



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

1º Semestre de 2026

**PE180/F - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas
Energéticos I: Nexo Água–Energia–Alimentos: Sistemas Energéticos**

Docentes:

Profa. Dra. Lira Luz Benites Lazaro.

Prof. Dr. Luiz Carlos Pereira da Silva.

Descrição do Curso

O curso Nexo Água–Energia–Alimentos (Water–Energy–Food - WEF nexus): Sistemas Energéticos examina as interdependências críticas entre os recursos hídricos, energéticos e alimentares e suas implicações para o planejamento energético sustentável.

O WEF nexus constitui uma abordagem sistêmica que permite analisar de forma integrada as interdependências, sinergias e trade-offs entre setores fundamentais ao desenvolvimento econômico e social. Reconhecido e promovido por organismos internacionais como a FAO, IRENA, IEA, CEPAL e o Banco Mundial, esta abordagem conceitual, analítica e prática oferece instrumentos para o planejamento integrado de recursos, o fomento à inovação tecnológica e a formulação de políticas públicas orientadas à sustentabilidade.

Inserido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, o curso parte do princípio de que os sistemas energéticos são intrinsecamente interdependentes, e que a segurança energética está profundamente vinculada à segurança hídrica e alimentar. Ao adotar o WEF Nexus como eixo analítico, busca-se compreender como os trade-offs e sinergias entre setores moldam as estratégias da transição energética justa e sustentável, considerando simultaneamente suas dimensões técnicas, ambientais, econômicas e sociais.

A disciplina oferece uma formação interdisciplinar e aplicada, articulando

fundamentos conceituais, métodos de análise de sistemas complexos e estudos de caso nacionais, regionais e globais. Estimula o pensamento crítico e sistêmico, capacitando os participantes a desenvolverem soluções inovadoras em planejamento energético, governança ambiental e modelos de negócios sustentáveis.

Assim, o WEF Nexus é apresentado não apenas como um marco analítico, mas como uma plataforma de inovação e de apoio à tomada de decisão estratégica, essencial à governança integrada dos sistemas energéticos e à formação de profissionais capazes de articular ciência, política, tecnologia e sustentabilidade.

Justificativa

O estudo do Nexo Água–Energia–Alimentos (WEF Nexus) é fundamental para compreender os desafios contemporâneos do planejamento energético sustentável. Diante das crises climáticas, da escassez de recursos e da transição para sistemas de baixo carbono, torna-se indispensável adotar abordagens que integrem de forma sistêmica e interdisciplinar as dimensões hídricas, energéticas e alimentares.

No campo do planejamento de sistemas energéticos, o WEF Nexus representa um avanço metodológico e conceitual, ao permitir analisar as interdependências entre recursos naturais e as implicações de decisões sobre expansão de fontes renováveis, uso do solo e gestão hídrica. Essa perspectiva amplia a capacidade analítica e estratégica dos profissionais, favorecendo a governança integrada, a transição energética justa e o alinhamento com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, 6 e 7).

A disciplina contribui diretamente para a missão do Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos da FEM/Unicamp, ao formar pesquisadores e profissionais capazes de desenvolver soluções inovadoras, apoiar a tomada de decisão baseada em evidências e integrar engenharia, políticas públicas e inovação para a construção de sistemas energéticos sustentáveis e resilientes.

O enfoque do Nexus possibilita:

- Avaliar trade-offs e sinergias entre energia, água e alimentos;
- Antecipar impactos territoriais e hídricos da transição energética (por exemplo,

em bioenergia, solar e hidrogênio verde);

- Integrar modelagens e cenários de descarbonização em contextos socioambientais complexos;
- Fomentar políticas e tecnologias voltadas à eficiência no uso de recursos, reuso de águas residuais e infraestruturas circulares.

Como abordagem emergente promovida por agências e organismos internacionais, o WEF Nexus também estimula a inovação em gestão e novos modelos de negócio, fornecendo ferramentas analíticas integradas (como CLEWS, WEAP e LEAP) úteis para pesquisa aplicada, planejamento energético e formulação de políticas públicas.

Por fim, a disciplina forma profissionais e pesquisadores capazes de transcender fronteiras disciplinares, combinando modelagem técnica com análise socioambiental e econômica. Tal formação é essencial para enfrentar os desafios da transição energética dentro dos limites planetários e dos compromissos climáticos globais.

Objetivos Específicos

- Compreender os fundamentos conceituais, teóricos e metodológicos do Nexo Água–Energia–Alimentos (WEF Nexus) e sua relevância para o planejamento energético;
- Analisar as interdependências entre segurança hídrica, energética e alimentar em diferentes contextos geográficos e tecnológicos;
- Aplicar métodos e ferramentas de análise integradas (indicadores, modelagem, cenários) ao estudo de sistemas energéticos sustentáveis;
- Avaliar os impactos e sinergias das políticas de energia, recursos hídricos e produção de alimentos, identificando oportunidades de coordenação e inovação;
- Discutir o papel do WEF Nexus na transição energética justa, considerando dimensões sociais, territoriais e ambientais;
- Desenvolver competências para o planejamento e a gestão de sistemas interdependentes, promovendo soluções inovadoras e resilientes;
- Produzir análises e pesquisas interdisciplinares que contribuam para a formulação de políticas públicas e estratégias empresariais sustentáveis.

Unidades Temáticas



- Fundamentos do Nexo Água–Energia–Alimentos (WEF Nexus)
- Sistemas Energéticos e Sustentabilidade
- Políticas Públicas e Governança Multissetorial
- Nexus e Transição Energética
- Gestão Integrada de Recursos e Eficiência Sistêmica
- Tecnologias e Inovações Energéticas no Contexto Nexus
- Modelos e Ferramentas Analíticas do WEF Nexus
- Inovação, Economia Circular e Modelos de Negócios
- Experiências Internacionais e Iniciativas
- Projeto Aplicado de Planejamento Nexus

Enfoque Metodológico

O curso adota uma metodologia ativa e interdisciplinar, combinando:

- Aulas expositivas e dialogadas sobre fundamentos teóricos e conceituais;
- Seminários temáticos com especialistas convidados;
- Leituras dirigidas e debates críticos;
- Estudos de caso e oficinas de modelagem de sistemas;
- Trabalhos de pesquisa individuais e em grupo voltados à publicação científica.

Estrutura:

- 15 semanas (encontro semanal de 2 horas)
 - sessões temáticas
 - seminários de pesquisa e apresentações finais

Critérios de Avaliação

- Frequência: mínimo de 75% de presença
- Participação: contribuição ativa nas discussões e leituras (20%)
- Trabalho individual: ensaio crítico (30%)
- Trabalho em grupo: artigo de pesquisa (50%).



PE180/M - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas Energéticos I: Seminários em Sustentabilidade

Disciplina oferecida junto aos programas de Engenharia Mecânica e Ciências e Engenharia de Petróleo

- **Docente**

Thayse Aparecida Dourado Hernandes

Avaliações

- **Resenhas (nota R).** Cada aluno entregará resenhas de uma página sobre cada um dos seminários da disciplina. As resenhas receberão notas de 1 a 10. As dez resenhas com notas mais altas compõem 40% da nota do aluno na disciplina. O prazo para entrega da resenha de um seminário é a aula seguinte.
- **Seminários (nota S).** Ao final do curso, cada aluno apresentará um seminário sobre um tema à sua escolha, relacionado ao tópico da disciplina. O aluno terá 15 minutos para apresentar, com mais 5 minutos para questionamentos e discussão. O seminário compõe 30% da nota da disciplina.
- **Monografia (nota M).** O seminário será acompanhado de uma monografia de até 6 páginas, detalhando o tema da apresentação. A monografia compõe 30% da nota da disciplina.

Notas e conceitos: $M_f = 0.4 \cdot R + 0.3 \cdot S + 0.3 \cdot M$.

Conceito D: $0 < M_f < 4.9$; Conceito C: $5 < M_f < 7,5$; Conceito B: $7,6 < M_f < 9$; Conceito A: $9,1 < M_f \leq 10$.

Ementa

A disciplina aborda temas avançados em sustentabilidade com ênfase nas diversas áreas do conhecimento. A dinâmica das aulas se dará por meio de uma abordagem multidisciplinar e integrada, trazendo palestras, seminários e estudos de caso conduzidos por especialistas da Unicamp, de outras universidades, do setor produtivo e de organizações da sociedade civil. O objetivo é proporcionar aos alunos uma visão ampla, crítica e atualizada sobre



inovações, desafios e práticas sustentáveis, de forma interdisciplinar, ampliando seu repertório para atuação responsável e sustentável em suas áreas.

Bibliografia

O material bibliográfico será disponibilizado pelos palestrantes, de acordo com o tópico de seus seminários.

PE181/B - Tópicos Especiais em Planejamento de Sistemas Energéticos II: Tópicos em microrredes elétricas na Transição Energética

Docente: Marlon Max Huamani Bellido

Ementa:

1. Visão geral do setor elétrico
2. O setor elétrico e as microrredes elétricas
3. Componentes das microrredes elétricas
4. Recursos Energéticos Distribuídos: Geração Distribuída e Armazenamento de Energia
5. Recursos Energéticos Distribuídos: Veículos Elétricos e Resposta da Demanda
6. Tecnologias para desenvolvimento das microrredes elétricas
7. Desafios à implantação de microrredes elétricas
8. Visita às instalações de microrrede da UNICAMP (Data ainda por definir, porém, deve ser feita em dias e horário de aula)
9. Microrredes elétricas e novos modelos de negócio
10. Modelos de negócio Recursos Energéticos Distribuídos
11. Microrredes elétricas off-grid
12. Microrredes elétricas na Transição Energética
13. Microrredes e o setor elétrico brasileiro: Visão geral
14. Microrredes e o setor elétrico brasileiro: Visão Geral e Novos modelos de negócio
15. Seminário de apresentação/avaliação e discussão dos trabalhos

Avaliação: Participação em aulas, desenvolvimento de um trabalho final no formato de artigo (entre 10 a 15 páginas) e seminário de apresentação/avaliação/discussão do trabalho final. A nota final da disciplina será:

Nota Final (NF) = Trabalho final (50%) + Apresentação trabalho final (40%) + Participação em aulas (10%)

Temas do trabalho final:

- Regulação recursos energéticos distribuídos e microrredes nos países.
- Políticas de incentivo recursos energéticos distribuídos e microrredes nos países.
- Reforma do setor elétrico nos países para a inserção de recursos energéticos distribuídos e microrredes.
- Modelos de negócio (recursos energéticos distribuídos, microrredes ou distribuidoras).

Bibliografia

Bhave, M. The microgrid revolution: Business strategies for next-generation electricity. Ed. Praeger, California, Estados Unidos, 2016.

Burger, S. P., Luke, M. Business Models for Distributed Energy Resources: A Review and Empirical Analysis. MIT Energy Initiative, Cambridge, Estados Unidos, 2016.

Cantane, D. A., Ando, O. H., Hamerschmidt, M. B. Tecnologias de armazenamento de energia aplicadas ao Setor Elétrico Brasileiro. Ed. Scienza, São Carlos, São Paulo, 2020.

EPE. Fortalecimento da resiliência do setor elétrico em resposta às mudanças climáticas. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2023.

EPE. Recursos Energéticos Distribuídos: Impactos no planejamento energético. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, Brasil, 2018a.

EPE. Recursos Energéticos Distribuídos 2050. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2018.

Falcão, D., Ramos, D. S., Delgado, M., Moszkowicz, M., Rêgo, L. O., Del Carpio, T. E. Recursos Energéticos Distribuídos e suas Potencialidades. Ed. Synergia, Rio de Janeiro, Brasil, 2019.

Feen, J., Raskino, M. Mastering the Hype Cycle: How to choose the right innovation at the right time. Ed. Harvard Business Press, Massachusetts, Estados Unidos,

2008.

FGV. Recursos Energéticos Distribuídos. Fundação Getúlio Vargas – Energia, FGV Energia, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

Fox-Penner, P. Smart Power: Climate change, the smart grid, and the future of electric utilities. Ed. IslandPress, Washington, Estados Unidos, 2014.

Frantzis, L., Graham, S., Katofsky, R., Sawyer, H. Photovoltaic Business Models. National Renewable Energy Laboratory – NREL, Colorado, Estados Unidos, 2008.

Galvin, R., Yeager, K., Stuller, J. Perfect power: How the microgrid revolution will unleash cleaner, greener, and more abundant energy. Ed. McGraw-Hill, Nova Iorque, Estados Unidos, 2009.

Guimarães L. N. The regulation and Policy of Latin American Energy Transition. Ed. Elsevier, Estados Unidos, 2020.

Hatzigergiou, N. Microgrids: Architectures and control. Ed. John Wiley & Son Ltd. West Sussex, Reino Unido, 2014.

IEA. Energy Technology Perspectives 2023. Agência Internacional de Energia. França, 2023.

IEA. Unlocking the potential of Distributed Energy Resources: Power systems opportunities and best practices. Agência Internacional de Energia. França, 2022.

Kavadias, S., Ladas, K., Lock, C. The transformative business model. Harvard Business Review, Estados Unidos, 2016.

Mosetlhe, T., Yusuff, A., Ayodele, T. Ogunjuyigbe, A. Sustainable rural electrification through microgrids in developing nations: A review of recent development. Energy Reports, v. 13, p. 1171-1177, 2025.

Onu U. G., Zambroni, A. C., Bonatto, B. D. Drivers of microgrid projects in developed and developing economies. Utilities Policy, v. 80, p. 1-12, 2023.

Pereira, A. O. Fontes renováveis de energia, redes inteligentes e os caminhos para uma economia carbono neutra. Ed. Synergia, Rio de Janeiro, Brasil, 2021.

Roosa, S. A. Fundamentals of microgrids: Development and implementation. Ed.



Taylor & Francis. Nova Iorque, Estados Unidos, 2021.

Salam, I. U. Yousif, M., Numan, M., Billah, M. Addressing the challenge of climate change: The role of microgrids in fostering a sustainable future – A comprehensive review. *Renewable Energy Focus*, v. 48, p. 1-21, 2024.

Simões, J. R. Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética. 2^a edição. Ed. LTC, São Paulo, Brasil, 2021.

Sioshansi, F. O. *Distributed Generation and Its Implications for the Utility Industry*. Ed. Elsevier, Amsterdam, Holanda, 2014.

Tecnalia. La microrred: Uma alternativa de futuro para unsuministroenergético integral. Ed. TECNALIA, Espanha.

Tolmasquim, M. T. Novo modelo do setor elétrico brasileiro. 2^a edição. Ed. Synergia, Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

Villada, F., Saldarriaga-Loaiza, J. D., López-Lezama, J. M. Incentives for renewable energies in Colombia. 19th International Conference on Renewable Energies and Power Quality – ICREPQ’20, v. 19, Espanha, 2021.