



CENTRO UNIVERSITÁRIO CTC

Programa de Pós-graduação em Metrologia

MQI2401 Eficiência Energética

CARGA HORÁRIA TOTAL: 45 HORAS (3-0-0)

CRÉDITOS: 3

OBJETIVOS

Apresentar os principais conceitos relacionados à eficiência energética, evidenciando sua contribuição para o tema de sustentabilidade. Introduzir os principais conceitos relacionados ao diagnóstico energético e à gestão de energia (ISO 50000, inclusive). Apresentar os conceitos de Medição e Verificação (M&V) da performance, incluindo a construção de Linha de Base (formulação matemática). Expôr como se dá o processo de etiquetagem dos equipamentos (selos PROCEL/CONPET e etiqueta ENCE), assim como os selos e etiquetas para edificações.

EMENTA

Conceitos Básicos de Eficiência Energética. Políticas de Eficiência Energética no Brasil. Mitigação do Clima e Eficiência Energética. Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), Recursos Energéticos Distribuídos e Certificados de Energia. Diagnóstico Energético (sistemas de iluminação, motores elétricos e refrigeração). Pesquisa de Posses e Hábitos – PPH. ISO 50001: conceitos e aplicações. O conceito da Medição e Verificação. Protocolo Internacional de Medição e Verificação da Performance - PIMVP. ISO 50006 - Linha de Base e Indicadores de Desempenho Energético; e ISO 50015 - Medição e Verificação. Ferramentas para a Medição e Verificação. Processo de etiquetagem de equipamentos. Certificação de Edificações.

PROGRAMA

Bloco 1: Conceitos Básicos e Políticas - Neste módulo serão introduzidos os principais conceitos relacionados à eficiência energética e discutidas as principais políticas de eficiência energética adotadas no país, sendo analisado seu efeito para mitigação das mudanças climáticas.

- Aula #1 (3h): Apresentação do curso e Conceitos Básicos.
- Aula #2 (3h): Políticas de Eficiência Energética.
- Aula #3 (3h): Mitigação do Clima e Eficiência Energética.
- Aula #4 (3h): Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) e Certificados de Energia.

Bloco 2: Diagnóstico Energético e Gestão Energética - Neste módulo serão apresentados os conceitos básicos adotados para se fazer o diagnóstico energético de instalações. Além disso, serão apresentadas as principais ações de eficiência energética para sistemas de iluminação, motores elétricos e refrigeração, uma vez que é necessário este conhecimento

para que o diagnóstico possa ser realizado. O diagnóstico energético no setor residencial: Pesquisa de Posses e Hábitos - PPH. Gestão energética - ISO 50001.

- Aula #5 (3h): Diagnóstico Energético (sistemas de iluminação, motores elétricos e refrigeração).
- Aula #6 (3h): Diagnóstico Energético (sistemas de iluminação, motores elétricos e refrigeração).
- Aula #7 (3h): Diagnóstico Energético (conceitos e tipos de diagnóstico).
- Aula #8 (3h): Pesquisa de Posses e Hábitos - PPH.
- Aula #9 (3h): ISO 50001: conceitos e aplicações.

Bloco 3: Medição e Verificação (M&V) - Neste módulo serão apresentados os conceitos relacionados aos processos de Medição e Verificação, bem como os Protocolos adotados e construção de Linha de Base (formulação matemática). Serão apresentados os instrumentos utilizados para a medição das grandezas que impactam no consumo e na demanda de energia. Por fim, serão feitos exercícios sobre definição de Linha de Base.

- Aula #10 (3h): O conceito da Medição e Verificação.
- Aula #11 (3h): Protocolo Internacional de Medição e Verificação da Performance - PIMVP.
- Aula #12 (3h): ISO 50006 - Linha de Base e Indicadores de Desempenho Energético; e ISO 50015 - Medição e Verificação.
- Aula #13 (3h): Ferramentas para a Medição e Verificação.

Bloco 4: Programas de Etiquetagem - Neste módulo serão apresentados o processo de etiquetagem dos equipamentos (selos e etiqueta ENCE), bem como os selos e etiquetas para edifícios.

- Aula #14 (3h): Etiquetagem de equipamentos.
- Aula #15 (3h): Certificação de Edificações.

Bloco 5: Seminário dos alunos - Cada aluno apresentará um artigo relacionado ao tema de eficiência energética.

- Aula #16 (3h): Apresentação dos trabalhos.

AVALIAÇÃO

Critério 12

BIBLIOGRAFIA

Capelli, Alexandre. Energia Elétrica. Qualidade e Eficiência. Saraiva, jul 2013.

PRINCIPAL

Cooperação Alemã (GIZ). Digitalização e Eficiência Energética no Setor de Edificações no Brasil. Potencial para 2050: Premissas e Cenários. Brasília, 2022.

Costa, M. M. Financiamento de Projetos de Eficiência Energética na Indústria. PROESCO – BNDES. Apresentação ao Seminário de Eficiência Energética na Indústria. Curitiba: BNDES, 2006.

EVO - Efficiency Valuation Organization. International Performance Measurement and Verification Protocol. EVO, 2010.

Guia de Medição e Verificação, ANEEL, 2014

ISO - International Organization for Standardization. ISO 50001:2011 Energy management systems. Genebra, 2011.

Marques, M. C. S. [et al.]. PROCEL. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. Itajubá - MG, FUPAI, 2006.

Marques, M. C. S. [et al.]. PROCEL. Eficiência Energética - Teoria e prática. Itajubá - MG, FUPAI, 2007.

Vasconcellos, L. E. M.; Limberger, M. A. C. Iluminação Eficiente: Iniciativas da Eletrobrás Procel e Parceiros. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2013.

Waltz, J. P. Management, Measurement & Verification of Performance Contracting. Lilburn-GA: The Fairmont Press, Inc, 2003.

BIBLIOGRAFIA

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Informações institucionais diversas. Disponível em: www.aneel.gov.br.

COMPLEMENTAR

CAIXA. Manual Selo Casa Azul. São Paulo, 2010.

Calili, R.F., Souza, R.C., Musafir, J. et al. Correction of load curves estimated by electrical appliances ownership surveys using mass memory meters. *Energy Efficiency* 11, 261–272 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9562-z>

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Informações institucionais diversas. Disponível em: www.ccee.org.br.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2050 - PNE 2050. Projeções. Brasília-DF: EPE, 2018.

Fabbriani, L; Calili, R. F. Proposal of energy efficiency policies for food and beverage industry in Brazil. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 10, 065903 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5002088>.

Fundação Vanzolini. Referenciais para o Processo Edifícios Não Residenciais em Construção e outras versões disponíveis. São Paulo, 2016.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. Informações institucionais diversas. Disponível em: www.ons.org.br.

RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Brasil.

RTQ-R - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais. Brasil.

Sigilião, R. Estabelecimento de requisitos mínimos de medição e verificação de resultados que possam ser aplicados aos projetos de eficiência energética desenvolvidos pelas distribuidoras de energia elétrica. Palestra apresentada no Citenel. Fortaleza, ago/2011.

Silva, F. L.; Souza, R. C.; Oliveira, F. L. C.; Lourenco, P. M.; Calili, R. F. A bottom-up methodology for long term electricity consumption forecasting of an industrial sector - Application to pulp and paper sector in Brazil, *Energy*, Volume 144, 2018, Pages 1107-1118, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.12.078>.

Suzano e Silva, A. C. P.; Calili, R. F. New building simulation method to measure the impact of window-integrated organic photovoltaic cells on energy demand. *Energy and Buildings*, Volume 252, 2021, 111490, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111490>.

USGBC – United States Green Building Council. LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios e outras versões disponíveis. Estados Unidos, 2014.

Vieira, R.S., Calili, R.F., de Oliveira, I.A. et al. Energy losses caused by refurbished motors: measurement and policy proposal. *Energy Efficiency* 14, 51 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12053-021-09964-x>