



## **NOTA TÉCNICA EXPLICATIVA**

*Autores:*

*Adriana Dussel dos Santos; Adriano Breunig; Ana Cristina Kubo Almada; Danilo Ferreira de Souza; Diogo Vogel Lisboa; Fabiano João Leôncio de Pádua; Geraldo Sidnei Afonso; Lauro Leocádio da Rosa; Matheus da Silveira; Ruan Carlos Ramos da Silva; Walkyria Krysthie Arruda Gonçalves Martins; Walter Aguiar Martins Júnior.*

### **Sumário**

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
2 INTRODUÇÃO	6
3 ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS	7
4 A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA	8
5 A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO	10
6 METODOLOGIA	11
6.1 Escolha do Curso Superior em Engenharia Elétrica	11
6.2 Escolha do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica	12
7 ANÁLISE DO EMENTÁRIO	13
7.1 Matemática	13
7.2 Física	15
7.3 Química	19
7.4 Desenho Técnico	21
7.5 Computação	21
7.6 Circuitos Elétricos	27
7.7 Máquinas Elétricas	32
7.8 Instalações Elétricas	34
7.9 Eletrônica	37
7.10 Comunicação	39



---

7.11 Geração, Transmissão, Distribuição e Qualidade de Energia Elétrica	40
7.12 Manutenção de Sistemas Elétricos	45
7.13 Conteúdos Multidisciplinares	46
7.14 Atividades de Integração Teoria/Prática	48
8 RESOLUÇÃO 74 DO CFT E DEMANDA DE 800 KVA	52
8.1 Projetos	52
8.2 Laudos e Perícias	53
8.3 Erro Histórico dos 800kVA	56
10 A DEFESA DA SOCIEDADE	60
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	68
ANEXO A	75



## **1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Diante do conflito de atribuições concernentes ao exercício profissional dos engenheiros eletricitas e dos técnicos em eletrotécnica, tendo por pano de fundo a legislação pertinente ao tema, e

Considerando que toda pessoa tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal de acordo com o Artigo III da Declaração Universal dos Direitos Humanos;

Considerando o teor do art. 5º da Constituição da República, situado em seu Título II, denominado “Dos Direitos e Garantias Fundamentais”, mais precisamente no seu Capítulo I, intitulado “Dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos”, o qual traz expresso em seu *caput* e no inciso XIII: “Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: “XIII - é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer;” (grifamos).

Considerando os termos do art. 31, §1º, da Lei nº 13.639, de 26 de março de 2018, assim redigido: “§ 1º Somente serão consideradas privativas de profissional especializado as áreas de atuação nas quais a ausência de formação específica exponha a risco ou a dano material o meio ambiente ou a segurança e a saúde do usuário do serviço”.

Considerando os termos do art. 31, §2º, da Lei nº 13.639, de 26 de março de 2018, assim redigido: “§ 2º Na hipótese de as normas do Conselho Federal dos Técnicos Industriais ou do Conselho Federal dos Técnicos Agrícolas sobre área de atuação estarem em conflito com normas de outro conselho profissional, a controvérsia será resolvida por meio de resolução conjunta de ambos os conselhos”.

Considerando o teor da Resolução Nº 074/19, de 05 de julho de 2019, de autoria do Conselho Federal dos Técnicos Industriais – CFT, cuja redação se contrapõe ao teor da Lei nº 13.639/2018, ampliando sobremaneira o alcance da atuação do técnico em eletrotécnica, atingindo atribuições de complexidade superior à sua formação técnica;



Considerando que o Decreto nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1.985, regulamenta a Lei nº 5.524, de 5 de novembro de 1.968, a qual dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau;

Considerando que o Decreto 90.922/85, em seu art. 4º, *caput*, e inciso V, assim dispõe: “Art 4º As atribuições dos técnicos industriais de 2º grau, em suas diversas modalidades, para efeito do exercício profissional e de sua fiscalização, respeitados os limites de sua formação, consistem em: ... V - responsabilizar-se pela elaboração e execução de projetos compatíveis com a respectiva formação profissional;” (grifamos);

Considerando que o Decreto nº 90.922/85, em seu art. 5º, assim dispõe: “Art 5º Além das atribuições mencionadas neste Decreto, fica assegurado aos técnicos industriais de 2º grau, o exercício de outras atribuições, desde que compatíveis com a sua formação curricular.”; (grifamos)

Considerando que as atribuições dos técnicos em eletrotécnica foram inovadas e extrapoladas pela Resolução Nº 074/19 do CFT em relação ao disposto na Lei Nº 5.524/68, que dispõe sobre o exercício da profissão de técnico Industrial de nível médio;

Considerando a RESOLUÇÃO Nº 218, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA, que discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia;

Considerando as diferenças fundamentais entre os projetos políticos pedagógicos dos cursos técnicos de nível médio em eletrotécnica e dos cursos de graduação em bacharelado de engenharia elétrica;

A presente Nota Técnica tem por objetivo expor a visão dos autores em relação às diferenças estruturais e conceituais existentes na formação profissional dos Técnicos Industriais em Eletrotécnica e dos Engenheiros Eletricistas, evidenciando as condições de contorno que abrangem as atribuições técnicas de cada uma das profissões, a fim de assegurar o exercício legal de ambas em respeito ao princípio constitucional da razoabilidade e, enfim, garantir, em última instância, a proteção dos interesses da sociedade.



Os riscos às pessoas, aos animais e aos patrimônios públicos e privados, inerentes aos serviços elétricos e às instalações elétricas, desde a concepção em projeto, até a operação e manutenção dos infindáveis tipos de sistemas elétricos possíveis, motivaram a elaboração desta Nota Técnica, fundamentada na diversidade e profundo acúmulo técnico, pedagógico e científico de seus autores. Por fim, seu objetivo é, em última instância, trazer luz aos limites impostos às atribuições profissionais das duas categorias, não pretendendo esgotar o debate, pressupondo que o acúmulo teórico de outras ciências, tais como a pedagogia, por exemplo, venha a reforçar a tese exarada nesta Nota Técnica.



## 2 INTRODUÇÃO

As formações de técnico de nível médio em eletrotécnica e de bacharelado em engenharia elétrica são formações tradicionais e já consolidadas tanto nacionalmente, quanto internacionalmente. Com a publicação da Resolução Nº 074/19 pelo CFT, o CONFEA e as diversas seções do CREA, emitiram manifestação na qual afirmam ser a referida resolução uma invasão de atribuições aos profissionais com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, o que se evidencia em razão da complexidade e amplitude dos procedimentos permitidos aos profissionais com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, sem possuir a formação em nível de profundidade requerida para tais atribuições. Para elucidar esta questão, uma análise detalhada das matrizes curriculares dos dois cursos é realizada nos tópicos seguintes, dando ênfase às disciplinas de cunho técnico, contendo a seguinte estrutura:

- *Considerações iniciais com a referência legal;*
- *Introdução caracterizando a análise;*
- *Concepção da formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica;*
- *Concepção da formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica;*
- *Análise comparativa da matriz pedagógica das formações técnica e superior;*
- *A atividade de perícia e o erro histórico dos 800 kVA;*
- *Considerações finais;*
- *Referências;*
- *Anexo.*



### **3 ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS**

As atribuições técnicas profissionais de uma determinada categoria profissional, devem ser determinadas a partir de uma matriz curricular integralizada em uma instituição de ensino.

Cada atribuição deve ser resultado de conhecimentos adquiridos na forma de habilidades e competências organizados por meio de atividades, geralmente sistematizadas em disciplinas, contendo minimamente: uma ementa; exposta de forma detalhada em um conteúdo programático detalhado; carga horária teórica (em sala de aula ou em estudo dirigido); e de laboratório (prática ou simulação computacional); referências bibliográficas básicas e complementares; objetivos específicos; metodologias de ensino; e formas de avaliação.

Desta forma, para se identificar quais são as atribuições profissionais de cada formação, analisa-se o conteúdo programático nas ementas de cada disciplina, juntamente com a carga horária para integralização do referido curso.



## **4 A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA**

Os cursos de graduação em engenharia são tidos como de formação profissional, técnica e científica aprofundada, sem renunciar ao caráter interdisciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar. Os Engenheiros e Engenheiras são profissionais com robusta formação científica, preparados academicamente para buscarem a aplicação da melhor técnica e de melhor viabilidade econômica, tendo o estado da arte do momento como elemento central para a melhoria contínua de processos.

Para (SZAJNBERG; ZAKON, 2001) um cientista tem a função de realizar pesquisas básicas para construir conhecimento. O engenheiro tem a responsabilidade de aplicar a técnica com custos e seguranças mensurados. Por exemplo, no campo da física pura e aplicada, o cientista deve produzir conhecimento verificado e sistematizado do mundo físico e o engenheiro torna útil esse conhecimento aplicando as soluções de problemas práticos da contemporaneidade: projetando, construindo instalações, máquinas e equipamentos; estabelecendo processos e coordenando atividades de transformações da natureza em elementos úteis aplicáveis à humanidade.

Os cursos de nível superior de engenharia possuem conteúdo programático dividido em, **no mínimo, 3.600 horas**, sendo frequente cursos com 4.320 horas, integralizadas entre 4, 5 e 6 anos, atendendo ao disposto na Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de junho de 2007. Os conteúdos visam a formação de profissionais que reflitam sobre a realidade material, desafios e contradições que poderão encontrar ao longo da profissão no mundo do trabalho.

Para (ZAKON; NASCIMENTO; SZANJBERG, 2003):

*“A formação em engenharia visa capacitar profissionais para observar, pensar, criar, refletir, criticar, projetar, comandar, liderar e fazer executar.”*

Atendendo a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, os cursos de engenharia devem ser organizados em conteúdos básicos, profissionais e específicos,





comumente divididos em: ciclos básicos (2 anos iniciais) e ciclos profissional/específico (3 últimos anos). Desde os anos 80, os cursos de bacharelado, se tornaram cada vez mais técnicos e científicos do que operacionais, uma vez que os cursos técnicos possuem, *in-natura*, as atribuições de execução, dadas pelas suas características de constituição. Desta forma, engenheiros e engenheiras não possuem apenas formação técnica, mas também formação científica multidisciplinar.

Um engenheiro está pronto para continuar a carreira no campo da pesquisa, contribuindo com a construção de novos conhecimentos. Hoje, segundo a plataforma sucupira (CAPES), existem no Brasil 445 programas de pós-graduação *stricto-sensu* em engenharia divididos em quatro “4” grupos de engenharias. Legalmente, nos programas de pós-graduação em níveis tanto *latu-sensu*, como *stricto-sensu*, não se aceitam ingressos que possuam apenas o curso técnico de nível médio, por entender que a estrutura curricular de formação científica destes profissionais não apresenta robustez suficiente para avanços no campo da pesquisa e na solução de problemas singulares.



## **5 A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO**

Os cursos técnicos de nível médio subsequentes e concomitantes ao Ensino Médio, de acordo com o Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos e Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021, possuem carga horária total entre 800 e 1.200 horas, divididas entre núcleo comum e núcleo profissional.

O núcleo comum, se organiza com disciplinas constituídas a partir da filosofia de revisão dos elementos já aprendidos no Ensino Médio, que serão aplicados no curso técnico. No caso da Eletrotécnica, observa-se em grande parte dos projetos pedagógicos as disciplinas: Matemática Aplicada, Física Básica, Química Geral e Inglês Instrumental. Já no núcleo específico, os conteúdos programáticos são voltados à aplicação.

Segundo (ZAKON; NASCIMENTO; SZANJBERG, 2003), os cursos universitários de engenharia possuem significativas mudanças em relação aos cursos técnicos de nível médio. As principais mudanças se concentram em que os cursos universitários de bacharelado em engenharia possuem formação com ampla base teórica e científica. Já nos cursos de nível médio, a base teórica é constituída de conteúdos mínimos que permitem a operacionalização das profissões.

É objetivo desta nota técnica apresentar um estudo comparativo entre as atribuições possíveis da formação em nível técnico em eletrotécnica e da formação de bacharelado em engenharia elétrica, dentre os cursos existentes no estado de Mato Grosso. Para tanto, a fim de viabilizar a comparação, foi necessário escolher projetos políticos pedagógicos, contendo a matriz curricular de cursos técnicos em eletrotécnica e de cursos de graduação em engenharia elétrica. Para tal, apresenta-se a metodologia utilizada.



## **6 METODOLOGIA**

Apresenta-se, nesta seção, a metodologia para a escolha do curso superior em Engenharia Elétrica e dos cursos técnicos de nível médio em eletrotécnica para análise do conteúdo programático.

### **6.1 Escolha do Curso Superior em Engenharia Elétrica**

Para a escolha das matrizes curriculares dos cursos de graduação em engenharia elétrica a serem analisados, utilizou-se primeiramente o Ranking Universitário Folha (RUF), para listar os cursos a serem avaliados. O RUF é uma avaliação anual do ensino superior do Brasil feita pelo jornal Folha de São Paulo desde 2012.

Utilizando o RUF, foram localizados oito “8” cursos de engenharia elétrica ofertados no estado de Mato Grosso.

O RUF avalia as 195 universidades brasileiras com base em 5 indicadores: Pesquisa científica; Qualidade do ensino; Internacionalização; Mercado de trabalho; Inovação. Os dados que compõem os indicadores de avaliação do RUF são coletados por uma equipe da Folha em bases de patentes brasileiras (Inpi), em bases de periódicos científicos (Web of Science e SciELO), em bases do MEC, em agências de fomento à ciência federais e estaduais e em pesquisas nacionais de opinião feitas pelo Datafolha (RUF, 2019).

Em uma segunda etapa foi observado o Conceito Preliminar do Curso (CPC) que é composto pelas seguintes variáveis de formação: o Exame Nacional de Ensino Médio (ENADE), o Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD), a infraestrutura e instalações, os recursos didático-pedagógicos e corpo docente. Sendo, portanto, o CPC, o efetivo conceito final do curso para o sistema de avaliação do Ministério da Educação (MEC) por meio do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) conforme (INEP, 2020).

Utilizando o CPC, foram localizados 6 (seis) cursos de bacharel em engenharia elétrica ofertados no estado de Mato Grosso.



Para viabilizar o trabalho, escolheu-se um curso para a análise proposta, pois, o trabalho com todos os cursos identificados, se tornaria demasiadamente amplo e demorado. Assim, optou-se pela escolha do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso, por apresentar o melhor desempenho em ambas as metodologias de avaliação.

## **6.2 Escolha do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica**

Considerando que no sistema brasileiro de educação profissional técnica e tecnológica não existe um sistema de avaliação dos cursos técnicos equivalente ao sistema SINAES para avaliação dos cursos superiores, utilizou-se, para a escolha das matrizes curriculares dos cursos de técnicos de nível médio em eletrotécnica, o texto de EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL: ORIGEM E TRAJETÓRIA; que apontou a Escola de Aprendizes Artífices de Mato Grosso (EAAMT) fundada em 23 de setembro de 1909, sendo a primeira escola profissional do estado do Mato Grosso.

Por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, publicada no DOU de 30 de dezembro de 2008, foi criado o atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), a partir de consecutivas mudanças desde a sua fundação como Escola de Aprendizes Artífices de Mato Grosso (EAAMT). O IFMT oferece o curso técnico de nível médio em eletrotécnica, desde 1965, sendo, portanto, a primeira instituição do estado de Mato Grosso a oferecer esta formação.

O estado de Mato Grosso, possui em seu território diversas instituições que oferecem curso técnico de nível médio em eletrotécnica, como o SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Mato Grosso, entretanto, afim de viabilizar o trabalho, fez-se necessário a escolha de um curso técnico de nível médio em eletrotécnica para a análise proposta. Desta forma, escolheu-se o curso de eletrotécnica do IFMT.

Após a escolha dos cursos supracitados, realizou-se a análise comparativa dos conteúdos presentes nas unidades curriculares por meio das ementas e carga horária, para finalmente analisar as atribuições técnicas de trabalho que cada formação pode oferecer, considerando suas devidas limitações.



## 7 ANÁLISE DO EMENTÁRIO

### 7.1 Matemática

O ANEXO A apresenta um comparativo entre as ementas das disciplinas que compõem o grupo da **Matemática** para as duas modalidades de curso, Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Observa-se que o curso técnico apresenta apenas uma disciplina, com carga horária total de **67 horas**, que basicamente revisa os tópicos de matemática já apresentados no ensino médio.

O curso superior de bacharel em engenharia elétrica apresenta, dentro deste grupo, um conjunto de 6 disciplinas obrigatórias com uma carga horária total de **512 horas**, sendo **7,64 vezes maior** que o curso técnico, instrumentalizando seus alunos de um robusto conjunto de ferramentas de análises e modelagens matemáticas e, ainda, consolidando a capacidade de compreensão de sistemas físicos, assim como de modelagem de novos sistemas e desenvolvimento nas áreas de inovação tecnológica e pesquisas científicas.

A formação de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta tópicos, distribuídos dentre as disciplinas do grupo de **Matemática**, que fornecem habilitação a resolver os mais variados problemas do mundo real, tais como, a título de exemplificação não exaustiva:

- a) **Cálculo I:** limites, derivadas e integrais. Diversos métodos matemáticos que possibilitam a descrição e definição das funções de um ponto, linha ou área, no espaço e descrevem o comportamento de situações do mundo físico, como a velocidade e a aceleração de uma massa determinada, por exemplo.
- b) **Cálculo Vetorial e Geometria Analítica:** vetores nos planos  $R^2$  e  $R^3$ , dependência e independência linear, produtos escalar, vetorial e misto etc. O conteúdo dessa disciplina permite a compreensão matemática do espaço e suas relações. Subsidiarão, por exemplo, a análise de campos, escalar (mapa de temperatura) e vetorial (campo elétrico, intensidade de força).



- c) **Cálculo II:** Integrais definidas, técnicas de integração, Séries de Taylor e McLaurin etc. Tópicos que permitem, através da definição de uma função, descreverem a área e o volume de objetos irregulares, a interpretação de fenômenos elétricos através da análise trigonométrica etc. Conteúdo essencial à compreensão da disciplina de **Eletricidade e Magnetismo**.
- d) **Cálculo III:** Funções de várias variáveis, derivadas parciais, derivadas direcionais, gradiente, divergente, rotacional etc. São ferramentas matemáticas **ESSENCIAIS** para a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos e para a descrição e compreensão das Equações de Maxwell (Leis fundamentais da ciência do eletromagnetismo). É impossível compreender os fundamentos do eletromagnetismo sem compreender essa ferramenta matemática.
- e) **Probabilidade e Estatística:** a natureza da estatística, distribuição de frequência e representação gráfica, medidas de tendência central e de variabilidade, esperança matemática e probabilidade, correlação e regressão etc. A disciplina de probabilidade e estatística fornece os instrumentos adequados à análise econométrica, à validação científica dos experimentos, à análise de amostras, entre outros.
- f) **Cálculo IV.** Integrais de linha, equações diferenciais, séries de Fourier, transformada de Laplace. Ferramentas matemáticas fundamentais para a análise avançada de circuitos elétricos. São as ferramentas utilizadas para descrição matemática dos fenômenos e circuitos elétricos no domínio do tempo e da frequência, muito utilizados para análise dos sistemas no regime transitório e para análise de qualidade dos sinais elétricos.

Diante do exposto, fica clara a importância das disciplinas que compõe o grupo de **Matemática** para a compreensão das disciplinas dos grupos de **Física (7.2)** e **Circuitos Elétricos (7.6)**, e estes, posteriormente, de posse das ferramentas matemáticas e físicas adequadas, para a compreensão dos grupos subsequentes. O curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta a seus alunos (e futuros profissionais engenheiros) a capacidade de descrever e compreender, em notações



matemáticas os sistemas físicos e as tecnologias que deles advém, podendo desenvolver novas tecnologias.

Resta a conclusão de que o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, não possui o conjunto de ferramentas matemáticas adequadas para uma compreensão ampla e consolidada dos fenômenos físicos e de suas aplicações tecnológicas, haja vista que possui apenas o conhecimento proporcionado pelas disciplinas de nível fundamental e médio, fornecendo aos profissionais as ferramentas para desenvolverem as habilidades de compreensão do sistema elétrico operando em regime permanente (condições normais e ideais).

## 7.2 Física

A Física é a ciência que busca descrever, compreender e prever os fenômenos da natureza. Nesse sentido, considerando que a formação na área da eletricidade deve lidar com inúmeros e diversos desses fenômenos naturais – e não apenas os de características elétricas – o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e o Bacharelado em Engenharia Elétrica devem ter como base tal área da ciência. Assim, o estudo da Física é fundamental para a compreensão e manuseio dos fenômenos que envolvam tanto a teoria do Eletromagnetismo (Magnetismo, Eletricidade e Física de Semicondutores), como também de outras áreas, como a Mecânica (Cinemática, Dinâmica, Estática, Hidrostática, Hidrodinâmica, Aerostática e Aerodinâmica), a Termologia (Termodinâmica e Calorimetria), a Ondulatória, a Acústica e a Óptica. Isso porque o trato com a energia elétrica não é estanque, haja vista que a mesma é utilizada para viabilizar a utilização da energia nas suas mais diversas modalidades, tais como: mecânica, sonora, luminosa, térmica, dentre outras.

Isto posto, infere-se que o grau de responsabilidade do profissional envolvido nos processos de geração, transmissão, distribuição e consumo da energia elétrica, deve estar intimamente atrelado à profundidade com que se estudam e aplicam os conhecimentos que, neste contexto, se referem a área da Física. Ademais, ressalta-se ainda que, para que tal aprofundamento seja alcançado, é necessário também um vasto e denso traquejo com ferramentas matemáticas de cálculo vetorial, diferencial e





integral, cuja discussão encontra-se no item 7.1 (Matemática). Afirma-se portanto, que, toda essa sólida formação de base é crucial para a exploração do conhecimento específico com muito mais profundidade e segurança. Isto é o que expõe a grande diferença na formação e, conseqüentemente, nas atribuições e responsabilidades dos profissionais da área da eletricidade.

Nesse contexto, procede-se, neste item, à análise da formação em Física do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica, por meio da análise do ementário das disciplinas relacionadas.

Da tabela comparativa apresentada no ANEXO A, no tocante ao grupo de disciplinas de Física, observa-se que, no Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica analisado, existe uma única disciplina de 34 horas, intitulada Eletromagnetismo, cuja ementa versa apenas sobre os campos magnéticos e de uma forma muito superficial. Esta afirmativa se justifica devido à própria carga horária reduzida e, ainda, devido ao fato da formação não apresentar bases matemáticas (cálculo vetorial, integral e diferencial) suficientes para tratar os fenômenos eletromagnéticos com o devido rigor. Necessário se faz esclarecer que as Equações de Maxwell e as Leis de Gauss, Ampère e Faraday, fundamentais para a compreensão da teoria eletromagnética, só podem ser ampla e satisfatoriamente compreendidas e aplicadas na solução de problemas se devidamente enunciadas e tratadas por meio das ferramentas de cálculo supracitadas, que sequer são mencionadas no grupo de disciplinas de matemática visto na seção 7.1. Dentre tais problemas pode-se citar o processo de ignição de um arco elétrico, o chaveamento de capacitores em uma instalação, a partida de um motor de indução, a energização de um transformador etc.

Outro ponto que se destaca é a ausência de conteúdo sobre os campos elétricos e suas peculiaridades, em especial na área da Eletrostática, uma vez que é sabido o alto risco desse tipo de eletricidade em ambientes com atmosfera inflamável. Ademais, verifica-se um vácuo na formação multidisciplinar, já que o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não tem contato com as outras áreas da Física que, conforme argumentado anteriormente, são tão importantes quanto os fenômenos eletromagnéticos para a concepção, implementação, operação e constantes melhorias das instalações.





Em contraste, o conteúdo de Física no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica é abordado em 448 horas através de 6 disciplinas, quais sejam: Física I (96h), Física II (96h), Eletricidade e Magnetismo (96h), Física IV (96h), Eletromagnetismo (64h) e Física III (96h). Da análise do ementário dessas disciplinas (ANEXO A), verifica-se que o vasto conteúdo necessário é abordado e com todo o rigor, haja vista a garantia da base matemática, conforme discutido no item 7.1.

Um exemplo nítido da diferença de tratamento de um mesmo assunto nas esferas do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica encontra-se na abordagem do campo magnético. A equação 1 (MUNDO EDUCAÇÃO, 2021) mostra a Lei de Ampère como estudada no Curso Técnico em Eletrotécnica e a Equação 2 apresenta a mesma Lei de Ampère como é abordada na Engenharia Elétrica (UFRGS, 2021).

$$B = \frac{\mu i}{2\pi R} \quad \text{Equação 1}$$

De acordo com BONJORNO, 2016, sendo:

$B$  a densidade do campo magnético;

$\mu$  a permeabilidade magnética;

$i$  a intensidade da corrente elétrica;

$R$  a distância do condutor.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left( i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right) \quad \text{Equação 2}$$

De acordo com HALLIDAY, 1996, sendo:

$\oint$  a integral de linha do campo magnético ao longo de um caminho fechado;

$\vec{B}$  o vetor densidade de campo magnético;

$d\vec{l}$  o elemento infinitesimal do caminho fechado;

$\mu_0$  a constante de permeabilidade no vácuo;

$i$  a intensidade da corrente elétrica;



$\epsilon_0$  a constante de permissividade do campo elétrico no vácuo;

$\frac{d\Phi_E}{dt}$  a taxa de variação do fluxo elétrico no tempo.

A equação 1 expressa o campo magnético, tratado de forma escalar, como sendo proveniente apenas de uma corrente elétrica e, nesse caso específico, de um fio condutor retilíneo. Já na equação 2, tal campo magnético é tratado vetorialmente, como deve ser; visto que o mesmo possui, além do módulo, a direção e o sentido, e todas essas informações são relevantes neste estudo. Observa-se também que a equação 2 demonstra que o campo magnético é proveniente de corrente elétrica em qualquer tipo de condutor, mas também da variação de um campo elétrico, ou seja, uma abordagem bem mais completa e geral que só é possível através do tratamento diferencial e integral, presentes apenas nos cursos de cálculos ministrados em nível superior.

Portanto, de um modo geral, comparando-se o ensino de Física voltado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica com as disciplinas do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, conclui-se que:

- I. O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica possui 4,6 vezes mais carga horária em Física que o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica;
- II. No Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica faltam conteúdos cruciais para o entendimento de uma instalação elétrica;
- III. O aprofundamento das leis que regem o Eletromagnetismo só é possível com ferramentas matemáticas adequadas;
- IV. No ensino médio o estudante ainda não tem os recursos de ferramentas matemáticas como integração, derivação e outros;
- V. A formação profissional no Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica prepara os profissionais para atuar em áreas operacionais ligadas ao eletromagnetismo sem muito poder de analisar ou questionar alguma situação fora das condições normais de operação;
- VI. A formação profissional no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica prepara os profissionais para compreender densamente os fenômenos



naturais ligados ao eletromagnetismo e associá-los a outros relacionados com as demais áreas da Física. Dessa forma, estes profissionais possuem ferramentas científicas que podem gerar representações e modelos matemáticos dos fenômenos naturais ligados ao eletromagnetismo.

Indubitavelmente, a formação profissional do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica qualifica o egresso a projetar, executar, operar e propor melhorias das instalações envolvidas, bem como analisar de uma maneira crítica qualquer parâmetro ou protocolo oriundos de tabelas, programas computacionais, dentre outros. Dessa forma, não só recursos poderão ser racionalizados, como a segurança nas instalações pode ser maximizada.

### **7.3 Química**

O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta duas disciplinas na área de Química na sua grade curricular, que são: Química e Princípio da Ciência dos Materiais e Dispositivos Elétricos, totalizando uma carga horária de 160 horas.

Ambas têm como objetivo introduzir os conceitos fundamentais que regem as propriedades dos materiais, entender como a composição química e a estrutura molecular dos materiais interferem nessas propriedades, conhecer os materiais utilizados nas aplicações elétricas e identificar aqueles materiais mais adequados para cada aplicação. Buscar a utilização ou o desenvolvimento de novos materiais mais sustentáveis que podem ser usados como alternativa em algumas aplicações elétricas quais sejam: Geração, Transmissão, Distribuição, Instalações Elétricas em Baixa Tensão, Instalações Elétricas em Alta Tensão, Eficiência de Sistemas Energéticos, Conservação de Energia; Fontes Alternativas e Renováveis de Energia, Engenharia de Iluminação, Equipamentos Preventivos contra Descargas Atmosféricas, Utilização de Energia Elétrica e Sistemas Elétricos em Geral.

A disciplina Química tem em sua ementa o seguinte conteúdo programático: Noções básicas: Estequiometria. Estado sólido e gasoso. Equilíbrio físico e químico. Termoquímica. Eletroquímica e cinética química. Estrutura atômica. Ligação química



e Lei periódica dos elementos. Química orgânica e biológica. Química ambiental. Corrosão. Reações químicas.

A disciplina de Materiais Elétricos tem em sua ementa o seguinte conteúdo programático: Introdução aos materiais elétricos. Modelos atômicos: Conceito de bandas de energia. Propriedades dos materiais usados em engenharia: propriedades elétricas, magnéticas, físicas, mecânicas, térmicas, químicas, ópticas. Fator custo. Materiais condutores: características. Materiais ferromagnéticos. Materiais isolantes. Mecanismos de condução e ruptura em dielétricos. Capacitores, isoladores e isolação de condutores. Materiais semicondutores. Aplicações dos materiais utilizados em engenharia elétrica.

Com isso, o conteúdo disponibilizado possibilita:

- I. Identificar o(s) tipo(s) de materiais adequado(s) para atender a necessidade de uma determinada aplicação em Sistemas Elétricos em Geral;
- II. Identificar de qual material é fabricado um determinado componente e descrever a sua função dentro do sistema;
- III. Identificar quais solicitações de tensão elétrica, mecânica, calor, deformação, condições do ambiente, às quais o componente estará submetido em serviço;
- IV. Avaliar quais características o material precisa ter para ser usado nesse componente elétrico.

Na estrutura curricular do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não consta o estudo da área da química e materiais elétricos e, conseqüentemente, o mesmo aprende a utilizar os componentes elétricos apenas na finalidade para as quais eles foram projetados, ou seja, apenas aplicação. Por sua vez, a formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta os conteúdos necessários para selecionar os materiais, projetar e compreender o desempenho de cada componente em diferentes situações de uso.



## 7.4 Desenho Técnico

O conteúdo de Desenho Técnico está disponibilizado na estrutura ementaria do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica em uma disciplina de 67 horas. No Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, o conteúdo de forma semelhante está dividido em duas disciplinas, sendo: Geometria Descritiva com 64 horas e, posteriormente, Expressão Gráfica, também com 64 horas.

Ao analisar a ementa da disciplina de Desenho Técnico do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, observa-se que foi construída com foco na utilização de instrumentos de desenho, como o escalímetro, régua T etc. A ementa apresenta foco na leitura de projetos arquitetônicos. A disciplina de Desenho Técnico do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica é aplicada principalmente nos conteúdos de projetos residenciais.

Já as disciplinas de Geometria Descritiva e Expressão Gráfica, formam o arcabouço de conteúdo para a construção do conhecimento de representação de objetos e edificações no plano e no espaço, cuja aplicação primeira se dá nas disciplinas de Eletricidade e Magnetismo, bem como no Eletromagnetismo. Nessas disciplinas é necessária a visualização de campos eletromagnéticos no espaço, e o uso de operadores matemáticos que operam não apenas no plano (2D), mas também no espaço (3D). Os conteúdos das referidas disciplinas também são utilizados nas disciplinas de projetos (Eletrotécnica Predial, Eletrotécnica Industrial, Aterramento de Sistemas Elétricos, Distribuição de Energia Elétrica e Transmissão de Energia Elétrica), onde a representação gráfica é fundamental não apenas para visualização, mas para uma correta confecção de lista de materiais, execução, e modelagem matemática.

## 7.5 Computação

Apesar de entendimentos diversos, a maioria dos autores defende que, enquanto unidade curricular, a ciência da computação deve buscar construir uma base científica para uma diversidade de tópicos, tais como a construção e a programação



de computadores, o processamento de informações, a solução algorítmica de problemas e o estudo dos algoritmos propriamente ditos. Ou seja, deve-se estabelecer os fundamentos para as aplicações computacionais existentes, bem como as bases para o avanço das tecnologias e futuras aplicações.

É também consenso entre autores que não é possível aprender computação por meio de tópicos isolados, ou com o simples uso de ferramentas/tecnologias computacionais existentes. Recomenda-se a apresentação de um conjunto de tópicos suficientes para que o estudante entenda o escopo e a dinâmica desta importante área do conhecimento.

Evidente que em grande parte das profissões, o perfil profissional, por suas especificidades, pode não prever necessariamente o conhecimento da ciência da computação, sendo suficiente o SIMPLES aprendizado da utilização de ferramentas e tecnologias computacionais, ou seja, sem apresentação da cientificidade obrigatória em outras áreas.

Tal diferenciação fica explícita na comparação do perfil propostos por meio das diretrizes emanadas pelo CNE/MEC para os cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica versus Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica. Senão, vejamos a comparação em relação a computação:

**Tabela 01: Comparação do Perfil Profissional - Computação**

<u>Bacharelado em Engenharia Elétrica</u>	<b>Perfil profissional de Conclusão</b>	<u>Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica</u>	<b>Perfil profissional de Conclusão</b>
	Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:  I. <b>ter visão holística e humanista</b> , ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;  II. <b>estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar</b>		<b>O Técnico em Eletrotécnica será habilitado para:</b>  I. [...] <b>I. Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.</b>



	<p><b>novas tecnologias</b>, com atuação inovadora e empreendedora;</p> <p>III. ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, <b>formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;</b></p> <p>IV. adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;</p> <p>V. considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;</p> <p>VI. atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.</p> <p>Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:</p> <p><b>II. analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:</b></p> <p>a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.</p>		<p><b>Para atuação como Técnico em Eletrotécnica, são fundamentais:</b></p> <p>I. Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de planejamento e implementação de sistemas elétricos de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.</p> <p>II. Conhecimentos e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos.</p>
--	--	--	---





	<p><b>b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;</b></p> <p>c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.</p> <p>d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;</p> <p>IV. implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:</p> <p><b>a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.</b></p> <p><b>b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;</b></p> <p>c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;</p> <p>d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;</p> <p>e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;</p> <p>V. comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:</p> <p>Art. 5º O desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para</p>		
--	--	--	--





	<p>o egresso do curso de graduação em Engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação:</p> <p><b>I. atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos (bens e serviços) e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os;</b></p> <p>II. atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; e</p> <p><b>III. atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.</b></p> <p>Art. 9º Todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os <b>conteúdos básicos, profissionais e específicos</b>, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.</p> <p>§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os</p>		
--	---	--	--



	seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; <b>Algoritmos e Programação</b> ; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; <b>Informática</b> ; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; e Química.		
<b>Fonte:</b> Resolução CNE/CES nº 2 de 24/04/2019.		<b>Fonte:</b> 4ª Edição do CNCT- 2020.	

A análise comparativa dos perfis profissionais apresentados deixa sem margem de dúvidas evidenciado que não há possibilidade de aprendizado de mesmos conhecimentos, e, portanto, não há que se falar em mesmas atribuições. Fica destacado este entendimento haja vista que no Perfil Profissional de Conclusão do Curso Técnico de Nível Médio está proposto que o profissional seja **habilitado** para **“Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade”** enquanto as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o Bacharelado em Engenharia, determinam que este profissional deverá ter “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, **capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias**” e ainda reforça quanto a área da tecnologia, incluída a computação, que o(a) engenheiro(a) deverá ter competências e habilidades gerais para:

- II. estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias**, com atuação inovadora e empreendedora;
  - a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.**
  - b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;**



Portanto, a formação profissional do Curso Técnico de Nível Médio possibilita **reconhecer** e **utilizar** as tecnologias, entre estas certamente a computação, enquanto o Curso de **Bacharelado em Engenharia** deve ser capaz de conceber, projetar e analisar novas tecnologias, desenvolver novas tecnologias, entre estas as computacionais certamente.

Diante do exposto, entende-se que para definição das atribuições profissionais os conselhos devem considerar os perfis legalmente definidos.

Contextualizadas as diferenças, passamos a seguir a análise dos ementários constantes no ANEXO A, pode-se observar que os ementários de ambos os cursos atendem o que as respectivas diretrizes apontam.

Por fim, conclui-se da comparação dos ementários e principalmente da análise das respectivas diretrizes, que é possível afirmar, sem sombra de dúvidas, que não há equivalência de habilidades, competências ou de atribuições profissionais entre as duas possibilidades de formação aqui comparados.

## **7.6 Circuitos Elétricos**

As disciplinas do grupo de Circuitos Elétricos oferecem o embasamento necessário para o profissional estabelecer a representação (simplificada ou completa) de qualquer sistema elétrico real sob os mais diversos regimes de operação e, com isso, prever o comportamento dos fenômenos, qualificá-los e quantificá-los, a fim de projetar, executar, operar e manter o referido sistema com confiabilidade e segurança. Para tanto, tais representações devem ser feitas através dos mais variados modelos matemáticos possíveis que contemplem as peculiaridades do sistema, a saber: modelagem no domínio do tempo e no domínio da frequência, análise fasorial/complexa, comportamento em regime permanente e em regime transitório, acoplamentos magnéticos, operação sob condições senoidais e não senoidais, dentre outras.

Sabe-se que, quanto mais completo um modelo, mais precisos e confiáveis são os resultados dos estudos envolvendo tais padrões e, conseqüentemente, mais complexa se torna a sua análise, haja vista que todas as variáveis devem ser levadas



em consideração. Ocorre que, tanto para se conceber modelos mais completos, quanto para se efetuar análises mais rigorosas, são necessários recursos matemáticos e fundamentação teórica sobre os fenômenos físicos de altíssimo padrão e isso só pode ser alcançado através de uma base sólida (Matemática e Física) que deve ser construída em disciplinas anteriores às do Grupo de Circuitos Elétricos. Assim, na falta da formação básica adequada, é comum se recorrer a simplificações dos modelos, de modo a facilitar as análises e, por conseguinte, incorrer em resultados pouco confiáveis. Um exemplo disso é quando, na própria formação básica superficial de Física realizada em cursos de nível médio, são desconsiderados o atrito e outras forças adjacentes no estudo do movimento dos corpos.

Nos cursos de bacharelado, são levados em consideração os modelos completos para a solução dos mais variados problemas, sem o desprezo de grandezas que efetivamente influenciam na precisão dos resultados esperados. Deve-se ressaltar, todavia, que, a título de compressão de um fenômeno físico em um primeiro momento, simplificações são bem-vindas para explicações gerais. Contudo, para se atuar profissionalmente em qualquer área de conhecimento, principalmente em nível de projeto, simplificações podem ocasionar sérios acidentes. Devido a isso, é essencial que o profissional que atua com projetos no setor elétrico conheça com profundidade o modelo para definir em quais situações as simplificações são aceitas, sem quaisquer prejuízos.

Diante do exposto, faz-se necessária a análise da formação do profissional do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica e do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, no que tange ao conteúdo de Circuitos Elétricos, o que é feito nesta seção através do ementário das disciplinas relacionadas (ANEXO A).

Nesse sentido, ao se efetuar a análise proposta, verifica-se uma abordagem reduzida e simplificada em torno da modelagem de circuitos elétricos por parte do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, haja vista a carga horária (234h) e o conteúdo abordado. A não abordagem do regime transitório e da modelagem sob situação de sinais não senoidais, conhecidos como distorções harmônicas, deixa o profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica à margem de temas de alta relevância, os quais são motivos de grandes preocupações



e contendas no setor elétrico. Devido à grande mudança do perfil das cargas nos últimos anos, tais análises transitórias e não-senoidais não podem ser desconsideradas, como ocorre no ementário do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica. Vale ressaltar que, a falta desses conteúdos no Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não é fruto de desatenção dos formuladores do curso, mas sim a representação da limitação das competências que são conferidas a esse nível de formação, o que é oriundo dos escassos recursos matemáticos e físicos já abordados neste documento nas seções 7.1 e 7.2, respectivamente.

Para exemplificar o tema supracitado, observa-se na literatura em Singh e Wang (2010), que com a popularização dos equipamentos que utilizam eletrônica ou mesmo fontes chaveadas, o nível de distorções harmônicas na rede elétrica está se acentuando não apenas nas redes que atendem consumidores industriais, mas também, em redes de distribuição secundárias que alimentam consumidores residenciais. No Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, não é apresentada, ao longo das disciplinas de Circuitos Elétricos, a existência das distorções harmônicas, tampouco faz-se a quantificação das mesmas já que, para tanto, careceria de ferramentas matemáticas adequadas, como Transformadas de Fourier, que não são tratadas nas disciplinas de matemática desse curso. Conseqüentemente, o profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não teria como lidar com, ou projetar, os arranjos necessários e fundamentais para mitigar os prejuízos causados por tais distorções harmônicas nas instalações elétricas.

Tais prejuízos para os equipamentos e instalações, devido a ocorrência de distorções harmônicas na rede, são conhecidos e manifestam-se como: sobreaquecimento de equipamentos, aumento de perdas elétricas, redução de vida útil de equipamentos, problemas com relação a atuação de proteções das redes e, até mesmo, a falha de dispositivos eletrônicos. Nesse cenário, um simples procedimento de instalação de bancos de capacitores requer os devidos cuidados com relação ao seu projeto e execução, haja vista a necessidade de implementar filtros harmônicos em sintonia com os bancos.

A instalação de bancos de capacitores é absolutamente comum na indústria, para a correção do fator de potência, garantindo menores perdas no sistema de



distribuição e, ainda, evita, se projetado adequadamente, penalidades tarifárias por excedente de reativo, no caso de consumidores contemplados por tarifas que exigem regulação do fator de potência. Do ponto de vista da operação das distribuidoras, o controle do fator de potência garante o transporte de quantidade maior de potência elétrica ativa, oferecendo resultados financeiros maiores.

Há uma grande preocupação na utilização de banco de capacitores em redes com distorções harmônicas, principalmente pelo efeito de ressonância, que pode levar, em casos mais graves, a consideráveis sobretensões e sobrecorrentes que afetam o capacitor e o sistema elétrico conforme Duarte (2000). A frequência de ressonância ( $f_r$ ) de um sistema é dada pela seguinte equação:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:  $L$  é a indutância equivalente do sistema e  $C$  a capacitância do banco de capacitores.

A sensibilidade frente a distorções harmônicas se deve ao fato de que a reatância do capacitor é reduzida com o aumento da frequência. Sendo assim, o capacitor se torna um caminho de baixa impedância por onde as correntes harmônicas passam a circular. Dessa forma, um maior aquecimento e esforço é requerido em seu dielétrico.

Esse fenômeno é tão recorrente que segundo levantamentos estatísticos apresentados por Dehua (2012), cerca de 40% dos acidentes causados por distorções harmônicas envolvem bancos de capacitores. Neste caso, a ação correta a ser tomada é a utilização de uma correção através de um filtro, que pode contribuir também com a redução das distorções na rede, se bem projetado.

Portanto, comparando o conteúdo programático de Circuitos Elétricos voltado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, com as disciplinas de mesma área do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, conclui-se:

- I. As 234 horas de Circuitos Elétricos do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica possuem modelagem matemática compatível apenas com os



conteúdos de Circuitos Elétricos I e parte de Circuitos Elétricos II do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica (384h de conteúdo total envolvendo Circuitos Elétricos). O que justifica a diferença de horas se comparados esses dois conjuntos é justamente a apresentação de alguns conceitos básicos que no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica estão dispostos em disciplinas anteriores e no Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica estão distribuídas nas disciplinas que integram esse rol.

- II. Disciplinas como Análise de Sinais e Sistemas e Circuitos Elétricos III, apresentam conteúdo que não é visto nas disciplinas do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, uma vez que tratam do regime transitório em corrente contínua e alternada, além de apresentar as ferramentas necessárias para a quantificação das distorções harmônicas que podem ocorrer tanto na forma de onda da corrente como da tensão.
- III. Outras ferramentas para modelagem de circuitos elétricos como: quadripolos e componentes simétricas são contemplados apenas no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- IV. A falta de alguns conceitos e uma modelagem mais completa pode levar o projetista a tomar decisões tecnicamente ineficientes e que podem colocar em risco a vida das pessoas, conforme apresentado. Isto ocorre, principalmente, pelo fato do sistema elétrico ser muito dinâmico e estar passando por uma grande modificação em seus padrões de carga devido ao advento dos equipamentos rotulados como *inverter*.

Diante do exposto, pode-se afirmar que, no caso do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, o objetivo é que o profissional atue na execução de sistemas elétricos, sob supervisão e, portanto, precisam compreender tais instalações. Já para PROJETAR sistema complexos ou aqueles em que a Unidade Consumidora (UC) possui carga instalada acima de 75 kW, são necessários conhecimentos profundos de circuitos elétricos, profundidade esta não disponibilizada na grade curricular do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, conforme carga horária e conteúdo presentes no ANEXO A.





CIRCUITOS ELÉTRICOS (EM CONJUNTO COM O ELETROMAGNETISMO) SÃO OS PILARES DOS SISTEMAS ELÉTRICOS E É IMPERATIVO QUE O PROFISSIONAL TENHA O **DOMÍNIO** DAS DISCIPLINAS QUE COMPÕE O GRUPO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM TODAS AS SUAS NUANCES, PARA DESENVOLVER SISTEMAS ELÉTRICOS EM SUAS TOTALIDADES (DESDE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS ATÉ SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA EM EXTRA-ALTA TENSÃO).

### 7.7 Máquinas Elétricas

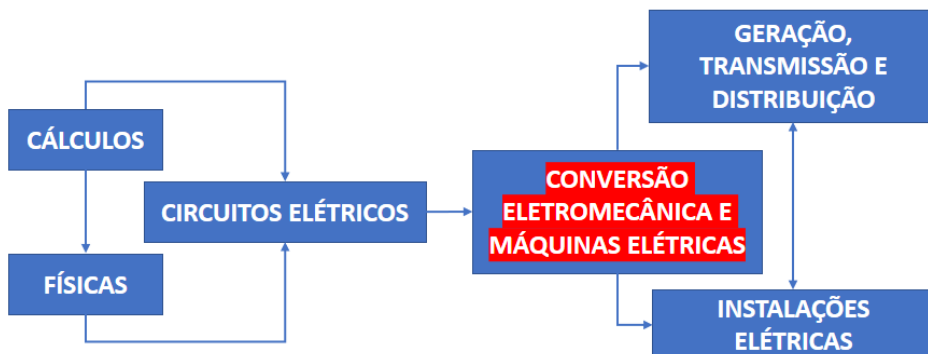
Ao analisar a estrutura ementaria do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, observa-se que ela se destina a compreensão dos princípios de funcionamento em condições de normalidade e da operação básica e supervisionada de máquinas elétricas girantes/transformadores. A partir das ementas apresentadas nos projetos pedagógicos do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, observa-se que as ferramentas matemáticas e o aprofundamento das discussões dos fenômenos físicos, são suficientes apenas para compreender o funcionamento de máquinas elétricas e transformadores em condições de operação normal em regime permanente.

As ementas presentes nos projetos pedagógicos do Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica são abrangentes, e estão solidamente embasadas em operadores matemáticos vistos em cursos de cálculo avançado, como: integrais; limites; derivadas e equações diferenciais.

As disciplinas com os conteúdos de física, que se iniciam em física clássica, passando por termodinâmica, física moderna, com elevada carga horária em eletricidade e magnetismo, eletromagnetismo. Estes conteúdos são apresentados paralelamente as disciplinas de cálculos que fornecem o arcabouço matemático necessário a compreensão dos fenômenos físicos complexos conforme representa Figura 1.



**Figura 1: Interligação Pedagógica de Pré-requisitos para a Disciplina de Máquinas Elétricas**



Fonte: Dos autores.

Os conteúdos de Matemática (7.1) e Física (7.2) dão base para as disciplinas de Circuitos Elétricos (7.6), que operam como um dos pilares centrais para a formação específica do(a) engenheiro(a) eletricista. A disciplina de máquinas, portanto, é concebida a partir deste tripé de conteúdo.

É necessário conhecer os princípios de funcionamento das máquinas elétricas, para construir um projeto robusto de instalação elétrica para o acionamento de máquinas elétricas, bem como, conhecer os transformadores elétricos, que são equipamentos que atuarão como fontes de energia para instalações elétricas em baixa tensão.

Nos conteúdos presentes nas disciplinas do grupo de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica (GTD) ou de Sistemas Elétricos de Potência (SEP) é estritamente necessário conhecer a modelagem das máquinas elétricas em regime transitório, pois, a modelagem em regime permanente demonstra-se insuficiente para projetar sistemas elétricos estáveis, fornecendo qualidade e segurança aos usuários.

Os capítulos iniciais das principais referências clássicas de máquinas elétricas para utilização em nível superior como exemplo: (UMANS, S. D, 2014) (KOSOW, I, 1986) (DEL TORO, Vincent 1994) (CHAPMAN, S. J., 2013), sempre iniciam a partir das equações de Maxwell do eletromagnetismo, que só podem ser solidamente compreendidas, utilizando ferramentas e operadores matemáticos que estão presentes nos cursos de cálculo dos Bacharelados em Engenharia Elétrica, e **NÃO** estão presentes em Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica.



De acordo com a formação profissional do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, são disponibilizadas ferramentas para operar na área de máquinas elétricas e transformadores sempre sob a supervisão de um profissional com formação em engenharia elétrica, em atividades pré-determinadas para execução de obras e serviços.

### **7.8 Instalações Elétricas**

O projeto é o coração da engenharia, segundo Holtzaple e Reece (2006). Para eles, a engenharia em uma “ciência aplicada” é o profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica que aplica ciência, matemática e economia para atender às necessidades da humanidade.

Esta aplicação da ciência se dá através da análise que é um dos principais componentes do projeto de engenharia, segundo Cocian (2017), onde o procedimento geral de análise consiste em sete passos: descrição do problema, desenho dos diagramas, estabelecimento das suposições, **elaboração das equações, cálculos**, verificação das soluções e discussão dos resultados. Por isso a necessidade dos 5 primeiros semestres da engenharia contemplarem **1120 horas** de conteúdos de física avançada, química e matemática avançada (cálculos e álgebra).

É importante assinalar que a responsabilidade do engenheiro tem aumentado consideravelmente com o passar do tempo devido ao progresso tecnológico proporcionado pela própria engenharia. As obras de engenharia em geral têm se tornado maiores, mais valiosas e, também, em muitos casos, mais audaciosas e de maior risco (TELLES, 2015).

Telles (2015) adverte que os sistemas elétricos são interligados em grande extensão e, assim uma falha que ocorra reflete-se sobre um grande território, um país inteiro, e, às vezes, até mais.

Para Moaveni (2018) o cálculo integral desempenha uma função vital na formulação e solução de problemas de engenharia. Por isso, o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da UFMT destina 512 horas ao ensino do cálculo. Os programas de tecnologia de engenharia normalmente requerem conhecimento de



matemática até nível de cálculo integral e diferencial e mais concentração na aplicação de tecnologias e processos (MOAVENI, 2018).

Quando se comparam as cargas horárias dos Cursos Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica, tem-se a percepção que o referido Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica está preparado para projetar, já que sua carga horária é maior, conforme ANEXO A. Porém, quer na análise preliminar de um projeto (folha em branco), quer no uso de programas de tecnologia, a solução de um problema de engenharia obrigatoriamente dependerá da carga horária das ciências da natureza (física, química e cálculo avançado), que o profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não possui.

A norma de baixa tensão (NBR 5410) para projetos prediais e industriais utiliza da ferramenta matemática - cálculo diferencial e integral - para determinar o tempo mínimo necessário para seccionamento do dispositivo de proteção, conforme equação 4:

$$\int_0^t I^2 . dt \leq k^2 S^2 \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

$\int_0^t I^2 . dt$  a integral de Joule (energia) que o dispositivo de proteção (fusível ou disjuntor) deixa passar, em ampères quadrados X segundo;

$k^2 S^2$  a integral de Joule (energia) capaz de elevar a temperatura do condutor desde a temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura de curto-circuito, supondo-se aquecimento adiabático. O valor de k é escolhido conforme o material da isolação do condutor elétrico e S é a seção do condutor, em milímetros quadrados.

Desta forma, no dimensionamento em baixa tensão, para instalações com elevado nível de curto-circuito (com transformação acima de 75 kVA), o nível de curto-



circuito torna-se preponderante para o projeto das instalações elétricas. Uma vez que o curso técnico de nível médio não possui as ferramentas para o devido tratamento matemático do fenômeno curto-circuito, torna-se **IMPOSSÍVEL** a devida aplicação da ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

No caso do dimensionamento das Proteções Contra Descargas Atmosféricas, fica ainda simples evidenciar a insuficiência dos conteúdos presentes no item – “Instalações Elétricas” do ANEXO A para a formação técnica de nível médio em eletrotécnica. Ao analisar os 4 cadernos da ABNT. NBR 5419 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, pode-se citar os seguintes elementos essenciais a aplicação da norma que não são vistos no curso técnico de nível médio em eletrotécnica:

- i. Expressão das ondas de descargas atmosféricas, utilizando taxa de variações, expressas pela ferramenta matemática derivada, como as formas de onda de corrente, exemplificada em  $\left(\frac{di}{dt} = \frac{200 \text{ kA}}{\mu\text{S}}\right)$ ;
- ii. Parâmetros da descarga expressas em curvas logarítmicas, como por exemplo  $(\sigma_{\log} = \log(X_{16\%}) - \log(X_{50\%}))$ ;
- iii. Expressão do campo da probabilidade e da estatística das descargas atmosféricas expressas em notações como, por exemplo (Dispersão  $\sigma_{\log}$ );
- iv. Expressão da energia térmica gerada por um pulso completo da descarga atmosférica, sendo representada pelo produto da resistência ôhmica do caminho da descarga, multiplicada pela energia específica do pulso no tempo. Como se emprega o tempo total da descarga, se faz necessária a utilização da ferramenta matemática integral, exemplificada em  $(W = R \cdot \int i^2(t) \cdot dt)$ ;
- v. Conhecimento de conceitos básicos de termodinâmica;
- vi. Interpretação de fenômenos transitórios;
- vii. Determinação das tensões de toque admissíveis;
- viii. Determinação das tensões de passo admissíveis;
- ix. Conhecimento de conceitos básicos do campo da probabilidade e da estatística;
- x. Domínio do conceito de blindagem magnética;



- xi. Conhecimentos avançados em materiais elétricos e materiais isolantes;
- xii. Conhecimento de conceitos básicos do campo da metrologia.

Demonstrando assim que, para projetos de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – PDA, a formação disponibilizada nos Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica é definitivamente insuficiente para que o profissional tenha tal atribuição perante o seu Conselho de Classe. De maneira que os referidos projetos, realizados por tais profissionais, podem colocar em risco os equipamentos, instalações e pessoas/animais presentes nas edificações.

## 7.9 Eletrônica

A grande área da eletrônica é relativamente jovem. Fuentes (2009) relata que a área da eletrônica estuda a forma de condicionar a energia elétrica, por meio de componentes eletroeletrônicos.

A eletrônica tem como um dos marcos iniciais a descoberta dos raios catódicos por Hittorf em 1869, porém o seu grande desenvolvimento será dado após a segunda guerra mundial com o advento do diodo e transistor (ABREU, 2017).

Atualmente, nos mais variados Projetos Pedagógicos dos Cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica há uma carga horária superior a 500 horas destinada ao estudo da eletrônica e suas áreas afins.

O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica é concebido de forma generalista, no desenvolvimento e integração de sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Em sua atividade, otimiza, projeta, instala, mantém e opera sistemas, instalações, equipamentos e dispositivos eletroeletrônicos. E atualmente nenhum destes sistemas atua sem a aplicação da eletrônica e suas variações: eletrônica de potência; eletrônica digital; amplificadores; microprocessadores e etc.

O estudo da eletrônica no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica e demais áreas afins tem como objetivo capacitar a descrever as características, o



funcionamento e o modelamento dos dispositivos semicondutores, para desenvolver projetos de circuitos eletroeletrônicos utilizando os dispositivos semicondutores.

Ao analisar a estrutura ementaria do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, que destina aproximadamente 180 horas a área da Eletrônica, observa-se que as ementas ficam restritas a projetos de circuitos eletrônicos envolvendo diodos e transistores, tais como: fontes de tensão; reguladores de tensão com transistores e circuitos integrados; parametrização do inversor de frequência; desenvolvimento prático de acionamento. Em relação ao estudo de chaves SCR; DIAC; TRIAC; MOSFET e IGBT não são mencionados. Outros conteúdos programáticos que não são abordados são os conversores CA-CA; CA-CC; CC-CC e CC-CA. Conversores estes fundamentais nas áreas de: Geração; Instalações Elétricas em Baixa Tensão, Instalações Elétricas em Alta Tensão, Eficiência de Sistemas Energéticos, Conservação de Energia aplicados a Fontes Alternativas e Renováveis de Energia. Atualmente qualquer projeto de implantação de sistema fotovoltaicos, seja em baixa ou média tensão, faz uso de tais conversores.

Silva, 2007 descreve que a utilização da energia elétrica com níveis condizentes de qualidade requer, frequentemente, um fornecimento de tensão e corrente o mais constante possível e que estas grandezas devem ser mantidas em torno de valores desejados para operação, independente da condição imposta pelo carregamento do sistema elétrico. Silva, 2007 continua relatando que, a análise do desempenho dinâmico de regime transitório do sistema elétrico é regida a partir das equações diferenciais e que existem diversas relações lineares e não lineares no âmbito da determinação das tensões. Neste contexto, a eletrônica de potência atua como uma ciência que tem como objetivo realizar o controle e condicionamento de potência elétrica através de interruptores estáticos (SCR; DIAC; TRIAC; MOSFET e IGBT).

Ainda neste contexto podemos verificar o estudo de filtros no ementário do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica que tem como finalidade de mitigar as distorções normalmente observadas nas tensões de um sistema de corrente alternada (harmônicos).



Em relação ao estudo de microprocessadores, o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica atua na programação em linguagem C e no mais baixo nível, *Assembly*, possibilitando a execução de projetos com microcontroladores e, portanto, possibilitando atuação no projeto de novos dispositivos voltados a automação Residencial/Predial. Este conteúdo **NÃO** é abordado nas ementas do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica.

Logo, observa-se que as 500 horas demonstram que o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica capacita para projetar, instalar os dispositivos eletroeletrônicos. Verifica-se que o ementário do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica se destina a compreensão das condições de operação básica e de configuração práticas de acionamentos, o que limita a capacidade de projeto, uma vez que para a concepção de projeto de um sistema que lance mão desses conversores se faz necessário o conhecimento do funcionamento de tais equipamentos para que seja tomada a decisão mais viável tecnicamente e economicamente. Também se espera que o projetista possua domínio da tecnologia envolvida, sobretudo em condições de anomalia do sistema, para resguardar os operadores do sistema em situações de falhas.

## **7.10 Comunicação**

O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica geralmente apresenta duas disciplinas na área de Comunicação na sua grade curricular, que podem ser chamadas de Princípio de Comunicações e Sistemas de Comunicação.

Ambas têm como objetivo introduzir os conceitos fundamentais na área comunicação (ou telecomunicações), de modo que o graduado possa ser capaz de entender o funcionamento de um sistema de comunicação entre um ponto e outro. Diversas tecnologias na área de eletroeletrônica (automação, sistema de potência, eletrônica, etc.) dependem de sistemas de comunicação.

Dentro da grande área da Eletricidade, os sistemas de comunicação estão presentes em todas as subáreas, como por exemplo: geração; transmissão; distribuição; instalações elétricas em baixa, média e alta tensão; eficiência de





sistemas energéticos; conservação de energia; fontes alternativas e renováveis de energia; automação industrial; utilização de energia elétrica e sistemas elétricos em geral.

A disciplina Princípios de Comunicações tem em sua ementa o seguinte conteúdo programático: Sinais elétricos; Canal de Comunicação; Decibel; Radiofrequência e Radiopropagação; Sistema de comunicação; Capacidade de informação; Análise de sinais; Linha de transmissão; Antenas; Modulação; Multiplexação.

A disciplina de Sistemas de Comunicação tem em sua ementa o seguinte conteúdo programático: Sistemas de Transmissão. Rádio Digital. Sistemas de Comunicação por Fibras Ópticas. Sistemas de Comunicação via Satélite. Sistemas de Comunicação sem Fio. Redes de Comunicação de Dados.

Com isso, o conteúdo disponibilizado possibilita:

- I. Identificar a tecnologia mais adequada para atender a necessidade de uma comunicação para sistemas elétricos em geral;
- II. Solucionar problemas de comunicação no setor elétrico;
- III. Definição de dispositivos de comunicação mais adequados embutidos nos equipamentos de sistemas elétricos em geral; e
- IV. Cálculo de viabilidade de implantação de sistemas de comunicação.

Na estrutura curricular do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica **NÃO CONSTA** estudos de comunicação (telecomunicações). Enquanto a formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta os conteúdos necessários para selecionar os materiais, projetar e compreender o desempenho de cada componente em diferentes situações de uso.

### **7.11 Geração, Transmissão, Distribuição e Qualidade de Energia Elétrica**

O ANEXO A apresenta um comparativo entre as ementas das disciplinas que compõem o grupo da **Geração, Transmissão e Distribuição (GTD)** para as duas





modalidades de curso, Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Observa-se que o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica apresenta quatro disciplinas, com carga horária total de 152 horas, desenvolvendo os conceitos introdutórios de:

- i. Qualidade e eficiência energética;
- ii. Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; e
- iii. Projetos de redes e instalações elétricas urbanas e rurais.

Diz-se introdutório a partir da análise de dois elementos fundamentais:

1. A carga horária insuficiente para o grupo de disciplinas e o conteúdo a ser abordado, dentro da perspectiva permissiva da Resolução nº 074/2019 do CFT; e
2. Se deve ao fato das disciplinas do ciclo básico, principalmente as dos grupos de matemática e física, não fornecerem subsídios suficientes para a análise integral, holística, complexa e completa que as disciplinas do grupo de GTD exigem, restringindo-se à compreensão de funcionamento dos sistemas retromencionados em operação no regime permanente, haja vista que o conteúdo dessas disciplinas é de nível de ensino básico e médio.

Conclui-se, portanto, que o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica forma seus profissionais com conhecimentos básicos em sistemas elétricos, e com uma visão suficientemente necessária para atuação diretamente no sistema elétrico de potência, entretanto, necessariamente sob supervisão de um profissional de nível superior responsável pelas intervenções.

O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica apresenta, dentro deste grupo, um conjunto de 13 disciplinas (9 obrigatórias e 4 optativas), com carga horária mínima de 544 horas, podendo alcançar 800 horas (no mínimo, é 3,58 vezes maior que a carga horária do curso técnico), instrumentalizando os profissionais de um conjunto de ferramentas específicas que se apropriam das análises matemáticas, físicas e de simulações computacionais, adquiridas nos grupos de disciplinas anteriores, a fim de compreender o funcionamento dos sistemas de geração, de



transmissão e de distribuição, em regimes permanente e transitório, em todos os níveis de tensão e de fluxo de potência.

Além da carga horária suficiente para apresentar o conteúdo programático necessário para o entendimento da complexidade dos sistemas elétricos, o profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica percorre também uma trilha extensa através dos grupos de matemática, física e química, adquirindo ferramentas necessárias às análises mais complexas, que envolvem a compreensão no regime transitório, a modelagem matemática, o dimensionamento de sistemas e a análise dos agentes internos e externos envolvidos, sua dinâmica e correlação.

O Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, habilita seus/suas profissionais a desenvolverem atividades nas áreas de estudos, projetos, execução, operação, manutenção, inspeção, perícia e inovação de tais sistemas interligados entre si, garantindo os níveis de qualidade aceitáveis do serviço/produto eletricidade, oferecendo segurança técnica e operacional dos sistemas e da infinidade possível de equipamentos e instalações elétricas conectadas a essa rede. Enfim, a essência da engenharia, de uma forma geral consiste no processo iterativo de projetar, prever o desempenho, construir e testar (BROCKMAN, Jay. B. 2013).

A Resolução nº 074/2019 do CFT e o Decreto nº 90.922/1985 possibilitam que profissionais com a formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica tenham atribuição de projetar, executar, operar, manter, inspecionar e periciar sistemas de energia elétrica até a potência de 800 kVA. Entretanto, fartamente provado através da análise de ementa, conteúdo programático e relação entre si, dos Cursos Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e Bacharelado em Engenharia Elétrica, percebe-se que há um abismo intransponível entre as atribuições que os dois grupos deveriam atender.

A título de exemplo, analisando um sistema elétrico em alta tensão – acima de 1.000 V<sub>CA</sub>, conforme a prescrição da NR 10 – com o nível de tensão até 36,2 kV, e capacidade instalada maior que 300 kVA, necessita de um estudo específico de proteção, conforme prescrições da norma ABNT NBR 14039, observa-se:



**“5.3.1.2 Capacidade instalada maior que 300 kVA**

*Em uma subestação com capacidade instalada maior que 300 kVA, a proteção geral na média tensão deve ser realizada exclusivamente por meio de um disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51, fase e neutro (onde é fornecido o neutro).”*

Neste contexto, necessita-se de compreensão do funcionamento do sistema elétrico em regime transitório, observando o comportamento eletrodinâmico do sistema elétrico em condições de curto-circuito, e a influência da corrente de curto-circuito nos equipamentos elétricos de proteção, na rede elétrica e nos demais equipamentos do sistema de potência. Essa compreensão permite a correta especificação e dimensionamento de todo o conjunto de equipamentos e a correta parametrização da proteção, assegurando ainda a confiabilidade e a flexibilidade da operação do sistema elétrico como um todo, a fim de garantir o maior número de cargas conectadas a rede, com o menor tempo possível de desligamento, assegurando a coordenação e a seletividade da proteção.

A ciência e filosofia da proteção de sistemas elétricos requer uma aplicação consolidada de ferramentas matemáticas complexas, domínio dos fenômenos físicos associados ao eletromagnetismo, conceitos de modelagem computacional e programação, compreensão integral do comportamento de máquinas elétricas (geradores e motores), transformadores, linhas de transmissão e distribuição, e seus diversos equipamentos. Esse conhecimento advém de um conjunto de disciplinas do ciclo básico, profissional e consolidando com as disciplinas específicas como Análises de Sistemas de Energia Elétrica I e II e Proteção de Sistemas Elétricos.

Observa-se também que o PRODIST Módulo 3 (e dado o conjunto de Resoluções Normativas da ANEEL) prescreve a necessidade de estudos elétricos de fluxo de potência, de curto-circuito, estabilidade eletrodinâmica e outros, para instalações elétricas com potência superior a 500 kVA, conforme segue:

*“5.2.9 Os estudos básicos, de responsabilidade do acessante, devem avaliar tanto no ponto de conexão como na sua área de influência no sistema elétrico acessado os seguintes aspectos:*



- a) *nível de curto-circuito;*
- b) *capacidade de disjuntores, barramentos, transformadores de instrumento e malhas de terra;*
- c) *adequação do sistema de proteção envolvido na integração das instalações do acessante e revisão dos ajustes associados, observando-se estudos de coordenação de proteção, quando aplicáveis;*
- d) *ajuste dos parâmetros dos sistemas de controle de tensão e de frequência e, para conexões em alta tensão, dos sinais estabilizadores.*

**5.2.10** *Os estudos operacionais necessários à conexão da instalação do acessante ao sistema de distribuição são de sua responsabilidade, devendo ser aprovados pela acessada.”.*

À semelhança do que já foi explanado anteriormente, para o correto desenvolvimento destes trabalhos necessita-se da aplicação de conhecimento prévio dos instrumentos complexos de modelagem matemática, dos fenômenos físicos envolvidos, do comportamento dos sistemas em regime transitório, do funcionamento integral do sistema elétrico, de simulações computacionais e a compreensão mais aprofundada de conceitos de eletromagnetismo, circuitos elétricos e máquinas elétricas.

Resta consolidada a tese de que dentro da formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica **INEXISTE** o conjunto de conhecimentos necessários para o desenvolvimento de estudos, planejamento, projeto, especificação, viabilidade técnico-econômica, perícia, arbitramento, laudo, parecer técnico, ensino, pesquisa, análise, experimentação, divulgação técnica, fiscalização de obra e serviço técnico, produção técnica especializada, entre outros, **IMPOSSIBILITANDO** a sua atuação em sistemas elétricos de média e alta tensão na amplitude das atribuições conferidas pela Resolução nº 074/2019 do CFT. Os profissionais com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, podem atuar na área de execução, operação e manutenção de tais sistemas sob a supervisão de profissional de nível superior.



## 7.12 Manutenção de Sistemas Elétricos

A bibliografia didática dos cursos de manutenção industrial e manutenção elétrica apresentam o histórico da manutenção e informam que, basicamente, a disciplina da manutenção surgiu dentro do contexto do desenvolvimento industrial provocado durante e após a Segunda Guerra Mundial, com o intuito de manter/preservar os sistemas industriais existentes por um período maior, haja vista a escassez de matérias-primas provocadas pelo pós-guerra e a dificuldade de câmbio entre os países.

Segundo a ABNT NBR 5462 (1994) a definição de manutenção é dada como a:

*“Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo a supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.*

O Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica apresenta uma disciplina de título **Manutenção Elétrica Industrial**, com carga horária de 34 horas, enquanto o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica não apresenta nenhuma disciplina neste grupo específico de conhecimento. A lógica por trás desse contexto se dá, dentre outros pontos, pelo fato dos sistemas elétricos a serem mantidos e preservados já estarem estabelecidos e operantes, sendo necessário, apenas o conhecimento de segurança em trabalho de instalações elétricas, conforme prescreve a NR 10.

O Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica oferece aos seus egressos, conhecimento suficiente apenas para operar e manter sistemas elétricos prediais, comerciais e industriais. Quando se trata de sistemas elétricos de média e alta tensão, os programas de manutenção devem ser realizados sempre sob coordenação e supervisão de profissionais de nível superior, haja vista a complexidade e o perigo dos fenômenos que podem ser provocados.



### **7.13 Conteúdos Multidisciplinares**

Ao analisar a estrutura ementaria do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica no que concerne aos conteúdos multidisciplinares, observa-se que o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica possui uma carga horária três vezes maior quando comparado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, o que de fato confere ao profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica uma compreensão holística do contexto que está inserido quando comparado ao profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica. Além da carga horária, percebe-se que mesmo nas disciplinas comuns aos cursos, o Bacharelado em Engenharia Elétrica tem um embasamento maior nas ementas quando comparado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica.

Percebe-se que no Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica há somente uma disciplina dedicada a produção de textos (*Língua Portuguesa Aplicada - 34h*), e em sua ementa são apresentados conceitos básicos para este fim, enquanto que no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica há duas disciplinas (*Comunicação e Expressão - 32h e Metodologia Científica e Tecnológica - 32h*) que além de competências comunicacionais aprofundam também na produção de textos e instiga o desenvolvimento da linguagem e escrita técnica e científica, elementos essenciais na elaboração de projetos, laudos e perícias.

Faz-se necessário destacar que as disciplinas de formação geral garantem ao profissional uma visão sistêmica dentro de determinada organização. Para isso, no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica são abordadas disciplinas como Sociologia Geral (32h), Ciência do Ambiente (32h), Economia (32h) e Administração (32h), tornando este(a) profissional apto(a) a analisar aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais do meio em que está inserindo, de forma a atender as demandas da sociedade com visão ética e humanista (FILGUEIRAS et al.). Ainda, podemos afirmar que através destas disciplinas de formação geral, principalmente no que tange a Administração e Economia, o profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica terá habilidade para elaborar, coordenar e





executar projetos de forma ampla. Por outro lado, o profissional com formação do Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica durante sua formação tem somente uma disciplina de formação geral (Gestão da Qualidade e Empreendedorismo - 34h) na qual é abordado de maneira introdutória e superficial os conteúdos vistos no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, não permitindo ter os conhecimentos mínimos para elaboração e coordenação de projetos.

Pode-se observar na estrutura ementaria que o Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica possui a disciplina de Segurança do Trabalho (34h), que aborda em sua ementa conteúdos sobre segurança durante a operação e manutenção de instalações elétricas, dentre outros conteúdos, mas não abrange os aspectos de segurança durante a etapa de projeto das instalações, enquanto no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica a disciplina de Introdução à Engenharia de Segurança (64h) possui em sua ementa abordagem voltada para projeto.

De acordo com o ementário, percebe-se que o Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica possui somente mais uma disciplina de conteúdos multidisciplinares que é o inglês instrumental (34h) e que corresponde a Língua Estrangeira, uma disciplina optativa do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Vale salientar que o Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica possui disciplinas para as quais não existe correspondência e/ou equivalência no Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, que são: Introdução a Engenharia Elétrica (32h), Mecânica dos Fluidos (64h), Mecânica dos Materiais (64h) e Libras (64h).

Segundo BROCKMAN (2013), os(as) engenheiros(as) geralmente irão atuar em grupos de pessoas com diferentes conhecimentos, já que a engenharia é em suma uma atividade multidisciplinar. Ainda, BROCKMAN (2013) afirma que os engenheiros não precisam conhecer profundamente todas as disciplinas, porém devem estar familiarizados com as interfaces entre elas e estar preparados a se adaptar. É neste contexto que se percebe a importância das disciplinas de Mecânica dos Fluidos e Mecânica dos Materiais na estrutura pedagógica do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Mecânica dos Fluidos permite a compreensão do comportamento dos fluídos, conteúdo essencial nos estudos de máquinas térmicas e hidráulicas, relacionadas a





geração de energia elétrica, bem como outros fenômenos. Mecânica dos Materiais apresenta os conceitos básicos de análise estrutural e resistência dos materiais, conhecimentos necessários para a escolha e o uso de materiais em diversos tipos de estruturas e suas formas geométricas, ainda permite analisar e determinar os esforços que as estruturas podem vir a sofrer.

Diante do exposto, é notório que o profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica durante sua formação adquire uma visão sistêmica para atuar com equipes multidisciplinares por meio do seu conhecimento generalista, o que lhe permite ter capacidade de reflexão, proposição e criatividade, requisitos indispensáveis à elaboração de projetos, gerenciamento e supervisão de obras elétricas e que tais competências e habilidades para estes fins, **não** são adquiridas pelo profissional com formação do Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica.

#### **7.14 Atividades de Integração Teoria/Prática**

As atividades de integração Teoria/Prática compreendem a participação dos estudantes em estágios, visitas técnicas, aulas práticas, programas de monitoria, iniciação científica/tecnológica e extensão e, ainda, o desenvolvimento de projetos, experimentos e protótipos através de trabalho de conclusão de curso.

O estágio curricular supervisionado é uma prática educativa planejada para integrar a experiência profissional ao curso, tornando-se fonte de esclarecimento ao estudante de formação técnica ou superior pois tem como premissa a conexão da teoria com a prática, com base na interdisciplinaridade sob orientação, acompanhamento e supervisão de um orientador. Essa vinculação com o mundo do trabalho é determinante para que o estudante entenda e construa a formação da sua profissão, da sua carreira e do cotidiano empreendido na área de atuação do curso que está sendo desenvolvido.

É de responsabilidade da instituição de ensino proporcionar estágio aos alunos da Educação Profissional, nos termos dos seus projetos pedagógicos, como preceitua o artigo 3º e parágrafo da Resolução CNE/CEB nº 1, de 21/01/2004, que dispõe sobre



a organização e a realização de Estágio de alunos da Educação Profissional, como segue:

*“Art. 3º As Instituições de Ensino, nos termos dos seus projetos pedagógicos, zelarão para que os estágios sejam realizados em locais que tenham efetivas condições de proporcionar aos alunos estagiários experiências profissionais, ou de desenvolvimento sociocultural ou científico, pela participação em situações reais de vida e de trabalho no seu meio.*

*§ 1º Serão de responsabilidade das Instituições de Ensino a orientação e o preparo de seus alunos para que os mesmos apresentem condições mínimas de competência pessoal, social e profissional, que lhes permitam a obtenção de resultados positivos desse ato educativo.”*

Ainda, a Lei 11.788, de 25 de setembro de 2003, que trata sobre o estágio de estudantes de curso superior, afirma:

*“Art. 1º Estágio é ato educativo escolar supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de educandos que estejam frequentando o ensino regular em instituições de educação superior, de educação profissional, de ensino médio, da educação especial e dos anos finais do ensino fundamental, na modalidade profissional da educação de jovens e adultos.*

*§ 1º O estágio faz parte do projeto pedagógico do curso, além de integrar o itinerário formativo do educando.*

*§ 2º O estágio visa ao aprendizado de competências próprias da atividade profissional e à contextualização curricular, objetivando o desenvolvimento do educando para a vida cidadã e para o trabalho.”*

Há que se ressaltar que, cabe ao professor orientador de estágio zelar pelo tipo de atividades desempenhadas pelos alunos e verificar se estão compatíveis com o nível de formação do mesmo.

O trabalho de conclusão de curso, compreendido como a atividade de síntese e integração de conhecimento no processo da formação profissional, é uma exigência curricular obrigatória para obtenção do diploma pleiteado. Este trabalho, via de regra



executado na fase final do curso, deve ser realizado conforme os padrões e exigências teórico-metodológicas e científicas desde a sua concepção e desenvolvimento até a sua apresentação e defesa, podendo ser de natureza teórica ou prática e, assim como o estágio, deve ser compatível com o nível de formação dos estudantes, seja Técnica de Nível Médio em Eletrotécnica ou Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Na grande maioria dos projetos pedagógicos dos Cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica encontram-se as atividades de monitoria, iniciação científica e tecnológica, pesquisa, extensão e, ainda, visitas técnicas, palestras, realização e participação de eventos, ajuntadas sob o título de Atividades Complementares. Estas atividades são também muito importantes aos estudante, pois o coloca em contato com a práxis pedagógico-científica ligada ao curso em desenvolvimento, bem como desenvolve habilidades como trabalho em grupo, liderança, visão ampliada do contexto profissional e científico.

Em análise ao projeto político pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica do IFMT (ANEXO A), observa-se que o estágio e o trabalho de conclusão de curso perfazem um total de 360 horas. Já no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da UFMT (também ANEXO A), o total é de 324 horas, sendo estas distribuídas em atividades complementares (100 horas), estágio supervisionado (mínimo de 160 horas, normalmente os estudantes cursam mais de 400 horas de estágio) e duas etapas de trabalho final de curso (64 horas).

Além disso, considerando as análises efetuadas no item 7 em torno do ANEXO A, observa-se que para o Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica a sua grade curricular é voltada para as atividades operacionais de instalação, manutenção, acompanhamento e execução e, assim sendo, as atividades de integração Teoria/Prática de vinculação do estudante ao mundo do trabalho proporcionam esse tipo de experiência ao mesmo. Por outro lado, no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, por ser de formação superior, o estudante desenvolve uma visão holística da sua área de formação e, portanto, as atividades que o inserem ao mundo do trabalho são voltadas à prática da modelagem, do gerenciamento de equipe, da produção de projetos de pequeno a grande porte e suas execuções, preparando-o para analisar e dar soluções de acordo com as realidades que lhe serão apresentadas.



Diante do exposto, pode-se concluir que, também no que se refere às atividades de integração Teoria/Prática haverá diferenças significativas no profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica e do profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica. Essa afirmativa não está embasada apenas na comparação das cargas horárias, já que são praticamente as mesmas, mas sim no tipo de experiência prática que toda a formação teórica irá proporcionar aos estudantes. Ou seja, bases teóricas sólidas e ricas de conceitos levarão o aluno a absorver os conhecimentos da prática com mais segurança, possibilitando até uma atuação mais eficaz na tomada de decisões no “mundo real”.



## **8 RESOLUÇÃO 74 DO CFT E DEMANDA DE 800 KVA**

Como exaustivamente argumentado ao longo deste documento, o exercício do profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica e do profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica deve ser pautado pela formação acadêmica desses profissionais. Nesse contexto, além das inúmeras situações já abordadas ao longo desta Nota Técnica, no tocante às limitações do profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, faz-se necessário destaques com relação à atuação desse profissional na elaboração de projetos elétricos, na emissão de laudos e na realização de perícias, bem como no tocante às prerrogativas, atribuições e competências tendo como limite as instalações até 800 KVA, o que é feito nesta seção.

### **8.1 Projetos**

Para a elaboração de projetos elétricos, é necessário que a formação acadêmica do profissional seja robusta e possua **carga horária expressiva**, abordando conhecimentos conforme destacado abaixo:

- a. O manuseio e o conhecimento das normas técnicas vigentes;
- b. Técnicas de elaboração e execução de projetos elétricos complexos decorrentes de elevadas potências e tensões de suprimento;
- c. Dimensionamento do sistema elétrico em regime permanente sob condições lineares e não lineares;
- d. Dimensionamento do sistema elétrico em condições transitórias;
- e. Especificação de equipamentos elétricos visando a suportabilidade em condições transitórias e sub-transitórias de curto-circuito, dentre outros.

Como já discutido anteriormente, os tópicos acima citados não estão contemplados na estrutura curricular pedagógica do Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica, ANEXO A. Isso fica evidente devido à compacta carga horária associada à ausência de ferramentas matemáticas robustas do ciclo básico (física e



matemática) que subsidiam tais análises mais complexas. Portanto, pode-se afirmar que o profissional com formação no curso técnico em tela **não** dispõe de ferramentas científicas que o habilitem a elaborar projetos elétricos de média, alta e extra-alta tensão. Em outras palavras, a formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica possibilita ao profissional projetar instalações elétricas de baixa complexidade, em baixa tensão, para unidades consumidoras com carga instalada abaixo de 75 kW, atendidas em tensão secundária (baixa tensão), o que vai de encontro ao Art. 5º da Resolução nº 74/2019 do CFT, onde se lê:

*“Os técnicos em Eletrotécnica para as prerrogativas, atribuições e competências disciplinadas nesta Resolução, tem como limite as instalações com demanda de energia de até 800 KVA, independentemente do nível de tensão que supre esse montante de carga.”*

## **8.2 Laudos e Perícias**

A emissão de laudos e a realização de perícias são atribuições que requerem uma capacitação nos mesmos moldes e rigores que a elaboração de projetos, haja vista apenas a diferença temporal da aplicação dos conhecimentos necessários para tais atividades.

Assim, considerando o disposto na Resolução nº 74/2019 do CFT em seus artigos 2º e 3º, quais sejam:

- Artigo 2º, inciso VII, lê-se:

*“Emitir laudos técnicos referentes a rede de distribuição e transmissão de energia elétrica interna ou externa, ou equipamentos de manobra ou proteção”.*

- Artigo 3º, inciso III, lê-se:

*“Os Técnicos Industriais com habilitação em eletrotécnica têm, ainda, as seguintes atribuições técnicas:*



*XIV – Emissão de laudos técnicos inclusive em perícias judiciais”.*

Pode-se dizer, portanto, que a atribuição profissional dada pela referida resolução é outra **EXTRAPOLAÇÃO** de habilitação técnica do profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica no tocante à emissão de laudos e realização de perícias, principalmente se levarmos em consideração as definições de laudos e perícias e as legislações correlatas.

Ao exame minucioso realizado por especialista em um determinado ramo ou assunto, confrontando a execução com o projeto e as normas vigentes, dá-se o nome de perícia. A perícia pressupõe expertise, ou seja, o conhecimento especializado do objeto de estudo (YEE., Z. C., 2011).

Já o laudo é o documento elaborado pelo perito, devidamente habilitado, com independência técnica, que analisa um objeto de avaliação, por meio do seu conhecimento especializado (VENDRAME., A. C., 2012).

Do ponto de vista de sistemas elétricos, laudos e perícias são análises técnicas sobre a elaboração e/ou execução de projetos elétricos, à luz das normas vigentes e, principalmente, dos conhecimentos adquiridos no processo de formação profissional do perito. Destarte, tendo em vista toda a análise comparativa efetuada na seção 7, pode-se afirmar que essas atividades são exclusivamente voltadas à engenharia. Tanto é verdade que diversas legislações corroboram tal afirmativa através de seus dispostos, a saber:

- I. Lei Federal Nº. 5.194, de 21/12/1966, que regula o exercício das profissões de Engenheiro e Engenheiro Agrônomo e dá outras providências;
- II. Resoluções do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, e particularmente: Resolução Nº. 205, de 30/09/1971, que adota o Código de Ética Profissional; Resolução Nº. 218, de 27/06/1973, que fixa as atribuições do Engenheiro e Agrônomo nas diversas modalidades; Resolução Nº. 345, de 27/07/1990, que dispõe quanto ao exercício por profissionais de nível superior das atividades de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia;





III. Lei 10.492/2017 do estado de Mato Grosso, no seu artigo 1º, parágrafo 3º e incisos I e V:

*“Art 1º Fica instituída no Estado de Mato Grosso a obrigatoriedade de autovistoria decenal, pelos condomínios ou proprietários de prédios residenciais e comerciais, pelo Governo do Estado e pelos Prefeitos nos prédios públicos, incluindo estruturas, subsolos, fachadas, esquadrias, empenas, marquises e telhados, e em suas instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, eletromecânicas, de gás e de prevenção a fogo e escape e obras de contenção de encostas, com menos de 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, a contar do "habite-se", por profissionais ou empresas habilitadas junto ao respectivo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA/MT.*

*§ 3º A vistoria definida no caput será efetuada por engenheiro ou arquiteto ou empresa, legalmente habilitados nos Conselhos Profissionais, CREA/MT, a expensas do condomínio ou do proprietário do prédio, e seu autor será o responsável pelo respectivo laudo:*

*I - o profissional emitirá o respectivo laudo técnico, acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART junto ao CREA/MT;*

*V - observado o disposto no art. 1.341 do Código Civil, o condomínio providenciará a manutenção predial preventiva proposta no laudo, desenvolvida sob a responsabilidade de um arquiteto ou engenheiro habilitado;” (grifo nosso)*

É de conhecimento geral que Sistemas Elétricos devem passar por avaliação e diagnóstico para verificação quanto às conformidades ou não, quanto à elaboração do projeto, quanto à execução, quanto à qualidade e adequabilidade dos materiais utilizados, dentre outros. Tal verificação se faz necessária por questões de segurança, interesses judiciais, ocorrência de acidentes ou incêndios, entre outras possibilidades.

Como já destacado no item 7, a formação dos técnicos em Eletrotécnica, não possui ferramentas matemáticas (7.1) tampouco conhecimentos físicos (7.2) suficientes e adequados para elaboração de projetos complexos, como, por exemplo, aqueles de unidades consumidoras com carga instalada acima de 75 kW, onde os níveis de curto-circuito são preponderantes para o dimensionamento dos dispositivos



de seccionamento automático. O mesmo se aplica para a realização de perícias e laudos onde, indispensavelmente, há a necessidade de avaliação se o objeto de análise foi projetado de acordo com as normas, se é exequível ou se há contrariedade com a modelagem concebida, o que, por consequência, demonstra mais uma extrapolação da capacidade técnica pretendida com a Resolução nº 074/2019 do CFT.

Assim, diante da análise acima, constata-se que o profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica:

- i. **NÃO** tem formação acadêmica para a elaboração de laudo e/ou perícia técnica;
- ii. É contemplado com resolução de seu conselho de classe, que extrapola sua capacidade técnica, dada a sua formação curricular básica;
- iii. Pode colocar **EM RISCO** pessoas e/ou equipamentos se realizar uma análise sem base científica suficiente.

Ressalta-se ainda que:

- i. A perícia requer conhecimento técnico especializado, sendo que o profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não dispõe de ferramentas matemáticas e aprofundamento em física para realizar perícia;
- ii. A emissão de laudo de instalações elétricas é competência do profissional com formação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

### **8.3 Erro Histórico dos 800kVA**

Um outro ponto que merece ser destacado é o Art. 5º da Resolução nº 74/2019 do CFT, onde se lê:

*“Os técnicos em Eletrotécnica para as prerrogativas, atribuições e competências disciplinadas nesta Resolução, tem como limite as instalações com demanda de energia de até 800 KVA, independentemente do nível de tensão que supre esse montante de carga.”*



Esse artigo baseia-se no Decreto 90.922/1985, que regulamenta a Lei 5.524/1968, na qual há erros técnicos históricos, de conhecimento geral, que não foram corrigidos, uma vez que energia e potência são termos técnicos de conceitos muito diferentes, a saber: a demanda se refere à média das potências elétricas ativas e reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo de quinze minutos e expressa em quilowatts (kW), já a energia é calculada em função do tempo de consumo da potência ofertada a essa instalação. Observa-se que, demanda é a potência que uma unidade consumidora necessita para atender os equipamentos elétricos em um intervalo de tempo definido.

A unidade kVA (quilovolt-ampere) é a medida de potência aparente, sendo esta o resultado da soma fasorial das potências ativas (kW) e reativas (VAr). Já a energia é um conceito que envolve o tempo de consumo. Para fins de faturamento, é medida em kWh e seus múltiplos.

Desta forma, o termo “demanda de energia”, utilizada na Resolução nº 74/2019 do CFT, é um **conceito que não existe**.

Percebe-se claramente que:

- i. Os erros se propagaram em cascata na legislação correlata e subsequente;
- ii. Os profissionais devidamente capacitados com uma base sólida de formação a respeito do tema devem detectar tais erros, questioná-los, e não meramente reproduzi-los em seus documentos regulatórios;
- iii. Não há formação acadêmica no Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica para responsabilizar-se por projetos cuja unidade consumidora possua carga instalada acima de 75kW, principalmente para um nível de potência ou “demanda de energia” dessa magnitude (800 kVA), uma vez que poucas unidades consumidoras possuem valor maior ou igual a este.

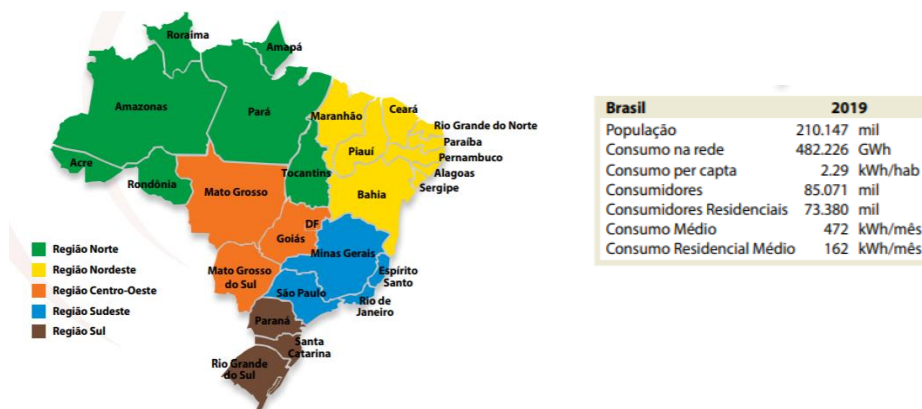
Evidencia-se que não há sentido regulatório em conceder a atribuição de elaboração de projetos tendo como limite um parâmetro tecnicamente equivocado, como é o caso da demanda, nos termos expostos no Decreto 90.922/1985. Sobretudo para uma categoria profissional que não possui em sua formação os requisitos

curriculares necessários para atuar nessa faixa de potência. Insta a revisão do Decreto 90.922/1985, visando a correção deste erro histórico, que desconsidera os currículos e as diretrizes pedagógicas e, sobretudo, que contraria os termos da lei que supostamente regulamente, ao passo que se contrapõe a normas e princípios constitucionais.

**Desta forma, tanto o Decreto 90.922/1985, como a Resolução nº 74/2019 do CFT, possuem erros GROTESCOS de conceito físico, e não apenas conflitos regulatórios.**

Para se ter uma ideia da ordem de grandeza dos valores envolvidos e ilustrar um dos excessos contidos na Resolução nº 74/2019 do CFT, considera-se que os 800 kVA em que se baseia o CFT, sejam relativos à demanda de potência e, portanto vamos considerar 800kW. Observando-se o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 (EPE, 2020), página 192, de autoria da Empresa de Pesquisa Energética, ligada ao Ministério de Minas e Energia, podemos observar na figura 2 que o consumo *per capita* ao mês médio brasileiro é de 472 kWh/mês. Sabendo-se que a demanda é medida em 15 minutos, o equivalente ao consumo horário seria algo em torno de 3200kWh. Levando-se em consideração uma instalação que ficasse 6 horas funcionando com esse consumo, teríamos um consumo mensal de 576.000 kWh/mês, equivalente ao consumo à 1220 domicílios. Com essa quantidade de domicílios temos um município com algo em torno de 5000 habitantes, o que equivale a 22% dos municípios do Brasil conforme (GAZETA DO POVO, 2019).

**Figura 2: Consumo e Número de consumidores do Brasil (2019).**



Fonte: Adaptado de EPE (2020).



Ainda com o objetivo de apontar um dos excessos na habilitação do profissional com formação do Curso Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica para a elaboração de projetos com 800 kVA, apresentamos um exemplo prático:

Um projeto de um prédio, que foi executado na cidade de Cuiabá-MT, com entrada coletiva mista (residencial/comercial) com as seguintes características:

- i. Sistema de aquecimento de água das unidades de consumo a gás;
- ii. Tensão de fornecimento em 220/127 V;
- iii. 20 apartamentos com área útil de 60 m<sup>2</sup>;
- iv. 12 lojas com área útil de 30 m<sup>2</sup>;
- v. Serviço exclusivo para os apartamentos;
- vi. Serviço exclusivo para as lojas com área útil de 240 m<sup>2</sup>;
- vii. Dois agrupamentos de medidores, sendo um para os 20 apartamentos e o outro para as 12 lojas.

Calculando-se a demanda desse prédio, obtém-se um valor aproximado de 130 kVA e, portanto, **MUITO ABAIXO DOS 800 kVA** proposto pela Resolução nº 74/2019 e Decreto 90.922/1985, apesar do grande porte dessa instalação.

Desta forma, a Resolução nº 74/2019, ao manter o termo “800kVA”, habilita os eletrotécnicos a atuarem na maioria absoluta de unidades consumidoras sem o devido conhecimento técnico que unidades de grande porte requerem. Como discutido no item 7.8 (Instalações Elétricas), para elaboração de projetos elétricos que sejam superiores a 75 kW de carga instalada é preciso que se tenha conhecimentos avançados do dimensionamento em condições de curto-circuito, para que se evitem incêndios e explosões. Essa habilitação, efetivamente, a formação do Curso de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica não possibilita, haja vista a matriz curricular analisada.

Sumarizando, constata-se que, devido aos excessos e erros identificados no seu corpo, a Resolução nº 074/2019 do CFT, através dos seus artigos destacados nesta seção, expõe a sociedade a prejuízos materiais e, muito pior, coloca as pessoas sob os **RISCOS DE UM PROJETO INAPROPRIADO**.



## **10 A DEFESA DA SOCIEDADE**

A defesa do bem-comum deve permear as ações de todas as pessoas e entidades nacionais, de modo que se veja garantida a todos e a cada um a proteção contra danos de qualquer ordem.

Essa compreensão também deve estar presente quando se trata da estipulação de áreas de atuação profissional, qualquer que seja a formação acadêmica do profissional de que se cuide, assumindo uma maior importância em se tratando de questões vinculadas a segurança dos equipamentos, edificações e instalações, visto que, os sistemas elétricos e eletrônicos são fontes de acidentes diretos e indiretos, ocasionando ferimentos que, não raro, conduzem suas vítimas à morte.

Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica da Associação Brasileira para a Conscientização dos Perigos da Eletricidade (Abracopel), somente em 2019 foram registrados, no Brasil, 1.662 (um mil seiscentos e sessenta e dois) acidentes oriundos de incêndios por sobrecargas, curtos-circuitos, choques elétricos e descargas atmosféricas. Além disso, o documento mencionado revela que uma das causas dos sinistros referidos é a inexistência, baixa qualidade e/ou não execução dos projetos de acordo com os critérios das normas técnicas vigentes.

Esses acidentes de origem elétrica estão crescendo ano a ano, colocando em risco as vidas de pessoas e de animais e imprimindo prejuízos inestimáveis para a sociedade, não apenas de ordem material, mas desafortunadamente também de ordem imaterial, quando deles advêm lesões permanentes ou a morte de suas vítimas.

Nesse cenário, é necessário que se reconheça que um sistema elétrico com problemas no projeto, na execução e/ou na manutenção, oferece riscos a toda a sociedade, além de ter baixa confiabilidade, fazendo com que vidas possam ser perdidas, sendo que os riscos e as consequências são muito mais avolumados em instalações críticas, como as de ambientes hospitalares, por exemplo.

Além disso, deve-se atentar para o fato de que os serviços públicos dos setores de abastecimento de água, de comunicação, de distribuição de gás e óleo, de transportes, dentre outros, são considerados essenciais, dependentes da





confiabilidade do setor elétrico, de maneira que qualquer falha pode acarretar elevados prejuízos materiais e, principalmente, sociais.

A importância dessa questão para a sociedade está demonstrada no art. 12 da Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1.990 (Código de Defesa do Consumidor), em cuja Seção II (“Da Responsabilidade pelo Fato do Produto e do Serviço”), está previsto que:

*“Art. 12. O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.”*

Mas as preocupações do Estado brasileiro com essa questão não se esgotam na área da proteção ao consumidor. Na verdade, elas se radicam em momento muito anterior à oferta de bens e serviços dessa ordem.

De fato, as autoridades em matéria de ensino, ao estipularem diretrizes de qualificação dos profissionais que trabalham no setor elétrico, estabeleceram vários graus de diplomação em formação. E não se pode compreender essa iniciativa como algo aleatório, destituído de razões e, principalmente, de objetivos. O que a justifica, sem que se admita nenhuma dúvida nesse sentido, é exatamente, atribuir qualidade na prestação de serviço, através de uma formação profissional mais reforçada, assim garantindo um fornecimento de produtos e serviços que preserve o bem-comum, através da garantia da segurança dos usuários, que preservará sua integridade física e, também, sua vida.

Ora, a realização de um serviço elétrico por um profissional que não esteja qualificado academicamente para essa finalidade pode resvalar num acidente, que pode ocorrer não apenas na ocasião da realização do serviço (vitimando inclusive o profissional), mas também em momento posterior, quando, já ausente o profissional. Fragilizando a segurança de todas as pessoas que irão entrar em contato direto e/ou indireto com a instalação em questão.





Essas circunstâncias são particularmente preocupantes quando os riscos decorrem do agente físico “eletricidade”. Nesses casos, dado o grau de periculosidade ocorrente, a análise deve ser ainda mais criteriosa, uma vez que do sinistro pode resultar a morte de muitas pessoas, tudo em decorrência de uma única ação inapropriada, realizada por um profissional que não adquiriu qualificação para o exercício daquela atividade.

É, portanto, com o objetivo de evitar danos dessa ordem e perdas de vidas que decorram da imperícia do profissional, que a formação acadêmica dos profissionais do setor elétrico se faz em diversos níveis, sendo conferidas atribuições de maior complexidade àqueles que se submetem ao aprendizado em níveis mais avançados.

De fato, não é razoável afirmar que um profissional que experimentou uma formação acadêmica menos avançada dispõe das mesmas capacidades de desempenho de atribuições no setor em que atua, do que outro que, diferentemente, concluiu formação acadêmica mais avançada.

Outra conclusão não se pode obter a partir da mera comparação dos conteúdos programáticos abordados no curso de formação de técnicos e engenheiros eletricitistas, visto que, conforme observado em todo o item 7 anterior (Análise do Ementário), o conjunto de disciplinas, suas ementas e cargas horárias, ainda que similares, revelam que na formação superior não apenas se amplia o rol de matérias que são estudadas, mas, mesmo aquelas que são coincidentes no curso técnico e na graduação em nível superior, são abordadas de forma mais profunda neste nível de ensino, e ainda mais em nível de pós-graduação.

Não bastasse isso, ao analisar-se o Decreto Federal nº 5.154/2004, a Lei nº 11.741 e o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), que é o instrumento que disciplina a oferta de cursos de educação profissional técnica de nível médio, orientando as instituições, estudantes e a sociedade, observa-se que uma das modalidades de oferta dos cursos técnicos de nível médio é aquela nominada “CONCOMITANTE”, em cujo âmbito o estudante cursa o ensino técnico paralelamente ao ensino médio, dessa maneira tornando definitiva a expressão da simplicidade de concepção das formações técnicas de nível médio em eletrotécnica.



Além disso, segundo o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, a carga horária mínima de cada curso técnico poderá ser de 800 (oitocentas) horas, sendo que:

*“A oferta de um curso técnico de nível médio em instituições públicas e privadas deve ser precedida da devida autorização pelo órgão competente do respectivo sistema de ensino. Os cursos técnicos oferecidos pelas redes estaduais, distrital e municipais e pelas escolas técnicas privadas são autorizados pelos seus respectivos Conselhos de Educação. As instituições da Rede Federal, dos Serviços Nacionais de Aprendizagem (SENAI, SENAC, SENAR e SENAT) e as Instituições Privadas de Educação Superior têm autonomia para autorizar seus cursos por meio de seus Órgãos Colegiados Superiores.”*

Além do exposto, segundo o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, observa-se que antes de 2015, os cursos técnicos poderiam emitir certificado com carga horária inferior a 800 (oitocentas) horas. Disso decorre que hoje podem existir profissionais registrados no Conselho Federal dos Técnicos Industriais – CFT que se submetem efetivamente a uma carga horária de formação significativamente baixa:

*“Um diploma de um curso técnico com carga horária inferior à que está prevista neste catálogo tem validade?  
A alteração de carga horária não afeta o direito adquirido do aluno. É preciso verificar qual era a regulamentação da carga horária mínima vigente na época de matrícula no curso. A Resolução CNE/CEB nº 01, de 5 de dezembro de 2014, estabeleceu o prazo de 31 de dezembro de 2015, para que sejam feitas as adequações nos cursos técnicos. Todo curso iniciado após esta data deverá atender à carga horária prevista nesta edição do Catálogo.”*

Já a abertura de cursos superiores no Brasil segue um ritual complexo e totalmente controlado pelo Ministério da Educação, podendo ser basicamente resumido nos seguintes itens:

- i. Credenciar uma instituição de ensino junto ao MEC;
- ii. Primeiramente, as instituições de ensino superior são credenciadas como faculdades, para posteriormente se tornarem centro universitário, ou



- universidade, para o que é preciso um credenciamento específico de instituição já credenciada, em funcionamento regular e com padrão considerado satisfatório de qualidade;
- iii. O primeiro credenciamento tem prazo máximo de 3 (três) anos para faculdades e centros universitários e de 5 (cinco) anos para as universidades;
  - iv. O credenciamento deve ser solicitado pela Instituição de Ensino Superior – IES ao final de cada ciclo avaliativo do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES;
  - v. Para iniciar a oferta de um curso de graduação, as faculdades dependem de autorização do Ministério da Educação. Já as universidades e centros universitários pré-existentes, por terem autonomia já comprovada em etapa anterior, precisam informar à secretaria competente os cursos abertos para a posterior supervisão, avaliação e reconhecimento;
  - vi. A Instituição de Ensino Superior - IES deve pedir o reconhecimento quando o curso de graduação completar 50% de sua carga horária. Esse reconhecimento é necessário para a validade nacional dos futuros diplomas a serem emitidos;
  - vii. Em alguns cursos específicos, como o caso do Direito, Medicina, Odontologia e Psicologia, os Conselhos Federais podem se manifestar junto ao Ministério da Educação;
  - viii. A renovação do reconhecimento dos cursos deve ser solicitada ao final de cada ciclo avaliativo do SINAES, composto por:
    - a. O ENADE - Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes, concebido para avaliar o desempenho dos estudantes que estão terminando a graduação. O Enade leva em consideração os conteúdos nacionalmente comuns, além das habilidades e competências desenvolvidas pelo estudante durante a sua formação;
    - b. O IDD - Índice de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado, que é basicamente um indicador de qualidade que busca mensurar o valor agregado pelo curso ao desenvolvimento dos estudantes concluintes, considerando seus desempenhos no Enade e no Enem – Exame Nacional



de Ensino Médio, como medida aproximada das suas características de desenvolvimento ao ingressar no curso de graduação avaliado;

- c. O MEC também avalia as esferas de: infraestrutura e instalações, recursos didático-pedagógicos e corpo docente;
- d. De posse de todas as variáveis acima citadas, calcula-se o Conceito Preliminar do Curso – CPC, que podem variar de 1 até 5. Os cursos que ficarem com conceito 1 ou 2, recebem visita do MEC para avaliar o fechamento ou a continuidade com compromisso de realizar das melhorias solicitadas na etapa de visita in loco pelos avaliadores ad hoc, sendo estes, docentes de notório saber e titulação mínima em nível de Doutorado.



## **11 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Disso decorre que, sem que se renuncie a toda e qualquer plausibilidade e se abandonem as mais simplórias compreensões da natureza complexa das atividades desempenhadas pelos profissionais do setor elétrico, não se pode afirmar que o profissional formado em curso técnico de nível médio segundo essas diretrizes (que não os habilita a utilizar elementos complexos para qualquer análise técnica, mas a, apenas, utilizar conceitos físicos e matemáticos concebidos no nível fundamental do ensino básico) será titular do mesmo preparo para o desempenho de suas atividades que aquele outro profissional, que se dedicou a aprender de modo mais amplo e mais profundo as matérias que compõem o seu currículo acadêmico.

Diante do exposto, é necessário que os conselhos profissionais, por meio da análise dos conteúdos programáticos ensinados em sala de aula e em laboratórios, compreendam, de modo honesto, e reconheçam as diferenças de níveis de formação de seus associados, demarcando as atribuições profissionais de acordo com habilidades e competências condizentes com a sua respectiva formação profissional, o que não corresponde à prática de reserva de mercado, mas é resultado único das competências do egresso de uma formação, a partir da sua matriz pedagógica curricular e se destina a ofertar segurança e preservar a vida de usuários, mas também de profissionais que, eventualmente munidos de boa vontade mas destituídos de conhecimento técnico, findem por dar causa a sinistros fatais, para outros e também para si mesmos.

Tudo isso ponderado, este documento de forma extensa e completa, explana as diferenças fundamentais entre as formações em eletrotécnica, de nível médio, e a formação superior em engenharia elétrica, expondo de modo claro e preciso que a discrepância entre as formações é tamanha que não é necessário maior esforço argumentativo para demonstrar as imensas e profundas diferenças entre as formações referidas, daí resultando a necessidade de que se estabeleça coerência entre as atribuições e os conteúdos pedagógicos presentes nas matrizes curriculares responsáveis pela concepção do perfil do egresso de cada sistema de ensino.



Ressalta-se ainda, que o curso técnico de nível médio em eletrotécnica do IFMT, é um curso que apresenta carga horária e conteúdo abrangente. Conforme o projeto político pedagógico citado, possui em seu quadro docente, professores com titulação de mestrado e doutorado, além de larga experiência de campo. Desta forma, se a análise fosse realizada com o curso técnico de nível médio em eletrotécnica comumente ofertados no mercado, as discrepâncias em relação ao Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica **SERIAM SIGNIFICATIVAMENTE MAIORES.**

Por fim, há que se ressaltar que a análise da legislação vigente atinente à matéria, afirma de forma indiscutível a limitação do exercício profissional às atribuições compatíveis com o nível de formação de cada curso, o que se destaca em leis ordinárias e, de forma contundente, em normas da Constituição da República e em seus princípios. Nesse sentido, o Decreto nº 90.922/1985, a pretexto de regulamentar a lei, confere uma extensão de atribuições ao técnico em eletrotécnica que se contrapõe à lei, à Constituição da República a aos seus princípios, sendo a conferência de atuação até o limite de 800 kVA de “demanda” um indiscutível excesso. Ao seguir o Decreto nº 90.922/1985, a Resolução nº 074/2019, do CFT, incorre em idêntico excesso.

Eng. Eletricista Lauro Leocádio da Rosa

Presidente da AMEE

Gestão 2019-2022

RNP 1206285737



## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro. 2004

ABNT. NBR 5419 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Parte 1: Princípios gerais. 2015.

ABNT. NBR 5419 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de risco. 2015.

ABNT. NBR 5419 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. 2015.

ABNT. NBR 5419 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. 2015.

ABNT. NBR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade. 1994.

ABNT NBR 14039. Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. 2005.

ABRACOPEL. Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2020 – ano base 2019. Salto – SP. 2020

ABREU, André Souza; FREITAS, Pedro Augusto Ramos de; Levantamento Histórico Da Eletrônica: Principais Inventores E Suas Contribuições; v.1 n.1, junho, (2017): Anais do I Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica.

ANEEL: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, de 1 de março de 2016. PRODIST Módulo 3 - Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 6. 91p. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/modulo-3>. Acesso em janeiro de 2021.





BONJORNO, Clintone Luíz. Física – Eletromagnetismo – Física Moderna. Ed. FTD. 2016.

BRASIL. Decreto Federal Nº 5.154/2004, que “Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências”, com fundamento no parecer CNE/CEB 39/2004, que dispõe sobre “Aplicação do Decreto nº 5.154/2004 na Educação Profissional Técnica de nível médio e no Ensino Médio.

BRASIL. Decreto Nº 7.566, de 23 de setembro de 1909. Cria nas capitais dos Estados da República Escolas de Aprendizes Artífices, para o ensino profissional primário e gratuito. Estado da Guanabara, RJ.

BRASIL. Decreto Nº 90.922, de 06 de fevereiro de 1985. Regulamenta a Lei nº 5.524, de 05 de novembro de 1968, que dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau.

BRASIL. Lei Nº 5.524, de 5 de novembro de 1986. Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico Industrial de nível médio. Brasília, DF.

BRASIL. Lei Nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. Lei Nº 13.639, de 26 de março de 2018. Cria o Conselho Federal dos Técnicos Industriais, o Conselho Federal dos Técnicos Agrícolas, os Conselhos Regionais dos Técnicos Industriais e os Conselhos Regionais dos Técnicos Agrícolas. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Educação - Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT). Brasília, 2016.



BROCKMAN, J. B.; Introdução à Engenharia: Modelagem e Solução De Problemas. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BRASIL. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que “Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia - DCN”, com fundamento no Parecer CNE/CES nº 1/2019, homologado por Despacho do Senhor Ministro de Estado da Educação, publicado no DOU de 23 de abril de 2019.

CFT. Conselho Federal dos Técnicos Industriais. Portaria n. 074, de 05 de julho de 2019. Disciplina e orienta as prerrogativas e atribuições dos Técnicos Industriais com habilitação em Eletrotécnica, Brasília, DF.

CHAPMAN, S. J. Fundamentos De Máquinas Elétricas. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 700p.

COCIAN, L.F. Introdução à Engenharia. Editora: Bookman, Porto Alegre/RS. p. 2017.

CONFEA. Resolução n. 218, de 29 de junho de 1973. Regulamenta as atribuições profissionais inseridos nos sistemas Confea/Crea. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/>>. Acesso em: 02 de fev. 2020.

DEHUA, H. The Analysis of Harmonics Damage on the Reactive Network. pp. 0–3, 2012.

DEL TORO, Vincent. Fundamentos De Máquinas Elétricas. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.

DUARTE, L. H. S. Degradação dos Capacitores de Potência Sob Influência dos Componentes Harmônicos. pp. 1–170, 2000. Disponível em: <<http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngEletrica{ }DuarteLH{ }1.pdf>>.



EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 – ano base 2019. Empresa de pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energias, Governo Federal. 2020.

FILGUEIRAS, L. V.O.; ARAUJO, D. N.; OLIVEIRA, T. M.; Formação E Competência Do Engenheiro Eletricista - Análise Sistêmica. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/796>>. Acesso em: fevereiro de 2021.

FINOCCHIO, M. A. F. Manutenção Elétrica. Apostila Didática – Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Cornélio Procópio – PR, 2013.

FUENTES, R. C. Eletrônica. 3. ed. – Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Curso Técnico em Automação Industrial, 2009. 83 p.

GAZETA DO POVO. Municípios com Menos de 5 Mil Habitantes no Brasil. Disponível em: <https://infograficos.gazetadopovo.com.br/politica/municipios-ate-5-mil-habitantes-no-brasil/>. Acesso em março de 2021.

HALLIDAY D., Resnick R. e Walker J. Fundamentos de Física. Volume 3, 4ª ed., LTC, 1996.

HOLTZAPPLE, D; REECE, W. Introdução à Engenharia. Editora: LTC; 1ª ed. Rio de Janeiro/RJ. p. 105-106, 2017.

INEP: Instituto Nacional De Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Indicadores de Qualidade da Educação Superior. Brasília. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior>>. Acesso em fevereiro de 2021.



INEP: Instituto Nacional De Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Nota Técnica Nº 58/2020/CGCQES/DAES, Brasília, Processo Nº 23036.000675/2020-07. 2020.

KOSOW, I. Máquinas Elétricas e Transformadores. Editora Globo. 1986

Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor.

Lei Nº 11.741, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica.

Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004.

MOAVENI, S. Fundamentos de Engenharia: uma introdução – Tradução da 5ª edição norte-americana. Cengage Learning Brasil. p. 22, 2018.

MUNDO EDUCAÇÃO. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/lei-ampere.htm>. Acesso em 19/02/2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração Universal dos Direitos Humanos, 1948. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>>. Acesso em dezembro de 2020.

MEC: Ministério da Educação. Resolução CNE/CEB nº 6, de 20 de setembro de 2012. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, com fundamento no Parecer CNE/CEB nº 11/2012.



RUF: Ranking Universitário da Folha de São Paulo. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://ruf.folha.uol.com.br/2014/oruf/comoefeitorankinguniversidades/>>. Acesso em fevereiro de 2021.

SILVA, M. M. D. da. Distorção e Filtro de Harmônicos na Alimentação de Conversores CA/CC por Rede CA e Gerador Síncrono. Rio de Janeiro: 2007.

SINGH, R., SINGH, A. Energy Loss Due to Harmonics in Residential Campus – A Case Study. Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2010 45th International, pp. 1–6, 2010.

SZAJNBERG, M; ZAKON, A. Introdução às Ciências Naturais e o Ensino de Física e Matemática para as Engenharias. In: Anais do III Encontro Íbero Americano de Dirigentes de Instituições de Ensino de Engenharia 2001, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro

TELLES, P.C. S. A Engenharia e os Engenheiros na Sociedade Brasileira. Editora: LCT; Rio de Janeiro, RJ, 2015.

UMANS, S. D. Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 708 p.

UFRGS. Instituto de Física. Física II. Unidade XIII. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis/sumulas/keller/rot13.pdf>. Acesso em fevereiro de 2021.

VENDRAME, A. C. Curso de Introdução à Perícia Judicial. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vendrame, 2012. 465 p.

WANG, Y., YONG, J., SUN, Y., et al. Characteristics of Harmonic Distortions in Residential Distribution Systems. IEEE Transactions on Power Delivery, v. 32, n. 3,



## ASSOCIAÇÃO MATO-GROSSENSE DOS ENGENHEIROS ELETRICISTAS

Avenida Historiador Rubens de Mendonça, 491  
Bairro Araés, CEP 78.005-725, Cuiabá – Mato Grosso  
E-mail: amee.mt@gmail.com  
CNPJ: 15.081.714/0001-49

---

pp. 1495–1504, jun 2017. ISSN: 0885-8977. doi: 10.1109/TPWRD.2016.2606431.  
Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7563330/>>.

YEE, Zung Che. Perícias de Engenharia de Segurança do Trabalho. 2<sup>a</sup> ed. Curitiba: Juruá, 2011. 206 p.

ZAKON, A; NASCIMENTO, J. L. do; SZANJBERG, M. As Funções dos Cientistas, Engenheiros, Técnicos E Tecnólogos. In: COBENGE 2003, Anais [...]. [s.l: s.n.]



**ANEXO A**

Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Matemática:</b>            a) Matemática Aplicada - C.H.: 67 h  <b>Total C.H.: 67 h.</b></p>	<p>(a) Operações com números inteiros e decimais; Propriedades da potenciação e radiciação; Notação científica; Unidades de medidas (múltiplos e submúltiplos); Conversão de medida e unidades; Racionalização; Produtos notáveis; Funções; Equações do 1º 2º graus; Sistemas de equações lineares; Determinantes; Trigonometria; Números Complexos; Fasor.</p>	<p><b>Matemática:</b>            a) Cálculo I – C.H.: 96 h.            b) Cálculo Vetorial e Geometria Analítica – C.H.: 96 h.            c) Cálculo II – C.H.: 96 h.            d) Cálculo III – C.H.: 96 h.            e) Probabilidade e Estatística – C.H.: 64 h.            f) Cálculo IV – C.H.: 64 h.  <b>Total C.H.: 512 h</b></p>	<p>a) Limites. Derivadas. Integrais indefinidas.            b) Vetores no Plano(R2) e no Espaço (R3). Dependência e independência linear. Base e dimensão. Produto de vetores. Produto escalar. Produto Vetorial. Duplo produto vetorial. Produto misto. Retas e planos no R3. Cônicas e quádras.            c) Integrais definidas. Técnicas de integração. Integrais impróprias. Sistemas de coordenadas polares. Seqüências e séries. Séries de Taylor e McLaurin.            d) Funções de várias variáveis. Limites. Continuidade. Derivadas Parciais. Integrais dupla e tripla. Derivada direcional. Gradiente. Divergente. Rotacional.            e) A natureza da estatística. Distribuição de freqüências e sua representação gráfica. Medidas de tendência central e de variabilidade. Esperança matemática e probabilidade. Variáveis aleatórias: distribuição binomial Poisson, normal e exponencial. Amostragem. Estimadores e intervalos de confiança. Testes de hipóteses. Testes Z para uma amostra. Teste F e teste análise de variância unifatorial e multifatorial. Correlação e regressão.            f) Integrais de linha. Equações diferenciais. Série de Fourier. Transformada de Laplace.</p>





Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Física:</b></p> <p>a) Eletromagnetismo – C.H.: 34 h.</p> <p><b>Total C.H.: 34 h</b></p>	<p>(a) Fenômenos magnéticos fundamentais; Polos magnéticos; Ímãs; Campo magnético; Linhas de força do campo magnético; Vetor indução magnética; Propriedades magnéticas dos materiais; Histerese; Campo magnético criado por corrente elétrica; Solenóide; Leis do eletromagnetismo; Força e trabalho realizados por campos magnéticos; Indução eletromagnética; Geração de corrente alternada.</p>	<p><b>Física:</b></p> <p>a) Física I – C.H.: 96 h.                      b) Física II – C.H.: 96 h.                      c) Eletricidade e Magnetismo – C.H.: 96 h.                      d) Física IV – C.H.: 96 h.                      e) Eletromagnetismo – C.H.: 64 h.                      f) Optativa²: Física III – C.H.: 96 h.</p> <p><b>Total C.H.: 448 h.</b></p>	<p>(a) Cinemática. Dinâmica da partícula. Trabalho e energia. Conservação do momento linear. Cinemática rotacional. Dinâmica rotacional. Conservação do momento angular. Equilíbrio de corpos rígidos.                      (b) Gravitação. Oscilações. Ondas mecânicas. Ondas sonoras. Temperatura. Leis da termodinâmica. Máquinas térmicas. Teoria cinética dos gases.                      (c) Análise Vetorial. Lei de Coulomb e Intensidade de Campo Elétrico. Densidade de Fluxo Elétrico. Lei de Gauss na forma integral. Energia e Potencial. Condutores, dielétricos e capacitância. Campo magnético estacionário. Lei de Ampère na forma integral. Forças magnéticas. Indutância. Campos variáveis no tempo. Lei de Faraday na forma integral.                      (d) Ondas. Natureza e propagação da luz. Reflexão, refração, interferência e difração.                      (e) Lei de Gauss na forma diferencial e Teorema da Divergência. Potencial e gradiente. Equação de Poisson. Equação de Laplace. Condições de contorno para campo elétrico. Campo magnético estacionário. Lei de Ampère na forma diferencial, rotacional e Teorema de Stokes. Campos variáveis no tempo. Lei de Faraday na forma diferencial. Equações de Maxwell. Condições de contorno para o Campo magnético.                      (f) Carga e matéria. O campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico, capacitores e dielétricos. Corrente e resistência. Circuitos de corrente contínua. O campo magnético e suas fontes. Lei de Ampère. Lei de Faraday.</p>
<p><b>Química:</b></p> <p>---</p> <p><b>Total C.H.: 0 h.</b></p>	<p>---</p>	<p><b>Química:</b></p> <p>a) Química – C.H.: 64 h.                      b) Princípio da Ciência dos Materiais e Dispositivos Elétricos – C.H.: 96 h.</p> <p><b>Total C.H.: 160 h.</b></p>	<p>(a) Noções básicas: Estequiometria. Estado sólido e gasoso. Equilíbrio físico e químico. Termoquímica. Eletroquímica e cinética química. Estrutura atômica. Ligação química e Lei periódica dos elementos. Química orgânica e biológica. Química ambiental. Corrosão. Reações químicas.                      (b) Introdução aos materiais elétricos. Modelos atômicos: Conceito de bandas de energia. Propriedades dos materiais usados em engenharia: propriedades elétricas, magnéticas, físicas, mecânicas, térmicas, químicas, ópticas. Fator custo. Materiais condutores: características. Materiais ferromagnéticos. Materiais isolantes. Mecanismos de condução e ruptura em dielétricos. Capacitores, isoladores e isolamento de condutores. Materiais semicondutores. Aplicações dos materiais utilizados em engenharia elétrica</p>
<p><b>Desenho Técnico:</b></p> <p>a) Desenho Técnico – C.H.: 67 h.</p> <p><b>Total C.H.: 67 h.</b></p>	<p>(a) Introdução ao desenho; Desenho geométrico básico; Especificação das medidas e cotas, escalas usuais e o uso do escalímetro; Elementos de representação de um projeto arquitetônico; Desenho de planta baixa; Leitura e interpretação de cortes, fachada, planta de localização e situação, cobertura e escada; Análise do projeto arquitetônico de um prédio com dois pavimentos (térreo e superior); Normas da ABNT.</p>	<p><b>Desenho Técnico:</b></p> <p>a) Geometria Descritiva – C.H.: 64 h.                      b) Expressão Gráfica – C.H.: 64.</p> <p><b>Total C.H.: 128 h.</b></p>	<p>(a) Designação das Projeções. Diedros. Pontos. Retas. Planos. Sólidos. Métodos Descritivos.                      (b) Instrumentação, normas e convenções. Construções geométricas fundamentais. Métodos descritivos. Mudanças de planos. Rotação (rebatimento) de planos. Sistemas de projeções e perspectivas axonométricas. Ferramentas computacionais.</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Computação:</b></p> <p>a) Informática I – C.H.: 34 h.                      b) Informática II – C.H.: 34.</p> <p><b>Total C.H.: 68 h.</b></p>	<p>(a) Conceitos de Hardware; Conceitos de Software; Sistemas Operacionais e Aplicativos Internet; E-mail e Pesquisa; Conceitos de Rede; Introdução ao pacote Office; Revisão das plantas baixas, cortes e fachadas; Comando principais do Auto CAD em 2D; Formatar textos e cotas do programa; Organização de formatos; Escalas em janelas; Plotagem.                      (b) Revisão das plantas baixas, cortes e fachadas; Comando principais do Auto CAD em 2D Formatar textos e cotas do programa; Organização de formatos; Escalas em janelas; Plotagem; Programar as principais configurações de textos, cotas e linhas; Criar e organizar os formatos; Utilizar janelas para determinar as escalas dos desenhos; Imprimir ou gravar em pdf os desenhos.</p>	<p><b>Computação:</b></p> <p>a) Linguagem e Técnicas de Programação – C.H.: 64 h.                      b) Métodos Computacionais para Engenharia Elétrica – C.H.: 64 h.                      c) Optativa: Noções de Inteligência Artificial Aplicado à Engenharia – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 128 h.</b></p>	<p>(a) Características básicas de organização de um computador. Algoritmos. Programação de dados. Estudo de uma linguagem de programação. Soluções de problemas numéricos e não-numéricos por computadores.                      (b) Noções sobre erros. Sistemas de numeração. Algoritmos. Fluxogramas. Raízes de funções. Sistemas de equações lineares. Interpolação e ajuste de curvas. Integração numérica. Solução numérica. Solução umérica de equações diferenciais. Programação computacional dos principais algoritmos.                      (c) Introdução ao controle moderno: modelamento, controle de sistemas com uma entrada e uma saída (SISO) e controle para sistemas com múltipla saída. Noções básicas de lógica Fuzzy. Redes neurais e algoritmos genéticos. Aplicações práticas envolvendo lógica Fuzzy, redes neurais e algoritmos genéticos. Simulações computacionais.</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Circuitos Elétricos:</b></p> <p>a) Circuitos Elétricos em Corrente Contínua – C.H.: 100 h.</p> <p>b) Circuitos Elétricos em Corrente Alternada – C.H.: 100 h.</p> <p>c) Circuitos Elétricos Polifásicos – C.H.: 34 h.</p> <p><b>Total C.H.: 234 h.</b></p>	<p>(a) Noção de eletrostática, modelo atômico, condutor, isolante e semicondutor; eletrização, carga e campo elétrico. Tensão, corrente e resistência elétrica (2ª lei de ohm); identificação de resistor por código de cores. Noção de gerador e receptor elétrico; circuito elétrico e 1ª lei de ohm; Curva característica (I versus V) Circuito série, paralelo e misto; Divisor de tensão e de corrente; Noção de proteção, comando, terra e curto-circuito; Análise de circuitos elétricos pelas leis de Kirchhoff; pelos teoremas de Thévenin, Norton e da Superposição. Transformação estrela-triângulo e vice-versa. Conversão de fontes tensão em corrente e vice-versa.</p> <p>(b) Princípio de funcionamento de um alternador; Frequência frequência e fase; Análise da forma de onda senoidal graficamente e analiticamente; Análise de circuitos no domínio do tempo; Introdução a circuitos indutivos e capacitivos na presença de chaveamento; Definição das grandezas elétrica no domínio da frequência; Introdução ao estudo dos números complexos (Forma retangular e Polar); Fasores e Representação fasoriais de tensão e corrente; Resolução de circuitos psérie, paralelo e mistos alimentados em CA; Leis de Kirchhoff da tensão e da corrente; Teoremas de Thévenin, Norton e da Superposição; Ressonância série e paralelo; Potências em CA: potência instantânea; potência ativa, reativa e aparente; Triângulo de potências; fator de potência; correção do fator de potência.</p> <p>(c) Esquema básico de um sistema elétrico de potência: geração – transmissão – distribuição – transformação – utilização de energia elétrica. Classificação dos sistemas polifásicos quanto ao ângulo de fase e quanto à carga; Agrupamento de sistemas polifásicos: sistema polifásico trifásico equilibrado em estrela – sistema polifásico desequilibrado em estrela – utilização de fasores para determinar tensão de linha em função da tensão de fase – medição de tensão e corrente de fase e tensão de linha – potência real total, reativa total e aparente total; Sistema polifásico trifásico equilibrado em triângulo – utilização de fasores para determinar corrente de linha em função das correntes de fase – medição de tensão e corrente de fase e tensão e corrente de linha – triângulo de potência total; Utilização de instrumentos de medidas em sistemas polifásicos em estrela e triângulo (medição de potência real de carga de cada fase em função de tensão de fase e corrente de fase – medição de potência total pelo método de Aron – medição de potência reativa da carga de cada fase e potência reativa total; Transformadores para instrumentos – transformador de corrente (TC) – Transformador de potencial (TP).</p>	<p><b>Circuitos Elétricos:</b></p> <p>a) Circuitos Elétricos I – C.H.: 96 h.</p> <p>b) Circuitos Elétricos II – C.H.: 96 h.</p> <p>c) Circuitos Elétricos III – C.H.: 64 h.</p> <p>d) Análise de Sinais e Sistemas – C.H.: 64 h.</p> <p>e) Medidas Elétricas e Instrumentação - C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 384 h.</b></p>	<p>(a) Elementos de circuito. Leis fundamentais dos circuitos. Métodos de análise de circuitos CC em regime permanente. Teoremas para análise de circuitos CC em regime permanente. Análise de circuitos CA monofásicos em regime permanente senoidal: tensões, correntes e potências instantâneas. Fasores. Aplicação dos métodos e teoremas. Potências (ativa, reativa e aparente) e fator de potência. Simulações computacionais.</p> <p>(b) Circuitos Acoplados Magneticamente. Sistemas em PU.. Análise de circuitos polifásicos equilibrados em regime permanente senoidal. Potências trifásicas e correção de fator de potência. Circuitos polifásicos desequilibrados. Componentes simétricas.. Simulações computacionais.</p> <p>(c) Transitórios em CC e CA: análise de Circuitos de 1ª e 2ª ordem. Quadripolos. Análise de circuitos com sinais não senoidais. Simulações computacionais.</p> <p>(d) Sinais e sistemas contínuos e discretos no tempo. Operações com sinais. Tipos e propriedades de sinais. Sistemas contínuos e discretos no tempo. Sistemas lineares invariantes no tempo. Amostragem de sinais contínuos no tempo. Convolução. Resposta de sistemas lineares no domínio do tempo e da frequência. Funções de transferência e representação por diagramas de blocos. Introdução a critérios de estabilidade. Aplicações em sistemas de potência e telecomunicações.</p> <p>(e) Princípios de construção, de funcionamento, comportamento e aplicação dos instrumentos de medição analógicos e digitais. Medição de grandezas elétricas e não elétricas. Tarifas e preços. Eficiência energética. Simulações computacionais.</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Máquinas Elétricas:</b></p> <p>a) Máquinas Elétricas – C.H.: 67 h.</p> <p><b>Total C.H.: 67 h.</b></p>	<p>(a) Transformador: Fundamentos teóricos do transformador elétrico; Construção e comportamento do transformador; Parte ativa; Tipos de enrolamentos; Núcleos e bobinas; Comutador e derivações; Buchas; Tanques e radiadores; Relação de transformação; Circuito equivalente do transformador; Perdas no transformador; Resfriamento; Regulação; Autotransformadores. Máquinas de corrente contínua: Ação geradora e motora; Partes de uma máquina CC; Torque e tensão; Comutação; Perdas e eficiência; Gerador CC e motor CC; Vantagens e desvantagens de motores CC. Máquinas de corrente alternada: Geração CA; Alternadores; Geradores em paralelo; Perdas e eficiência; Motores de indução (assíncronos); Motores monofásicos; Motores de indução trifásicos; Máquinas síncronas; Sistema de partida de motores; Acionamento eletrônico de motores; Motor de alto rendimento.</p>	<p><b>Máquinas Elétricas:</b></p> <p>a) Conversão Eletromecânica de Energia – C.H.: 96 h.          b) Máquinas Elétricas – C.H.: 96 h.</p> <p><b>Total C.H.: 192 h.</b></p>	<p>(a) Materiais magnéticos: estudo, classificação e fenômenos físicos associados. Estruturas eletromagnéticas com e sem entreferro: modelos de estudo, analogia e equivalência. Acoplamento magnético. O transformador ideal. O transformador real: estudo em vazio e em carga, regulação, rendimento e paralelismo. Autotransformador. Transformadores trifásicos. Transformadores especiais. Conversão eletromecânica de energia. O balanço de energia. Transdutores. Conversores translacionais. Conversores rotativos. Eficiência energética. Simulações computacionais.          (b) Aspectos construtivos e representação a dois eixos. Máquinas síncronas: estudo em regime permanente das estruturas a rotores liso e saliente, características funcionais e ensaios. Máquinas assíncronas: características funcionais e ensaios, escorregamento, modos de funcionamento, rotores típicos e aplicações. Máquinas de corrente contínua: comutação, características operacionais e aplicações típicas. Eficiência energética.</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Instalações Elétricas:</b></p> <p>a) Instalação Elétrica Residencial – C.H.: 67 h.            b) Projetos de Instalações Elétricas – Residencial, Predial e Comercial – C.H.: 100 h.            c) Projetos de Instalações Elétricas – Industrial – C.H.: 34 h.            d) Comandos Elétricos – C.H.: 67 h.            e) Aterramento Elétrico – C.H.: 34 h.</p> <p><b>Total C.H.: 302 h.</b></p>	<p>(a) Fornecimento de energia elétrica; Símbolos gráficos para instalações elétricas baixa tensão (BT); Segurança em instalações elétricas; Falhas nas instalações elétricas de BT; Ferramentas para instalações elétricas; Instalações Elétricas em baixa tensão - BT; Práticas de instalações; Tecnologia dos materiais envolvidos nas instalações de BT; Condutores elétricos; Aterramento elétrico (fiação FN, FFN+T; FFFN+T); Luminotécnica; Proteção em instalações elétricas; Proteção em instalações elétricas.</p> <p>(b) Estudos preliminares para produção de um projeto elétrico; Desenvolvimento do apartamento tipo; Desenvolvimento projeto telefônico; Desenvolvimento do condomínio do prédio e estudos de eficiência energética; Planejamento do projeto comercial e estudos luminotécnicos; Qualificação de materiais elétricos para apartamento tipo; Estudos dos alimentadores do edifício; Diagrama da prumada elétrica; Esquema dos comandos de sensores e dimmer; Cálculo da demanda geral do edifício.</p> <p>(v) Desenho de um galpão industrial; Gráfico de horário de funcionamento das cargas na indústria; Centro de cargas da indústria; Quadro geral de alimentação de motores; Quadro de iluminação e tomadas; Horário de ponta ou de pico da indústria; Triângulo de potências; Demanda provável de indústria; Alimentação principal e dimensionamento dos cabos; Alimentação dos motores e dimensionamentos dos cabos; Dispositivos de proteção; Diagrama unifilar geral; Quadro de cargas; Simbologia elétrica e abreviaturas técnicas; Posto de transformação; Canaleta de alvenaria; Barramentos de cobre dos quadros de baixa tensão.</p> <p>(d) Conceitos básicos de Comandos elétricos; Noções de Proteção elétrica para a instalação; Botões de Impulso; Contator Tripolar; Relé Bimetálico de sobrecarga; Relé Temporizador eletrônico; Chave de Partida Direta; Chave de Partida direta com reversão de rotação; Chave de Partida Direta em sequência; Chave de Partida Estrela-triângulo; Soft starter.</p> <p>(e) Conceituação de aterramento; Caracterização do solo; Eletrodo de aterramento; Tensões desenvolvidas no solo; Esquemas de aterramento; Eletrodos eletricamente independentes; Dispositivo diferencial residual; Eletrodos eletricamente independentes; Subsistema de aterramento de força; Subsistema de aterramento contra descargas atmosféricas; Subsistema de aterramento de equipamentos eletrônicos sensíveis; Subsistema de aterramento contra cargas elétricas estáticas; Subsistema de proteção contra descargas atmosféricas; Equalização dos subsistemas e aterramento.</p>	<p><b>Instalações Elétricas:</b></p> <p>a) Aterramento de Sistemas Elétricos – C.H.: 64 h.            b) Eletrotécnica Predial – C.H.: 96 h.            c) Eletrotécnica Industrial – C.H.: 96 h.            d) Optativa: Sistemas de Automação Industrial - C.H.: 96 h.            e) Optativa: Telefonia – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 256 h.</b></p>	<p>(a) Introdução ao cálculo de curto-circuito em sistemas elétricos. Aterramento em sistemas elétricos. Simulações computacionais.            (b) Luminotécnica. Aparelhos de iluminação. Métodos de cálculo de sistemas de iluminação. Instalações elétricas residenciais. Projetos de Instalações elétricas prediais. Eficiência energética.            (c) Métodos de acionamentos de dispositivos industriais. Dispositivos de comando e proteção em sistemas industriais. Projeto elétrico Industrial. Eficiência energética.            (d) Introdução ao sistema de automação industrial. Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). Inversores de frequência. Sensores e transdutores. Redes industriais. Sistemas supervisórios. Eficiência energética.            (e) Noções de acústica. Análise do transceptor telefônico. Digitalização da Voz. Transmissão e Multiplexação Digital. Comutação digital. Estrutura interna da central telefônica. Sinalização telefônica. Estrutura das redes de telecomunicações. Gerência, controle e sincronização de redes. Sistemas de transmissão em fibra óptica. Redes de serviços integrados. Teoria de tráfego telefônico. Introdução à telefonia móvel.</p>





Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Eletrônica:</b></p> <p>a) Eletrônica Geral – C.H.: 50 h.                      b) Sistemas Eletroeletrônicos – C.H.: 34 h.                      c) Eletrônica Digital – C.H.: 34 h.                      d) Instrumentação em Sistemas Industriais – C.H.: 34 h.                      e) Controlador Lógico Programável – C.H.: 34 h.</p> <p><b>Total C.H.: 186 h.</b></p>	<p>(a) Teoria dos semicondutores: junção PN e barreira de potencial; Estrutura física do diodo de junção; Estrutura física dos principais componentes empregados na eletrônica; Curvas características de diodos, transistores e outros componentes eletrônicos; Circuitos com diodo; Circuitos com transistor; Parâmetros mais importantes na especificação de um componente eletrônico; Polarização do diodo e do transistor; Combinação de dois ou mais transistores na construção de amplificadores; Projetos de circuitos eletrônicos envolvendo diodos e transistores; Fontes de tensão; Reguladores de tensão com transistores e circuitos integrados.                      (b) Estudos analíticos das chaves de partida de motores, método convencional; Componentes eletrônicos aplicados em acionamento: Tiristores e IGBT; Chave de Partida eletrônica: tipos, princípio de funcionamento, características; Parametrização de chave Soft- Starter; Desenvolvimento prático de acionamento; Inversor de Freqüência: tipos, características, funcionamento, aplicações; Parametrização do Inversor de Freqüência; Desenvolvimento prático de acionamento.                      (c) Sistemas de numeração binária, octal, decimal, hexadecimal; Portas lógicas inversor, or, and, nor, nand, or-exclusive; Álgebra booleana como ferramenta para simplificação e manipulação de expressões e circuitos lógicos; Técnicas de simplificação de circuitos lógicos utilizando Mapa de Karnaugh; Raciocínio lógico com a implementação de circuitos para a solução de problemas práticos; Codificadores e decodificadores binários; Sintetizar circuitos aritméticos; Circuitos seqüenciais; Circuitos contadores; Famílias lógicas, TTL e CMOS.                      (d) Conceitos fundamentais de metrologia; Medição de pressão; Medição de temperatura; Medição de vazão; Medição de nível; Sensores discretos; Protocolos Industriais e Supervisórios.                      (e) Aplicações dos controladores lógicos programáveis, perspectiva histórica, arquitetura dos CLPs e princípio de funcionamento, tipos de CLP, características das entradas e saídas - E/S, conceitos básicos da norma IEC 61131-3, unidades organizacionais de programas, tipos de dados, endereçamento, Declaração de variáveis, linguagem Ladder - Ladder Diagram (LD), aplicação de linguagens de programação aos CLPs, instruções básicas ladder, instrução temporizadores, instrução contadores, apresentação da soft starter, configuração/parametrização da soft starter, apresentação do inversor de freqüência, tipos de inversor de freqüência, configuração/parametrização do inversor de freqüência.</p>	<p><b>Eletrônica:</b></p> <p>a) Eletrônica I – C.H.: 96 h.                      b) Técnicas Digitais – C.H.: 96 h.                      c) Eletrônica II – C.H.: 64 h.                      d) Eletrônica de Potência – C.H.: 96 h.                      e) Sistemas de Controle - C.H.: 64 h.                      f) Microprocessadores – C.H.: 96 h.                      g) Optativa: Processamento Digital de Sinais – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 512 h.</b></p>	<p>(a) Diodos. Transistores bipolares. Transistores unipolares. Modelagem de transistor bipolar. Circuitos amplificadores. Outros dispositivos: TUJ, dispositivos fotossensíveis, termistor, varistor, CI regulador de tensão e fotoacoplador. Circuitos osciladores: CI 555. Simulações computacionais.                      (b) Sistemas de numeração e códigos binários. Aritmética binária. Portas lógicas. Álgebra de Boole. Análise e síntese de circuitos combinacionais. Análise e síntese de circuitos seqüenciais. Conversão A/D e Conversão D/A. Contadores síncronos e assíncronos. Multiplexadores e demultiplexadores. Conceitos de projeto de sistemas digitais com circuitos universais. Simulações computacionais.                      (c) Amplificador operacional: ideal e real. Circuitos básicos com amplificador operacional: inversor, não-inversor, buffer, comparador e somador. Proteção do Amplificador operacional. Circuitos com amplificador operacional: integrador, diferenciador, disparador smith trigger. Gerador de sinais: quadrado, triangular e senoidal. Circuitos osciladores: osciladores harmônicos, ponte de Wien, Armstrong, Colpitts, Hartley e cristal. Osciladores de relaxação, gerador de onda dente de serra e multivibrador estável. Temporizadores. Filtros passivos. Filtros ativos: passa baixa, passa alta, passa faixa e rejeita faixa. Filtros de Butterworth e Chebyshev. Introdução aos filtros digitais. Simulações computacionais.                      (d) Diodo. SCR. DIAC. TRIAC. MOSFET e IGBT. Circuito de disparo de tiristores, de IGBT e de MOSFET. Conversores estáticos: CA-CC, CC-CC, CC-CA e CA-CA. Limitadores dv/dt e Limitadores di/dt. Simulações computacionais.                      (e) Introdução aos sistemas de controle. Modelagem matemática. Resposta no tempo. Ações de controle básicas e industriais. Estabilidade de sistemas lineares. Erro em estado estacionário. Resposta transitória. Otimizações de sistemas. Método do lugar das raízes. Métodos de resposta em freqüência. Compensação de sistemas. Simulações computacionais. Eficiência energética.                      (f) Estrutura dos microprocessadores. Memórias. Circuito de entrada e saída. Arquitetura dos microcontrolador 8051. Registradores Internos. Interrupções. Comunicação serial. Arquitetura do microcontrolador PIC. Tipos de interrupção. Aquisições de dados. Programação em Assembler. Projetos envolvendo Microcontroladores PIC e 8051.                      (g) Sinais discretos no tempo. Transformada Z. Projeto de filtros digitais. Transformada rápida de Fourier. Sinais aleatórios discretos no tempo. Análise espectral. Detecção e estimação de sinais na presença de ruídos.</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Comunicação:</b></p> <p>---</p> <p><b>Total C.H.: 0 h.</b></p>	<p>---</p>	<p><b>Comunicação:</b></p> <p>a) Princípios de Comunicação – C.H.: 96 h.            b) Propagação de Ondas e Antenas – C.H.: 96 h.            c) Optativa: Comunicações Móveis – C.H.: 64 h.            d) Optativa: Redes de Computadores – C.H.: 64 h.            e) Optativa: Comunicações Ópticas – C.H.: 96 h.            f) Optativa: TV Analógica e Digital – C.H.: 64 h.            g) Optativa: Tópicos Especiais em Telecomunicações – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 192 h.</b></p>	<p>(a) Representação de Fourier para sinais. Transformada de Fourier. Densidade espectral de potência. Teorema da amostragem. Tipos de modulação analógica e digital. Benefícios da modulação. Codificação de sinais. Multiplexação. Análise de ruídos nos sistemas de comunicações. Radiodifusão de som e imagem.            (b) Estudo da propagação das ondas eletromagnéticas na superfície terrestre e na atmosfera. Equação da onda plana uniforme e Teorema de Poynting. Reflexão, refração e difração em interfaces materiais. Parâmetros distribuídos de uma linha de transmissão. Ondas estacionárias. Casamento de Impedâncias. Carta de Smith. Parâmetros básicos de antenas: diagramas de irradiação, circuito equivalente, impedância, largura de feixe, largura de faixa, diretividade, ganho, relação frente-costa, área efetiva. Antenas básicas: dipolo elementar, curto e de meia onda. Antena loop. Arranjos de antenas. Polarização. Projeto de antenas específicas. Equações básicas em rádio-propagação. Projetos de sistemas de comunicação em radiovisibilidade.            (c) Sistemas de Comunicação móveis. Ambiente de propagação Rádio Móvel. Ruído. Interferência. Handoff. Eficiência espectral. Canais com ultipercurso. Técnicas de modulação e respectivos espectros de potência. TDMA. SDMA. CDMA. WCDMA. Equalização. Supressão de interferência. Ruído. Técnica de Randoff. Comutação e controle. Evolução dos Sistemas de Comunicação Celulares.            (d) Redes locais. Topologias. Arquiteturas de redes em camadas. Conceito de comunicação de dados. Meios físicos de transmissão. A camada física. Ligações inter redes. Protocolos de acesso ao meio. Camada IP. Protocolo de transporte. Serviços de comunicação de dados.            (e) Apresentação das comunicações ópticas. Bases teóricas do estudo da luz. Características de propagação e efeitos de focalização de um guia de onda óptico. Princípio da emissão da luz e do laser. Fontes de luz para comunicação por fibras ópticas. Modulação, demodulação e circuitos integrados ópticos. Linhas de transmissão por fibras ópticas. Materiais e fabricação de fibras. Cabos ópticos e suas conexões. Detetores ópticos. Transmissão numérica de dados. Redes de comunicação ópticas e suas aplicações. Perspectivas presentes e futuras dos sistemas de comunicações ópticas a cabo. Dimensionamento de enlace óptico.            (f) Princípio de funcionamento da TV. Características da TV Analógica e Digital. Padrões NTSC, PAL, DVB, ISDTV, ISDB, ATSC. Interatividade. Formatos de Vídeo: SIF, CIF, HD, SD. Questões Mercadológicas. Introdução a codificação de áudio e Vídeo. Modulação e TV Digital. Introdução a Middleware e programação de aplicações para TV Digital.: HTML, NCL, SMIL, JAVA.            (g) Conteúdo a ser desenvolvido de acordo com a disciplina proposta para o Curso de Engenharia Elétrica.</p>





Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Geração, Transmissão, Distribuição e Qualidade da Energia Elétrica:</b></p> <p>a) Qualidade e Eficiência da Energia – C.H.: 34 h.            b) Geração, Transmissão e Distribuição da Energia – C.H.: 34 h.            c) Projeto de Instalações Elétricas Urbana e Rural - C.H.: 34 h.            d) Instalação de Redes de Distribuição de Energia - C.H.: 50 h.</p> <p><b>Total C.H.: 152 h.</b></p>	<p>(a) A energia e o seu princípio de conservação; Estabelecer relação entre energia e meio ambiente; Definir qualidade de energia; Os fatores que interferem na qualidade de energia; Indicadores principais de energia; Legislação e normas referentes à qualidade de energia e eficiência da energia; Eficiência energética; Identificar instrumentos analisadores de energia e seu funcionamento; Qualidade e eficiência da energia; Conservação e preservação do meio ambiente.</p> <p>(b) Geração da energia elétrica; Transmissão da energia elétrica; Distribuição da energia elétrica; Centrais hidrelétricas; Pequenas centrais hidrelétricas; Centrais Térmicas; Centrais nucleares; Fontes alternativas de energia.</p> <p>(c) Planta de um loteamento residencial/comercial/predial; Rede aérea de baixa tensão com cabos nus; Tipos de consumidores; Locação de postes; Engastamento; Circuitos de baixa tensão; Transformadores de distribuição; Cargas instaladas nos circuitos de baixa tensão; Bitolas dos consumidores de baixa tensão; Tipos de estruturas padronizadas para alta tensão; Tipos de estruturas padronizadas para baixa tensão; Ábacos normatizados; Equipamentos de manobra e de proteção; Simbologia elétrica e abreviaturas técnicas; Quantificação de materiais e equipamentos elétricos; Memorial descritivo e de cálculos; Rede aérea de baixa tensão com cabos isolados multiplexados; Tipos de estruturas; Tabelas dimensionadas;</p> <p>(d) Planta de levantamento topográfico (altimétrico e planimétrico) para projeto de rede rural; Escalas do projeto; Simbologia elétrica e convenções para topografia; Terminologia e definições; Aterramento de rede rural; Estaiamento rural; Locação de estruturas; Demanda provável do projeto; Estruturas trifásicas ou monofásicas – rede rural; Cabos elétricos – bitolas e esforços mecânicos; Gabarito elétrico; Traçado da linha e estruturas na planta altimétrica; Traçado da linha e definição das estruturas na planta planimétrica; Memorial descritivo do projeto; Memorial de cálculos; Quantificação de materiais e equipamentos elétricos.</p>	<p><b>Geração, Transmissão, Distribuição e Qualidade da Energia Elétrica:</b></p> <p>a) Fontes de Energia – C.H.: 64 h.            b) Análises de Sistemas de Energia Elétrica I – C.H.: 64 h.            c) Análises de Sistemas de Energia Elétrica II – C.H.: 64 h.            d) Qualidade de Energia Elétrica – C.H.: 64 h.            e) Proteção de Sistemas Elétricos – C.H.: 64 h.            f) Transmissão de Energia Elétrica – C.H.: 64 h.            g) Distribuição de Energia Elétrica – C.H.: 64 h.            h) Equipamentos de Potência – C.H.: 64 h.            i) Regulação da Indústria da Eletricidade – C.H.: 32 h.            j) Optativa: Transitórios Eletromagnéticos – C.H.: 64 h.            k) Optativa: Cálculo Mecânico de Linhas de Transmissão – C.H.: 64 h.            l) Optativa: Tópicos Especiais em Sistemas de Energia – C.H.: 64 h.            m) Optativa: Gerenciamento de Energia Elétrica – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 544 h.</b></p>	<p>(a) Fontes de energia: petróleo, gás natural, carvão mineral, hidráulica, nuclear, biomassa, solar e eólica. Hidroeletricidade: hidrologia, tipos de centrais. Termoeletricidade: convencionais e nuclear. Potência e capacidade instalada. Impactos ambientais da geração. Matriz Energética do setor elétrico. Projeto de uma mini-central hidroelétrica. Eficiência energética. Desenvolvimento sustentável. Política energética.</p> <p>(b) Representação de sistemas elétricos. Valores percentuais e por unidade. Modelagem de máquinas síncronas, transformadores e linhas de transmissão. Análise e simulação de sistemas elétricos de potência. Eficiência energética.</p> <p>(c) Modelagem de sistemas elétricos. Fluxo de carga: Equacionamento básico. Métodos de Gauss Seidel e de Newton. Componentes simétricos. Curto-Circuito trifásico simétrico e assimétrico. Métodos computacionais para cálculo de curto-circuito. Estabilidade: análise de curto-circuito, perda de geração e rejeição de carga. Modelagem computacional.</p> <p>(d) Definição de qualidade de energia. Termos e definições utilizados. Fenômenos associados ao estudo da qualidade de energia. Transitório impulsivo e oscilatório. Variações na tensão de curta e longa duração. Desbalanceamento da tensão. Distorções da forma de onda: offset cc, harmônicas, inter-harmônicas, ruídos, perturbações. Flutuação da tensão. Variações da frequência. Normas. Curva CBEMA. Medições: equipamentos, técnicas e interpretação. Eficiência energética.</p> <p>(e) Filosofia da proteção dos sistemas elétricos. Princípios de funcionamento e operação dos relés analógicos e digitais. Transformador corrente e potencial. Seletividade e coordenação dos relés. Proteção de: linhas, subestações, transformadores, geradores e barramento. Princípios fundamentais e cálculos de ajustes dos relés digitais: de sobrecorrente, direcional, diferencial, distância, aplicados a transmissão e geração. Projeto de um sistema de proteção.</p> <p>(f) Cálculo dos parâmetros da linha de transmissão (resistência, indutância, capacitância, susceptância e impedância de sequência positiva negativa e zero) para seu dimensionamento e modelagem. Limite térmico de condutores. Condutância de dispersão e efeito corona. Cálculo dos gradientes de potencial e da rádio interferência. Equacionamento técnico econômico da transmissão. Número de desligamentos/100km/ano. Transmissão em CC. Projeto de uma Linha de Transmissão de EAT. Simulações computacionais. Eficiência energética.</p> <p>(g) Transporte de energia elétrica e linhas de distribuição. Características físicas das linhas aéreas de distribuição primária e secundária. Metas de qualidade de fornecimento. Controle de tensão de sistemas de distribuição. Considerações gerais dos equipamentos de transformação, manobra, proteção e automação. Projeto de rede de distribuição urbana. Projeto de rede de distribuição rural. Projeto de subestação (cabine primária, classe 15kV). Simulação no ATP. Eficiência energética.</p> <p>(h) Transformadores de corrente e de potencial. Pára-raios. Chaves seccionadoras. Religadores. Disjuntores. Transformadores de força de 2 e 3 enrolamentos. Reguladores de tensão. Capacitores em derivação e série. Reatores em derivação e série. Normas técnicas. Técnicas de ensaios elétricos aplicados a equipamentos elétricos de</p>



			<p>alta tensão. Eficiência energética. Simulações computacionais.          (i) Características gerais dos serviços de Eletricidade. Evolução Histórica do arcabouço legal do setor elétrico. O atual marco regulatório. Instituições de planejamento, regulamentação e fiscalização da indústria de eletricidade. Normas gerais e específicas para outorga e prorrogações de concessões e permissões dos serviços de eletricidade. O atual arcabouço legal sócio-ambiental da indústria de eletricidade. Legislação tributária e encargos específicos a indústria de eletricidade.          (j) Considerações gerais sobre as características dos circuitos elétricos e fenômenos transitórios. Transitórios impulsivos e oscilatórios. Transitórios devido a chaveamentos normais e anormais. Representações de sistemas elétricos por parâmetros concentrados e distribuídos. Simulação computacional de fenômenos transitórios.          (k) Introdução a planimetria e altimetria. Estudo mecânico dos condutores elétricos. Elementos para projetos mecânicos em linhas aéreas de transmissão. Estruturas de linhas de transmissão. Projeto mecânico de uma linha de transmissão. Simulações computacionais.          (l) Conteúdo a ser desenvolvido de acordo com a disciplina proposta para o Curso de Engenharia Elétrica.          (m) Economia da energia. Tarifas e preços. Estrutura de mercado dos sistemas elétricos. Regulamentação do setor elétrico. Mercado livre. Diagnóstico energético. Gerenciamento energético. Co-geração. Eficiência energética. Política energética nacional. Projeto de Eficiência Energética.</p>
<p><b>Manutenção de Sistemas Elétricos:</b>          a) Manutenção Elétrica Industrial – C.H.: 34 h.  <b>Total C.H.: 34 h.</b></p>	<p>(a) Introdução À Manutenção Industrial. Cultura da Manutenção Industrial. Efeitos da Manutenção implantada em uma Indústria. Manutenção Corretiva. Manutenção Preventiva. Manutenção Preditiva. Manutenção Produtiva Total-TPM. Análise comparativa dos processos de manutenção estudados.</p>	<p><b>Manutenção de Sistemas Elétricos:</b>          ---  <b>Total C.H.: 0 h.</b></p>	<p>---</p>



Comparativo entre Ementas			
Técnico Industrial (Modalidade Eletrotécnica) - subsequente		Bacharelado em Engenharia Elétrica (Modalidade em Eletrotécnica)	
Grupo/ Disciplinas/C.H¹.	Disciplinas/Ementa	Grupo/ Disciplinas/C.H.	Disciplinas/Ementa
<p><b>Conteúdos Multidisciplinares:</b></p> <p>a) Língua Portuguesa Aplicada – C.H.: 34 h.                      b) Segurança do Trabalho – C.H.: 34 h.                      c) Gestão da Qualidade e Empreendedorismo – C.H.: 34 h.                      d) Inglês Instrumental – C.H.: 34 h.</p> <p><b>Total C.H.: 136 h.</b></p>	<p>(a) Linguagem; Leitura; Produção escrita; Revisão textual; Parágrafo e estruturação textual; Dissertação, descrição e narração; Coesão e coerência; Gramática aplicada ao texto.                      (b) Surgimento da Segurança do Trabalho; A Revolução Industrial e o surgimento das doenças ocupacionais; Mudanças do trabalho artesanal para o industrial; As Normas Regulamentadoras e a CLT; Vantagens e Responsabilidades na Segurança do Trabalho; Vantagens na Preservação da Integridade do Trabalhador e no aumento da produção industrial; Responsabilidades da Segurança do Trabalho – NR 4 SESMT; Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – NR5; Acidente do trabalho; Prevenção de incêndio; Primeiros socorros; Instalações e serviços em eletricidade - NR 10; Equipamentos de Proteção Individual; Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho – PCMAT; Programa de Prevenções de Riscos Ambientais.                      (c) Organização de empresas industriais; Administração; Relações humanas no trabalho; Normas sobre organização e legislação do trabalho; Normas contratuais; Normas das instituições de previdência social; Orçamento de investimentos; Fundamentos de estruturação de empresas; Administração estratégica; Planejamento estratégico; Desenvolvimento industrial e meio ambiente; Legislação ambiental; Sistemas de gestão ambiental na indústria; Gerenciamento de resíduos sólidos; Prevenção da poluição.                      (d) Estratégias de leitura. Organização textual. Tipologia textual. Conhecimento lexical. Pontos gramaticais recorrentes nos textos estudados.</p>	<p><b>Conteúdos Multidisciplinares:</b></p> <p>a) Comunicação e Expressão – C.H.: 32 h.                      b) Introdução à Engenharia Elétrica – C.H.: 32 h.                      c) Metodologia Científica e Tecnológica – C.H.: 32 h.                      d) Sociologia Geral – C.H.: 32 h.                      e) Ciência do Ambiente – C.H.: 32 h.                      f) Mecânica dos Fluidos – C.H.: 64h.                      g) Mecânica dos Materiais – C.H.: 64h.                      h) Economia – C.H.: 32 h.                      i) Introdução à Engenharia de Segurança – C.H.: 64 h.                      j) Administração – C.H.: 32 h.                      k) Optativa: Libras – C.H.: 64 h.                      l) Optativa: Língua Estrangeira – C.H.: 64 h.</p> <p><b>Total C.H.: 416 h.</b></p>	<p>(a) Estudo da natureza do signo linguístico. Estudo e definição da dicotomia língua e fala. Estudo do processo de comunicação. Caracterização da linguagem e dos níveis conotativo e denotativo. Estudo e prática das diretrizes para leitura de texto. Estudo e prática da leitura de ícones e semiótica. Estudo e prática das diversas formas estruturais de textos. Caracterização da transferência da linguagem oral e escrita.                      (b) Conhecimento humano como processo histórico-social. Estratégias de representação da produção social. Ciência como conhecimento lógico experimental e como compreensão naturalista. Questões histórico-sociais no desenvolvimento da ciência e das tecnologias. Noção de força e a noção de energia como resultado da modernidade. Questões hodiernas: novas estruturas de produção versus demandas energéticas; novas estruturas de produção versus o agravamento dos índices de qualidade de vida das populações humanas. O papel social e econômico do profissional de Engenharia. Introdução as questões técnicas, econômicas e políticas e políticas da indústria elétrica brasileira. Sistema Confea/Crea.                      (c) Pesquisa científica. Tipos de Pesquisas. Projeto de pesquisa. Artigo científico. Normas ABNT. Estrutura básica de uma monografia.                      (d) O surgimento da sociologia como ciência: condições históricas e grandes correntes do pensamento social. Objeto da sociologia e seus precursores: Visão geral. Crítica das grandes correntes sociológicas e seus respectivos conceitos. Temas básicos da sociologia. Temas contemporâneos da sociologia.                      (e) A biosfera e seu equilíbrio. Efeitos da tecnologia sobre o equilíbrio ecológico. Poluição da água, do solo e do ar. Preservação dos recursos naturais. Legislação ambiental. Medidas e controle e tecnologia aplicada. Avaliação de impactos ambientais de projetos de engenharia. Aplicações em engenharia elétrica.                      (f) Introdução: o conceito de fenômenos de transportes. Estática dos fluidos. Canalização. Fundamentos da termodinâmica. Transferência de calor. Transferência de massa. Dinâmica dos fluidos. Aplicações em Engenharia Elétrica.                      (g) Equilíbrio do ponto material. Sistemas de forças equivalentes. Equilíbrio do corpo rígido. Forças distribuídas. Estruturas e máquinas. Vigas e cabos. Atrito. Esforço e deformação. Cinética dos corpos rígidos. Vibrações mecânicas. Aplicações em Engenharia Elétrica.                      (h) Natureza e Métodos das ciências econômicas. Conceito econômico básicos. Introdução à microeconomia. Introdução a macroeconomia. Questões macroeconômicas atuais.                      (i) Conceituação de segurança de engenharia. Controle do ambiente. Proteção coletiva e individual. Proteção contra incêndio. Riscos específicos nas várias habilitações de Engenharia. Controle de perdas e produtividade. Segurança no projeto. Análise e estatísticas de acidentes. Seleção, treinamento e motivação de pessoal. Normalização e legislação específicas. Organização de segurança. Segurança em atividades extra-empresa. Visita a empresas.                      (j) A administração e suas funções. O administrador e os atributos gerenciais básicos. Administração e organização de empresas. Abordagem clássica da administração. Abordagens contemporâneas da administração. Tópicos em administração de</p>



			<p>recursos humanos e em administração da produção. Tópicos emergentes.</p> <p>(k) Políticas de inclusão e exclusão sociais e educacionais; Modelos educacionais na educação de surdos. Aspectos históricos e culturais, lingüísticos, educacionais e sociais da surdez. Vocabulário em língua de sinais. O papel do intérprete de língua de sinais na sala de aula. A definição do que representa o intérprete-pedagógico na educação de surdos.</p> <p>(l) Leitura de textos jornalísticos, acadêmicos e científicos nos três níveis de compreensão: geral; idéias principais e idéias detalhadas através de estratégias de leitura. Estudo das estruturas linguísticas básicas.</p>
<p><b>Atividades de Integração Teoria/Prática:</b></p> <p>a) Estágio / Projetos – C.H.: 360 h.</p> <p><b>Total C.H.: 360 h.</b></p>	(a) ---	<p><b>Atividades Complementares, Estágio e Trabalho de Conclusão de Curso:</b></p> <p>a) Atividades Complementares – C.H.: 100 h.                  b) Estágio Supervisionado – C.H.: 160 h.                  c) TFC I – C.H.: 32 h.                  d) TFC II – C.H.: 32 h.</p> <p><b>Total C.H.: 324 h.</b></p>	<p>(a) ---                  (b) ---                  (c) ---                  (d) ---</p>
<b>TOTAL CARGA HORÁRIA (C.H.): 1.707 horas</b>		<b>TOTAL CARGA HORÁRIA (C.H.): 4.036 horas (obrigatórias) - 1.120 horas (à disposição através de optativas)</b>	
<p><b>Notas Explicativas:</b></p> <p><sup>1</sup> C.H.: Carga Horária da Disciplina  <sup>2</sup> As disciplinas optativas foram incorporadas aos grupos de conhecimento com as quais são afins, entretanto sua carga horária não foi contabilizada no total. No curso de Engenharia Elétrica da UFMT, são disponibilizadas 16 disciplinas optativas, dentre as quais os alunos podem escolher algumas (no geral entre 2 e 4 disciplinas) para complementar e diversificar sua formação acadêmica.</p>			