

# UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

**Amil B. Garcia** - amil@dee.feis.unesp.br

**Henrique L. Garcia** - henriquelucizano@yahoo.com

**Waldery P. S. Junior** - wpsjunior@aluno.feis.unesp.br

**Antonio Padilha-Feltrin** - padilha@dee.feis.unesp.br

Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Ilha Solteira - Depto. de Eng. Elétrica.

Avenida Brasil Centro, 56

15385-000 – Ilha Solteira, SP

**Deoclecio M. Kosaka** - deo@dee.feis.unesp.br

**Dalva M. O. Villarreal** – dalva@fqm.feis.unesp.br

Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Ilha Solteira - Depto. de Matemática

Avenida Brasil Centro, 56

15385-000 – Ilha Solteira, SP

**Resumo:** Entende-se por Educação a Distância (EAD) a forma de ensino cuja principal característica é a separação física entre o aluno e o professor, sendo necessário o estabelecimento de uma comunicação entre ambos, que ocorre através de meios de comunicação tais como correspondência postal, correspondência eletrônica, rádio, televisão, etc. Esta forma de educação surgiu no século XVIII com os primeiros cursos por correspondência nos EUA e na Europa. Com o surgimento da Internet, a EAD teve um grande impulso. Nos dias de hoje, podemos encontrar vários cursos de capacitação, de graduação, e de pós-graduação utilizando os recursos de EAD. Este trabalho apresenta a aplicação desta metodologia de ensino a distância na implementação de um curso de capacitação sobre Instalações Elétricas Industriais destinado a estudantes e engenheiros. O conteúdo do curso envolve conceitos sobre elementos gerais para projeto de instalações, materiais elétricos, dispositivos de proteção e coordenação de proteção, medição de energia elétrica, correção de fator de potência e aterramento elétrico. A forma de criação e implementação do conteúdo do curso é descrita no trabalho. O curso está implantado no ambiente de educação a distância utilizado pela UNESP, o WebCT.

**Palavras-chave:** Instalações industriais, Educação a distância, Webdesign

## 1. INTRODUÇÃO

As constantes evoluções tecnológicas surgidas nas últimas décadas acarretaram na necessidade de haver uma mudança no sistema de ensino mundial. A nova política de ensino que está surgindo precisa se enquadrar no perfil do homem atual. Este perfil é caracterizado principalmente pela necessidade de aproveitamento do tempo e de atualizar-se constantemente com o mundo. Para isso é necessário que os aprendizes realizem cursos de especialização a longas distâncias. É neste contexto que ressalta a forma de educação a distância (EAD).

Atualmente a EAD não possui uma definição única, mas podemos conceituá-la, considerando suas particularidades principais, como sendo uma metodologia de ensino cuja principal característica é a separação física entre o aluno e o professor no espaço e/ou tempo.

Essa forma de ensino necessita estabelecer uma comunicação entre aprendiz e instrutor através de documentos impressos (correspondência postal) ou alguma forma de tecnologia (rádio, televisão, correspondência eletrônica, etc.).

A primeira forma de EAD surgiu no século XVIII com os primeiros cursos por correspondência nos EUA e na Europa. Com o surgimento da Internet, a EAD teve um grande impulso. Nos dias de hoje, podemos encontrar vários cursos de capacitação, de graduação, e de pós-graduação utilizando os recursos de EAD.

Este trabalho consiste em planejar e criar um conteúdo digital sobre instalações elétricas industriais, aplicar o conteúdo gerado na disciplina instalações elétricas II do curso de engenharia elétrica de Ilha Solteira, considerando a metodologia de ensino e aprendizagem a distância, e estender o curso elaborado como uma ferramenta de capacitação de profissionais na área.

## **2. METODOLOGIA**

O curso proposto foi estruturado a partir da disciplina Instalações Elétricas II oferecida aos alunos do 6º período (semestre) de engenharia elétrica – ênfases eletrotécnica (caráter obrigatório) e eletrônica (caráter optativo) – da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

### **2.1. Conteúdo Teórico**

Inicialmente baseando-se nas aulas presenciais da disciplina, criou-se um conteúdo teórico sobre instalações elétricas industriais. Em seguida, digitalizou-se o conteúdo em arquivos no formato html. De acordo com as necessidades dos aprendizes, aprimorou-se o conteúdo criado de tal forma que este se tornasse o mais auto-explicativo possível. Este conteúdo foi dividido em cinco módulos de ensino: Elementos de Projeto; Materiais e Equipamentos; Proteção e Coordenação; Correção de Fator de Potência; e Aterramento Elétrico. O conteúdo criado também foi apoiado segundo COTRIM (2003), CREDER (2002), MAMEDE (2001) e NISKIER (1985) e obedecendo as normas da ABNT NBR 5410 (1997).

O item Elementos de Projeto compreende os conceitos básicos sobre as características do projeto, tais como, localização de quadros e subestações, definição dos sistemas de distribuição e de suprimento. Este módulo também apresenta definições importantes como: curva de carga, fator de demanda, fator de carga, etc., e analisa o custo da energia elétrica considerando possibilidades de otimização da curva de carga do consumidor.

Em Materiais e Equipamentos são apresentadas as características funcionais dos principais dispositivos utilizados em um projeto elétrico industrial, tais como: pára-raios, fusíveis, transformadores, chaves seccionadoras, relés, disjuntores, contadores e chaves de partida de motores.

O terceiro módulo, Proteção e Coordenação, compreende os conceitos de dimensionamento dos equipamentos de proteção e suas coordenações, avaliando quais são os equipamentos mais apropriados para o emprego em cada caso: sobretensão, sobrecarga, curto-circuito, etc.

O item Correção de Fator de Potência envolve os conceitos de potências ativa e reativa, medição de energia elétrica e métodos de correção de fator de potência.

E por fim, Aterramento Elétrico apresenta os conceitos de aterramento elétrico, técnicas de medição e dimensionamento de malhas de aterramento.

Alguns textos relativos aos temas abordados no curso, como por exemplo: artigos em revistas; notas em jornais; e outras informações foram digitalizadas em formato pdf para serem inseridas no curso como leitura adicional ao aluno.

### **2.2. Exercícios e listas de discussões**

Com objetivo de permitir ao aluno uma auto-avaliação do seu aprendizado no assunto tratado, foram criadas listas de exercícios para cada módulo. Esta auto-avaliação acontece no momento da realização dos exercícios, pois dificuldades podem levar o aluno a rever os assuntos estudados. As listas de exercícios são mais detalhadas e abrangentes do que as listas de exercícios elaboradas para cursos com ensino presencial.

Foram, também, organizadas listas de discussões para cada um dos módulos. Temas polêmicos atuais são relatados. Os aprendizes analisam e discutem sobre o assunto em uma seção de fórum na Internet. A figura 1 mostra a visualização de um tema para discussão do curso relacionado com o quarto módulo: correção de fator de potência.

### **2.3. WebCT**

A disponibilização na Internet do conteúdo gerado foi feita através do ambiente de educação a distância WebCT ([www.webct.com](http://www.webct.com)), sistema atualmente empregado pela Universidade Estadual Paulista em cursos de EAD.

Primeiramente criou-se uma página de rosto do curso endereçada no item Homepage do menu, dentro do ambiente utilizado. A seguir criou-se um novo item no menu, chamado “Sobre o Curso”, que contém as informações gerais do curso, tais como, os pré-requisitos, a ementa, a metodologia de aplicação, nome do instrutor, etc.

Para a disponibilização do conteúdo teórico, criou-se no ambiente uma tabela de conteúdo, chamada de “Programa”, que funciona como um mapa do curso, relacionando todos os módulos e subitens destes com links referentes aos arquivos criados e armazenados na plataforma de ensino utilizada. A figura 2 mostra a visualização desta tabela de conteúdo.

Através dos recursos de avaliação do estudante oferecido pelo ambiente, foi adicionada ao curso uma seção de exercícios, onde foram dispostos os exercícios criados anteriormente. Esta seção possibilita a visualização dos enunciados, figuras e tabelas relacionadas às questões, assim como a submissão de respostas dos aprendizes para o instrutor do curso, para que o mesmo possa realizar a correção das questões. A submissão destas respostas pode ser controlada pelo ambiente por datas definidas pelo instrutor.

Adicionou-se também no curso uma seção de “Fórum”, seção de troca de mensagens, para que os aprendizes discutam temas polêmicos na área, possibilitando a troca de informações e o enriquecimento de conteúdo dos aprendizes.

Uma seção de “Bate-Papo” também foi criada no curso para que alunos que estejam conectados simultaneamente possam realizar diálogos em tempo real, assim como ocorre em uma sala de aula presencial, porém através de um diálogo em forma de texto.

Para que os alunos tenham um mural de calendário, com datas importantes do curso, criou-se o item “Agenda”, o qual nada mais é que um calendário virtual oferecido pela plataforma de ensino utilizada.

E por fim, um último recurso utilizado do WebCT, adicionou-se o item “E-mail”, que é outro recurso de troca de mensagens entre os participantes aprendizes e instrutores do curso.

## Instalações Elétricas Industriais

[Página Inicial](#) > [Programa](#) > [Tema para Lista de Discussão](#)

MENU DE AÇÃO: [Anterior](#) [Próximo](#) [Conteúdo](#) [Retroceder](#) [Atualizar](#)

Painel de Controle  
Visível para Instrutores  
Visualizar Mapa do In  
Adicionar Página ou F  
Administrar Arquivos  
Administrar Curso  
Alterar Configurações  
Assistente de Conteú

Menu Curso  
Homepage  
Sobre o curso  
Programa  
Exercícios  
Fórum  
Bate-papo  
Agenda  
E-mail

### Tema para lista de discussão

É apresentado um tema para ser discutido na sessão de fórum do curso, dentro do tópico **Fator de Potência**:

#### Tema 1:

Recentemente aconteceu uma discussão em uma lista na INTERNET sobre o uso da eletricidade em residências e pequenos consumidores de energia elétrica. Vários engenheiros, de vários países, participaram e muito foi escrito sobre faturamento de energia elétrica e problemas causados devido ao fator de potência. Veja algumas afirmações:

**1-** A energia reativa pode provocar perdas elétricas nos sistemas elétricos, mas esta energia é fundamental para manter alguns equipamentos funcionando. As perdas provocadas pela energia reativa serão verificadas pelo medidor de energia (kWh) existente na entrada da residência, sendo portanto faturadas, não acarretando, desta forma, problemas para o fornecedor de energia elétrica mesmo sem medição de energia reativa.

**2-** Em minha residência tenho uma máquina de lavar roupa, que quando esta ligada provoca diminuição sensível do fluxo luminoso das lâmpadas. Um dia o motor desta máquina queimou e o técnico que me vendeu o novo motor disse que para corrigir o problema com a iluminação era preciso instalar um capacitor junto ao motor para corrigir o fator de potência. Se isto fosse feito quando a máquina fosse acionada não ocorreria nenhum problema com a iluminação.

**3 -** As empresas fornecedoras de energia elétrica deveriam faturar a energia de maneira a levar em conta o fator de potência, pois ele é muito importante. Veja um exemplo: um consumidor trifásico em 480 volts com carga de 1000 kW e fator de potência unitário solicita uma corrente de aproximadamente 1200 amperes, caso este mesmo consumidor com os 1000 kW tivesse um fator de potência igual a 0,8 indutivo, a sua solicitação de corrente agora seria de aproximadamente 1500 amperes. Diante deste fato o melhor é a empresa instalar um medidor de ampere-hora no lugar de um medidor de kilowatt-hora para faturar a energia elétrica.

Pergunta-se:

**(a)** A energia elétrica reativa é realmente fundamental para o funcionamento de equipamentos elétricos residenciais? Justifique a resposta.

**(b)** A afirmação de que as perdas provocadas pela energia reativa são medidas e portanto não acarretam problemas para o fornecedor é verdadeira? Justifique a resposta.

**(c)** O técnico citado na afirmação 2 apresentou a melhor solução para resolver o problema com a iluminação? Justifique a resposta.

**(d)** É usual corrigir o fator de potência junto às cargas residenciais como propôs o técnico da afirmação 2? Por quê.

**(e)** O exemplo da afirmação 3 é correto com relação ao aumento de corrente com diminuição de fator de potência? Justifique a resposta.

**(f)** É vantagem medir ampere-hora ou kilowatt-hora? Justifique a resposta.

Figura 1 – Visualização do tema para discussão sobre correção de fator de potência

VirtUnesp  
ensino a distância

MEUWEBCT | REINICIAR CURSO | MAPA DO CURSO | RECURSOS | FINALIZAR | AJUDA

Ocultar Navegação

Programa:  Visualizar  Opções do Instrutor

**Instalações Elétricas Industriais**  
Página Inicial > Programa

**Tabela de Conteúdo**

- ▼ **Módulo I - Elementos de Projeto**
  - [I.1 - Dados para Elaboração do Projeto](#)
  - [I.2 - Quadros de Distribuição](#)
  - [I.4 - Sistemas de Distribuição : Primário](#)
  - [I.5 - Sistemas de Distribuição : Secundário](#)
  - [I.6 - Sistemas Primário de Suprimento](#)
  - [I.7 - Fator de Demanda e Fator de Carga](#)
  - [I.8 - Curvas de Carga Otimizada e não Otimizada](#)
  - [I.9 - Fator de Simultaneidade e Fator de Utilização](#)
  - [I.10 - Tema para Lista de Discussão](#)
- ▼ **Módulo II - Materiais e Equipamentos**
  - [II.1 - Introdução: Diagrama Unifilar](#)
  - [II.2 - Pára-Raios e Chaves Fusíveis](#)
  - [II.3 - Muflas e Chaves Seccionadoras](#)
  - [II.4 - Relés, Transformadores e Disjuntores de Potência](#)
  - [II.5 - Fusíveis e Disjuntores de Baixa Potência](#)
  - [II.6 - Contatores](#)
  - [II.7 - Chaves](#)
- ▶ **Módulo III - Proteção e Coordenação**
- ▶ **Módulo IV - Correção de Fator de Potência**
- ▶ **Módulo V - Aterramento Elétrico**

Painel de Controle  
Visível para Instrutores  
Visualizar Mapa do In  
Adicionar Página ou F  
Administrar Arquivos  
Administrar Curso  
Alterar Configurações  
Assistente de Conteú

Menu Curso  
Homepage  
Sobre o curso  
Programa  
Exercícios  
Fórum  
Bate-papo  
Agenda  
E-mail

Figura 2 - Visualização do item Programa no curso IE industriais

### 3. RESULTADOS E PERSPECTIVAS

Uma primeira aplicação do conteúdo do curso foi a sua implementação como ferramenta auxiliar na disciplina instalações elétricas II do curso de graduação em engenharia elétrica da Faculdade de Engenharia do campus de Ilha Solteira. Esta disciplina é obrigatória para alunos da ênfase em eletrotécnica e optativa para alunos da ênfase em eletrônica.

Esta publicação do curso foi realizada durante o segundo semestre de 2003 através de uma metodologia de ensino e aprendizagem presencial, utilizando o conteúdo de ensino a distância como material auxiliar. A publicação foi efetuada através de outro sistema de e-learning, o AulaNet, desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da PUC - Rio de Janeiro.

A disciplina recebeu trinta e duas matrículas sendo doze de alunos da eletrotécnica e vinte da ênfase em eletrônica. Os alunos realizaram as listas de exercícios e de discussão oferecidas na Internet.

Observou-se que os alunos se interessaram mais sobre a disciplina visto que no ambiente a discussão de temas importantes e resolução de exercícios se torna mais acessível e profunda do que em sala de aula presencial. Nesta, alguns alunos se sentem inibidos perante a classe, não solucionando suas dúvidas encontradas na discussão dos temas. Consequentemente, verificou-se uma diminuição do número de trancamento de matrículas e de reprovações.

No ano de 2004 o curso está sendo aplicado novamente para 48 alunos. Novamente como ferramenta adicional ao curso de ensino presencial ministrado na Faculdade de Engenharia.

A próxima etapa do projeto é realizar a primeira aplicação do curso através de uma metodologia de ensino e aprendizagem totalmente a distância, no ambiente WebCT, possibilitando que qualquer interessado no curso faça-o de onde estiver. Outra intenção desta fase do projeto é estender o curso para alunos de outras instituições e para profissionais da área, tais como engenheiros, técnicos, etc., desde que se encaixem nos pré-requisitos do curso.

Atualmente o curso está disponível na plataforma de educação a distância da UNESP, o Virtunesp, em [www.unesp.br/virtunesp](http://www.unesp.br/virtunesp), na sessão de “cursos oferecidos atualmente”.

#### **4. CONCLUSÃO**

A partir da primeira aplicação do curso, parcialmente a distância, aos alunos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, pode-se concluir que a aplicação dos recursos de EAD no ensino de instalações elétricas industriais pode ser muito viável, visto que o aproveitamento geral dos alunos foi melhor do que utilizando o sistema tradicional de ensino, com aulas apenas presenciais.

É interessante salientar que a implementação de EAD pode ser, também, utilizada como ferramenta adicional no ensino presencial de cursos de graduação, pós-graduação e especializações, visto que isto pode melhorar o sucesso dos aprendizes. O curso de instalações elétricas está concluído para ser ministrado totalmente a distância, e isto é uma ferramenta poderosa na modalidade de Educação Continuada, para profissionais que já passaram pelas universidades e que agora buscam atualização e, ou reciclagem.

Portanto, avalia-se que em um futuro próximo, a utilização de EAD se tornará uma ferramenta muito eficaz no ensino de engenharia. Com a evolução das estratégias de EAD, a qualificação de profissionais na área pode intensificar-se, colaborando para o importante avanço da engenharia no mundo.

#### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem o apoio da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da UNESP, do Laboratório de Planejamento de Sistema de Energia Elétrica (LaPSEE) da UNESP - Campus de Ilha Solteira e do Núcleo de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática (NAECIM) de Ilha Solteira.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT. **NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** 1997.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas.** São Paulo: Prentice Hall, 2003

CREDER, H. **Instalações elétricas.** Rio de Janeiro: LTC, 2002

MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais.** Rio de Janeiro: LTC, 2001.

NISKIER, J. **Instalações elétricas.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985.

## **UTILIZATION OF DISTANCE EDUCATION TECHNOLOGY FOR TEACHING INDUSTRIAL ELECTRICITY**

**Abstract:** Distance education (DE) is a teaching form which main characteristic is the physic separation between instructor and student. At this, it's necessary the establishment of a communication between both, which occurs by postal mail, electronic mail, radio, television, etc. This education form originated in the eighteenth century with the first courses by mail in USA and in Europe. With the emergence of the Internet, the DE had a great impulse. Nowadays, we can find many undergraduation and graduation courses using DE resources. This paper presents the application of this distance teaching methodology to create a course about industrial electricity destined for undergraduate students and engineers. The content of the course describes the concepts about general elements to installation project, electric materials, protection and coordination devices, electric energy measure, power factor correction and electric connection to the hearth. The creation and application of the course content are describe in this paper. The course is installed in a e-learning system used by UNESP, the WebCT.

**Key-words:** Industrial electricity, Distance education, Webdesign