.

Sesión 6: (24 h) Control de máquinas de CC – topologías de accionamiento, lazos de corriente y velocidad.

Sesión 7: (28 h) Control de máquinas de CA – métodos escalar y vectorial para motores síncronos y de inducción.

Sesión 8: (32 h) Sistemas de almacenamiento de energía – requisitos de baterías, química de celdas electroquímicas, pilas de combustible y supercondensadores.

Sesión 9: (36 h) Modelado de baterías, estrategias de gestión de carga y sistemas híbridos de almacenamiento.



Sessão 10: (40 h) Topologías de HEV – mild-hybrid, serie, paralelo, power-split, serie-paralelo y plug-in.

Sessão 11: (44 h) Sistemas de control de híbridos – lógica de gestão energética y estrategias de cambio entre fuentes.

Sessão 12: (48 h) Cargadores vehiculares – clasificación, normas técnicas y requisitos de seguridad.

Sessão 13: (52 h) PHEV – modos de operación, arquitecturas específicas y estrategias de control.

Sessão 14: (56 h) EV – topologías de propulsión, técnicas de aumento de autonomía y aplicaciones en bicicletas eléctricas.

Sessão 15: (60 h) V2G y V2H – infraestrutura, conceptos, especificaciones e impactos en la red eléctrica.

- **Metodologia de ensino**

Aulas expositivas com auxílio de projetor. Demonstrações com softwares. Aprendizado baseado em projeto. Sala de aula invertida.

- **Critério de avaliação**

1. Entrega de Testes (T)

2. Entrega de 1 Projeto Final (PF)

3. Apresentação de 1 seminário (P)

4. A nota (N) é dada pela equação:  $0,3T + 0,5P + 0,2S$ .

5. Para aprovação todos os alunos devem ter frequência maior que 75% e  $N \geq 6,0$

Os conceitos são divididos em: reprovado se  $0,0 \leq N \leq 6,0$ ; C se  $6,0 \leq N \leq 7,0$ ; B se  $7,0 \leq N \leq 8,5$ ; e A se  $8,5 \leq N \leq 10,0$ .

O professor ficará à disposição dos alunos para revisões e esclarecimentos de dúvidas sobre os assuntos de aula, bastando combinar horário anteriormente.

- **Bibliografia**



Emadi, Ali, Advanced Electric Drive Vehicles. International Standard Book Number-13: 978-1-4665-9770-9.

KIM, S.-H.; Electric Motor Control: DC, AC, and BLDC Motors. Países Baixos, Elsevier Science, 2017.

Artigos diversos das plataformas IEEE Xplore e Science Direct.

## **PE180/H - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas Energéticos I: Recursos Energéticos Distribuídos**

- **Docente**

Marlon Max Huamani Bellido

- **Conteúdo Programático:**

1. Visão geral do setor elétrico: Inícios do setor elétrico. Guerra das Correntes. Setor elétrico tradicional. Matriz energética. Matriz elétrica. Previsão da oferta e demanda global e no Brasil. Transição energética no setor elétrico.
2. Recursos Energéticos Distribuídos: História. Definição. Fontes de energia renováveis e não renováveis. Tecnologias. Vantagens e desvantagens. Conceito 3Ds e 5Ds. Recursos energéticos distribuídos e transição energética.
3. Geração Distribuída: Definição. Tipos de geração distribuída. Geração distribuída fotovoltaica. Geração distribuída eólica. Outros tipos de geração distribuída. Aplicações. Vantagens e Desvantagens. Custos. Panorama das tecnologias. Barreiras. Dados estatísticos.
4. Armazenamento de Energia: Definição. Classificação tecnologias de armazenamento. Descrição das tecnologias. Aplicações. Benefícios. Custos. Barreiras. Dados estatísticos.
5. Veículos elétricos, resposta da demanda e eficiência energética: Resposta da demanda. Eficiência energética. Veículos elétricos. Descrição das tecnologias. Benefícios. Custos. Dados estatísticos. Barreiras.
6. Tecnologias para desenvolvimento dos Recursos Energéticos Distribuídos:



- Medidores inteligentes. Redes elétricas inteligentes. Inteligência artificial. Internet das coisas. Enernet das coisas. Blockchain. Usinas virtuais de energia. Microrredes.
7. Microrredes: A indústria elétrica e as microrredes. Definição. Vantagens e desvantagens. Aplicações. Microrredes e a eletrificação rural. Componentes. Tipos de microrrede. Microrredes e o setor elétrico. O que não é uma microrrede. Custos. Barreiras.
  8. Incentivos para desenvolvimento dos Recursos Energéticos Distribuídos: Políticas de incentivo para recursos energéticos distribuídos. Incentivo as fontes renováveis. Alternativas sem fio.
  9. Impactos dos Recursos Energéticos Distribuídos na rede de distribuição: Impactos da geração distribuída. Impactos do armazenamento distribuído. Impacto dos veículos elétricos. Impactos da resposta da demanda. Impactos usinas virtuais de energia. Impactos microrredes.
  10. Recursos Energéticos Distribuídos off-grid: Programas de eletrificação. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Eletrificação rural e sustentável. Tecnologias empregadas. Energização.
  11. Modelos de negócio Recursos Energéticos Distribuídos e microrredes: Definição. Modelos de negócio para recursos energéticos distribuídos. Modelos de negócio para veículos elétricos. Modelos de negócio para usinas virtuais. Modelos de negócio para microrredes. Oportunidades de negócio para os Prosumidores.
  12. Recursos Energéticos Distribuídos na Transição Energética: Impactos no planejamento energético. Flexibilidade para garantir a segurança energética. Desafio ao desenvolvimento de recursos energéticos distribuídos. Oportunidades e desafios para as distribuidoras. Modelos de negócio para as distribuidoras. O papel das microrredes na transição energética. O papel do armazenamento na transição energética.
  13. Visão prospectiva dos Recursos Energéticos Distribuídos: Geração distribuída. Armazenamento distribuído. Veículos elétricos. Resposta da demanda. Programas de resposta da demanda no Brasil. Provimento de serviços ancilares. Tarifas que incentivam a resposta da demanda. Programas piloto de resposta da demanda no Brasil.
  14. Cadeias de suprimento Recursos Energéticos Distribuídos: Materiais críticos nos



recursos energéticos distribuídos. Vulnerabilidades cadeias de suprimento. Resiliência das cadeias de suprimento.

15. Seminário de apresentação/avaliação e discussão dos trabalhos.

- **Metodologia**

As aulas serão expositivas e debatidas. Desde as primeiras aulas, os alunos serão incentivados a desenvolver pesquisas relacionadas aos temas selecionados para o trabalho final, os quais deverão ser discutidos no início de cada aula. Para a apresentação dos temas, o professor deve-se valer de meios audiovisuais tais como computador, projetor multimídia, áudio e vídeo.

- **Avaliação**

Participação em aulas e discussões sobre os avanços dos temas pesquisados. Cada aluno deverá desenvolver um trabalho final no formato de artigo, entre 10 a 15 páginas, o qual deverá ser apresentado e discutido na última aula denominada “seminário para apresentação/avaliação/discussão dos trabalhos finais”. Os temas do trabalho final serão os seguintes:

1. Regulação recursos energéticos distribuídos nos países
2. Políticas de incentivo recursos energéticos distribuídos nos países
3. Reforma do setor elétrico nos países
4. Modelos de negócio (recursos energéticos distribuídos, microrredes ou distribuidoras)

A nota final da disciplina será calculada da seguinte forma:

Nota Final (NF) = Trabalho final (50%) + Apresentação trabalho final (40%) +

Participação em aulas (10%).

- **Program Content:**

1. Overview of the electricity sector: Beginnings of the electricity sector. War of the Currents. Traditional electricity sector. Energy matrix. Electricity matrix. Forecast of global and Brazilian supply and demand. Energy transition in the electricity sector.



2. Distributed Energy Resources: History. Definition. Renewable and nonrenewable energy sources. Technologies. Advantages and disadvantages. 3Ds and 5Ds concept. Distributed energy resources and energy transition.
3. Distributed Generation: Definition. Types of distributed generation. Photovoltaic distributed generation. Wind distributed generation. Other types of distributed generation. Applications. Advantages and disadvantages. Costs. Overview of technologies. Barriers. Statistical data.
4. Energy Storage: Definition. Classification of storage technologies. Description of technologies. Applications. Benefits. Costs. Barriers. Statistical data.
5. Electric vehicles, demand response and energy efficiency: Demand response. Energy efficiency. Electric vehicles. Description of technologies. Benefits. Costs. Statistical data. Barriers.
6. Technologies for the development of Distributed Energy Resources: Smart meters. Smart grids. Artificial intelligence. Internet of things. Enernet of things. Blockchain. Virtual power plants. Microgrids.
7. Microgrids: The electrical industry and microgrids. Definition. Advantages and disadvantages. Applications. Microgrids and rural electrification. Components. Types of microgrids. Microgrids and the electrical sector. What is not a microgrid. Costs. Barriers.
8. Incentives for the development of Distributed Energy Resources: Incentive policies for distributed energy resources. Incentives for renewable sources. Non-Wire alternatives.
9. Impacts of Distributed Energy Resources on the distribution network: Impacts of distributed generation. Impacts of distributed storage. Impacts of electric vehicles. Impacts of demand response. Impacts of virtual power plants. Impacts of microgrids.
10. Off-grid Distributed Energy Resources: Electrification programs. Sustainable development goals. Rural and sustainable electrification. Technologies used. Energization.
11. Distributed Energy Resources and Microgrids Business Models: Definition. Business models for distributed energy resources. Business models for electric vehicles.



Business models for virtual power plants. Business models for microgrids. Business opportunities for Prosumers.

12. Distributed Energy Resources in the Energy Transition: Impacts on energy planning. Flexibility to ensure energy security. Challenges to the development of distributed energy resources. Opportunities and challenges for distribution companies. Business models for distribution companies. The role of microgrids in the energy transition. The role of storage in the energy transition.
13. Prospective view of Distributed Energy Resources: Distributed generation. Distributed storage. Electric vehicles. Demand response. Demand response programs in Brazil. Provision of ancillary services. Tariffs that encourage demand response. Pilot demand response programs in Brazil.
14. Supply Chains Distributed Energy Resources: Critical materials in distributed energy resources. Supply chain vulnerabilities. Supply chain resilience.
15. Seminar for presentation/evaluation and discussion of final project.

- **Methodology**

Classes will be expository and debate-based. From the first classes, students will be encouraged to develop research related to the topics selected for the final project, which should be discussed at the beginning of each class. To present the topics, the teacher should use audiovisual means such as a computer, multimedia projector, audio and video.

- **Assessment**

Participation in classes and discussions on the progress of the researched topics. Each student must develop a final paper in the form of an article, between 10 and 15 pages, which must be presented and discussed in the last class called “seminar for presentation/evaluation/discussion of the final papers”. The topics of the final paper will be the following.

1. Regulation of distributed energy resources in the countries
2. Incentives policies for distributed energy resources in the countries
3. Reform of the electricity sector in the countries



4. Business models (distributed energy resources, microgrids or distribution companies)

The final grade for the subject will be calculated as follows:

Final Grade (FG) = Final work (50%) + Final work presentation (40%) + Class participation (10%)

- **Contenido del Programa:**

1. Panorama del sector eléctrico: Inicios del sector eléctrico. Guerra de las Corrientes. Sector eléctrico tradicional. Matriz energética. Matriz eléctrica. Previsión de la oferta y demanda global y brasileña. Transición energética en el sector eléctrico.
2. Recursos Energéticos Distribuidos: Historia. Definición. Fuentes de energía renovable y no renovable. Tecnologías. Ventajas y desventajas. Concepto 3Ds e 5Ds. Recursos energéticos distribuidos y transición energética.
3. Generación Distribuida: Definición. Tipos de generación distribuida. Generación distribuida fotovoltaica. Generación distribuida eólica. Otros tipos de generación distribuida. Aplicaciones. Ventajas y desventajas. Costos. Visión general de las tecnologías. Barreras. Datos estadísticos.
4. Almacenamiento de Energía: Definición. Clasificación tecnologías de almacenamiento. Descripción de tecnologías. Aplicaciones. Beneficios. Costos. Barreras. Datos estadísticos.
5. Vehículos eléctricos, respuesta de demanda y eficiencia energética: Respuesta de demanda. Eficiencia energética. Vehículos eléctricos. Descripción de tecnologías. Beneficios. Costos. Datos estadísticos. Barreras.
6. Tecnologías para el desarrollo de Recursos Energéticos Distribuidos: Medidores inteligentes. Redes eléctricas inteligentes. Inteligencia artificial. Internet de las cosas. Enernet de las cosas. Blockchain. Centrales virtuales de energía. Microrredes.
7. Microrredes: La industria eléctrica y las microrredes. Definición. Ventajas y desventajas. Aplicaciones. Microrredes y la electrificación rural. Componentes. Tipos de microrred. Microrredes y el sector eléctrico. Lo que no es una microrred. Costos. Barreras.



8. Incentivos para el desarrollo de Recursos Energéticos Distribuidos: Políticas de incentivo para recursos energéticos distribuidos. Incentivo para fuentes renovables. Alternativas inalámbricas.
9. Impactos de los Recursos Energéticos Distribuidos en la red de distribución: Impactos de la generación distribuida. Impactos del almacenamiento distribuido. Impacto de los vehículos eléctricos. Impactos de la respuesta de demanda. Impactos centrales virtuales de energía. Impactos microrredes.
10. Recursos Energéticos Distribuidos off-grid: Programas de electrificación. Objetivos de desarrollo sostenible. Electrificación rural y sostenible. Tecnologías utilizadas. Energización.
11. Modelos de negocio Recursos Energéticos Distribuidos y microrredes: Definición. Modelos de negocio para recursos energéticos distribuidos. Modelos de negocio para vehículos eléctricos. Modelos de negocio para centrales virtuales. Modelos de negocio para microrredes. Oportunidades de negocio para Prosumidores.
12. Recursos Energéticos Distribuidos en la Transición Energética: Impactos en la planificación energética. Flexibilidad para garantizar la seguridad energética. Desafío al desarrollo de recursos energéticos distribuidos. Oportunidades y desafíos para las distribuidoras. Modelos de negocio para las distribuidoras. El papel de las microrredes en la transición energética. El papel del almacenamiento en la transición energética.
13. Visión prospectiva de los Recursos Energéticos Distribuidos: Generación distribuida. Almacenamiento distribuido. Vehículos eléctricos. Respuesta de demanda. Programas de respuesta de demanda en Brasil. Prestación de servicios auxiliares. Tarifas que incentivan la respuesta de demanda. Programas piloto de respuesta da demanda en Brasil.
14. Cadenas de suministro Recursos Energéticos Distribuidos: Materiales críticos en recursos energéticos distribuidos. Vulnerabilidades de las cadenas de suministro. Resiliencia de las cadenas de suministro.
15. Seminario de presentación/evaluación y discusión de trabajos.

- **Metodología**

Las aulas serán expositivas y debatidas. Desde las primeras aulas se estimulará a los



estudantes a desenvolver investigaciones relacionadas con los temas seleccionados para el trabajo final, los cuales deberán ser discutidos al inicio de cada aula. Para la presentación de los temas el docente deberá utilizar medios audiovisuales como computadora, proyector multimedia, audio y video.

- **Evaluación**

Participación en clases y discusiones sobre avances en los temas investigados. Cada estudiante deberá desarrollar un trabajo final en forma de artículo, entre 10 y 15 páginas, el cual deberá ser presentado y discutido en la última aula denominada “seminario de presentación/evaluación/discusión de trabajos finales”. Los temas del trabajo final serán los siguientes:

1. Regulación recursos energéticos distribuidos en los países
2. Políticas de incentivo recursos energéticos distribuidos en los países
3. Reforma del sector eléctrico en los países
4. Modelos de negocio (recursos energéticos distribuidos, microrredes o distribuidoras)

La nota final de la disciplina será calculada de la siguiente forma:

Nota Final (NF) = Trabajo final (50%) + Presentación trabajo final (40%) + Participación en aulas (10%)

## **PE180/J - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas Energéticos I: Transição Energética: Perspectivas, Oportunidades e Desafios**

- **Docente**

Luiz Carlos Pereira da Silva

- **Conteúdo Programático:**

Este curso oferece uma análise interdisciplinar da transição energética, abordando seus fundamentos, perspectivas, oportunidades de inovação e os desafios do processo



de transformação. Ideal para estudantes, profissionais e pesquisadores de diversas áreas, o programa visa construir uma matriz de conhecimento que promova diálogos e reflexões. Nosso foco é capacitar os participantes a compreenderem a complexidade do setor energético atual e a identificar soluções para um futuro mais sustentável e descarbonizado.

Serão explorados os impulsionadores da transição energética por meio das seguintes temáticas: a) Fundamentos e Diagnósticos; b) Abordagem Integrada de Políticas Públicas, Governança e P&D; c) Inteligência Artificial e Ciência de Dados para a Gestão de Energia; d) Inovação Regulatória e Modelos de Financiamento e Parcerias; e) Políticas Públicas para o Cumprimento de Metas; f) Análise Econômica para Prospecção de Cenários; g) Transição para Energias Renováveis e Bioenergia; h) Transição para Redes Digitais e Consumo Inteligente (Grid Edge Technology); i) Inovação para Municípios Inteligentes; j) Educação, Formação e Capacitação de Agentes para a Sustentabilidade.

- **Justificativa**

A oferta da disciplina de pós-graduação Transição Energética: perspectivas, oportunidades e desafios se justificam pela crescente urgência e complexidade dos desafios relacionados à transição para um sistema energético mais sustentável, em um cenário global marcado pelas emergências climáticas, pela necessidade de segurança energética e pela busca do envolvimento econômico e socialmente justo, a transição energética emerge como um tema central e estratégico. Esta disciplina se torna essencial no contexto da pós-graduação pois busca contribuir com a formação do pesquisador abordando temáticas relevantes para os avanços das pesquisas relacionadas a transição energética e, especialmente, estimular que as pesquisas em fase de planejamento ou em desenvolvimento possam adotar a abordagem interdisciplinar como princípio investigativo. Para o alcance do objetivo geral nos aspectos científicos e metodológicos serão abordados, transversalmente, as seguintes temáticas:

1. Natureza Inter e Transdisciplinar da Transição Energética, ao considerar que a transição energética não é um fenômeno puramente técnico ou econômico. Compreender que envolve interconexões entre áreas do conhecimento, incluindo engenharias, ciências sociais, economia, direito, políticas públicas, estudos ambientais, tecnologias, educação, entre outras. Compreender as múltiplas dimensões – tecnológicas, econômicas, sociais, políticas, regulatórias e ambientais;

R



2. Relevância da Pesquisa Temática Aplicada, ao considerar que a efetividade da transição energética depende da produção de conhecimento contextualizado e aplicável à realidade. A disciplina propõe enfatizar a análise interdisciplinar baseada em pesquisas temáticas aplicadas, o que permitirá aos estudantes aprofundarem o entendimento dos nexos que envolvem as resoluções de problemas complexos;
3. Alinhamento com as Demandas da Sociedade, Poder Público e do Mercado, ao considerar que a sociedade e o mercado de trabalho demandam cada vez mais profissionais com uma visão abrangente e interdisciplinar sobre a transição energética;
4. Contribuições para os Objetivos do Centro Paulista de Estudos da Transição Energética/CPTEN-Unicamp, ao considerar que a disciplina proposta se alinha com a missão do CPTEN, propõe contribuir com a formação dos pesquisadores, estimular pesquisas interdisciplinares relevantes para os avanços da transição energética justa.

- **Objetivos específicos:**

1. Investigar a natureza Inter e transdisciplinar e a Comunicação Científica da transição energética, explorando as interconexões entre engenharias, ciências sociais, economia, direito, políticas públicas, estudos ambientais, tecnologias, ciência de dados e educação entre outras áreas;
2. Analisar a relevância da pesquisa temática aplicada no contexto da transição energética, aprofundando o entendimento dos nexos entre problemas complexos e o desenvolvimento de soluções inovadoras em diferentes contextos;
3. Examinar as demandas da sociedade, poder público e mercado com visão abrangente e sistêmica em transição energética, identificando as competências e conhecimentos necessários para atuação estratégica;
4. Desenvolver uma compreensão aprofundada dos desafios complexos da transição energética com foco em pesquisas aplicadas, governança e gestão de indicadores;
5. Estimular a adoção da abordagem interdisciplinar como princípio investigativo em pesquisas de pós-graduação relacionadas à transição energética;
6. Contribuir para a formação de pós-graduandos com expertise para a resolução de



problemas complexos que envolvam os desafios da transição energética e para a construção de um futuro energético mais sustentável;

7. Avaliar a contribuição da disciplina para os objetivos do Centro Paulista de Estudos da Transição Energética (CPTEN) da Unicamp, no que se refere à formação de profissionais, desenvolvimento de pesquisa e tecnologias inovadoras;

- **Unidades Temáticas:**

1. Abordagem Integrada de Políticas Públicas, Governança e P&D;
2. Inteligência Artificial e Ciência de Dados para a Gestão de Energia;
3. Inovação Regulatória e Modelos de Financiamento e Parcerias;
4. Políticas Públicas para o Cumprimento de Metas;
5. Análise Econômica para Prospecção de Cenários;
6. Transição para Energias Renováveis e Bioenergia;
7. Transição para Redes Digitais e Consumo Inteligente (Grid Edge Technology);
8. Inovação para Municípios Inteligentes;
9. Educação, Formação e Capacitação de Agentes para a Sustentabilidade.

- **Abordagem metodológica:**

A metodológica adotada contemplará a abordagem interdisciplinar nos processos de ensino/aprendizagem com pessoas adultas (andragogia), desenvolvida por especialistas das áreas que integram as unidades temáticas proposta, cujo objetivo é fomentar colaborativamente, a integração da hélice quártupla da inovação, por meio dos fundamentos, debates, reflexões, estudos práticos de casos. Busca viabilizar a formação individual e coletiva dos participantes no exercício da ação-reflexão-ação para o alcance dos objetivos propostos.

A disciplina será desenvolvida ao longo de quinze (15) encontros. Contará com a realização de cinco (3) seminários temáticos e dez (12) encontros para o desenvolvimento dos temas propostos.

A proposta é integrar professores pesquisadores que participam do CPTEN e alguns



convidados externos incluindo profissionais do governo federal, governo de São Paulo, um internacional e um CEO (empresa).

- **Critérios de avaliação da disciplina e autoavaliação da aprendizagem dos participantes**

**Presença** nos quinze (15) encontros propostos, onde o estudante deverá alcançar 75% de frequência. **Participação** ativa nos debates, reflexões e contribuições com perguntas e análises cujo objetivo é enriquecer os temas propostos.

O estudante deverá realizar **uma (1) produção individual** orientada pelos professores responsáveis pela disciplina, cujo objetivo é formalizar a análise do programa do curso.

O estudante deverá realizar **uma (1) produção coletiva no formato de artigo** participando do grupo de trabalho composto por no mínimo dois (2) integrantes e no máximo cinco (5).

- **Referências:**

Quadros, R.; SILVA, L. C. P.; AMEZQUITA, J. C. L.; FERREIRA, D. A.; OTA, J. L. Y.; CYPRIANO, J. G. I. Eficiência Energética e as Microrredes. O Setor Elétrico, p. 30-34, 04 de out. 2021. <https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2021/10/Cap6-EficienciaEnergetica.p>

FERREIRA, D. A.. CAMPUS SUSTENTÁVEL: um modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2022. v. 2. 388p. <https://campussustentavel.unicamp.br/livro/>

Lazaro, L. L. B., & Soares, R. S. (2024). The energy quadrilemma challenges-Insights from the decentralized energy transition in Brazil. Energy Research & Social Science, 113, 103533. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103533>

Lazaro, L.L.B.; Grangeia, C.S.; Santos, L. ; Giatti, L.L. What is green finance, after all? – Exploring definitions and their implications under the Brazilian biofuel policy (RenovaBio). Journal of Climate Finance, v. 2, p. 100009, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclimf.2023.100009>

Werner, Deborah; Lazaro, Lira Luz Benites. The policy dimension of energy transition: The Brazilian case in promoting renewable energies (2000-2022). ENERGY POLICY, v. 175, p. 113480, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113480>



Lazaro, L.L.B. ; Soares, R.S. ; Bermann, C. ; Collaço, F.M.A. ; Giatti, L.L. ; Abram, S. . Energy transition in Brazil: Is there a role for multilevel governance in a centralized energy regime?. Energy Research & Social Science, v. 85, p. 102404, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102404>

Ottonelli, Janaina; Lazaro, Lira Luz Benites; Andrade, José Célio Silveira; Abram, Simone. Do solar photovoltaic clean development mechanism projects contribute to sustainable development in Latin America? Prospects for the Paris Agreement. ENERGY POLICY, v. 174, p. 113428, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113428>

Lazaro, L.L.B.; Serrani, E. Energy Transitions in Latin America - The Tough Route to Sustainable Development. Springer Nature. (2023) <https://link.springer.com/book/9783031374753>

FELICE, D.; FERREIRA, D.A.; CPRIANO, J.G.I. A importância da interdisciplinaridade para alcançar a transição energética sustentável: In: FONSECA, I.C. (Org.). Cidades Inteligentes e Direito, Governança Digital e Direitos: Desafios Futuros Globais. 1ed.Coimbra: Gestlegal, 2023, v. 1, p.195- 208.

Lazaro, L. L. B., & Soares, R. S. (2024). The energy quadrilemma challenges-Insights from the decentralized energy transition in Brazil. Energy Research & Social Science, 113, 103533. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103533>

## PE180/I –

- **Ementa**

O objetivo da disciplina é capacitar os alunos a construir um modelo de equilíbrio geral e aplicá-lo para a avaliação de impactos socioeconômicos e ambientais devido a mudanças tecnológicas e/ou estruturais nos setores energéticos – por exemplo, aquelas decorrentes do aperfeiçoamento tecnológico na extração de energia primária (petróleo e gás natural, por exemplo) ou da transformação de energia primária/secundária para a produção de energia secundária, das políticas públicas de incentivos para a introdução de uma nova fonte de energia (por exemplo, subsídios às fontes alternativas) e do aumento da eficiência no uso da energia.

A ementa básica da disciplina trata dos seguintes conteúdos: (i) questões econômicas abordadas pela Análise de Equilíbrio Geral; (ii) histórico dos modelos de equilíbrio; (iii)



Matriz de Contabilidade Social; (iv) Matriz de Insumo-Produto; (v) Sistema de Contas Nacionais; (vi) Lei de Walras; (vii) funções de produção e utilidade; (viii) calibragem e fechamento de modelos de equilíbrio; (ix) aplicações avaliando mudanças tecnológicas, mudanças no comportamento do consumo e mudanças na estrutura tributária.

- **Bibliografia**

Feijó, C. “Contabilidade Social: O Novo Sistema de Contas Nacionais do Brasil”. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001

Ferreira Filho, J. B. S. Introdução aos modelos aplicados de equilíbrio geral: conceitos, teoria e aplicações. Piracicaba: ESALQ/USP, junho de 2008-02-23.

Harrison, W.J., Pearson, K. R. An Introduction to GEMPACK. Quinta Edição. Gempack Document No. GPD-1. CoPS. Monash University, Melbourne, Australia, 2000.

Hertel, T.W. Global Trade Analysis: Modeling and Applications. Cambridge University Press, 1997.

Miller, R. E. and Blair, P. D. 2009. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Second edition. Cambridge, GBR: Cambridge University Press.

Simon, C. P., Blume, L. “Matemática para Economistas”, Bookman, 2004.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs. 2004. Handbook of National Accounting. National Accounts: A Practical Introduction. Studies in Methods Series F. No. 85. New York: United Nations.

Varian, H. R. “Microeconomia – Princípios Básicos”. Elsevier editora, Rio de Janeiro, 2006.