



Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

**COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE
ENGENHARIA ELÉTRICA
(CoC-EE)**

**PROJETO PEDAGÓGICO
DO CURSO DE**

ENGENHARIA ELÉTRICA

**Ênfase em SISTEMAS DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO**

Membros da CoC-EE:

Prof. Associado Rogério Andrade Flauzino (Coordenador)
Prof. Associado José Carlos de Melo Vieira Junior (Suplente)
Prof. Associado Homero Schiabel
Prof^a Titular Vilma Alves de Oliveira
Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini
Prof. Dr. Júlio César Estrella
Prof. Dr. Javier Alcides Ellena
Representante Discente: Mariana Rodrigues dos Santos

São Carlos, Junho de 2019.

SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO	2
II.	PERFIL DO EGRESSO	2
III.	DESCRIÇÃO DA GRADE CURRICULAR.....	3
III.1	Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena	5
III.2	Disciplinas Obrigatórias da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação.....	10
III.3.1.1.	<i>CEE em Sistemas Elétricos de Potência (CEE1)</i>	11
III.3.1.2.	<i>CEE em Sistemas de Controle (CEE2)</i>	11
IV.	O ENCADEAMENTO DA GRADE CURRICULAR	14
V.	FILOSOFIA DO CURSO	14
VI.	ATIVIDADES ACADÊMICAS COMPLEMENTARES	18
VII.	PROJETO DE FORMATURA	22
VIII.	ESTÁGIO OBRIGATÓRIO	25
IX.	SALAS ESPECIAIS E LABORATÓRIOS	26
X.	CORPO DOCENTE.....	28
XI.	GESTÃO E AVALIAÇÃO DO CURSO.....	29
XII.	METAS PARA O PRÓXIMO PERÍODO DE AVALIAÇÃO.....	31
	APÊNDICE A: QUADROS DAS DISCIPLINAS.....	33
	APÊNDICE B: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FORMATURA.....	39
	APÊNDICE C: DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA CURSOS DE ENGENHARIA.....	42

PROJETO PEDAGÓGICO

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA ÊNFASE EM SISTEMAS DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO

EESC USP

I. INTRODUÇÃO

O Projeto Pedagógico, em vigor nos últimos cinco anos, sofreu modificações secundárias em sua estrutura, sendo que a mais importante diz respeito à ênfase de Sistemas de Energia e Automação, que passou a contar, desde 2012, com dois certificados de Estudos Especiais, conforme será descrito mais adiante. Logo, para esta ênfase continua a funcionar a estruturação especificada na versão anterior, ou seja, com 50 ingressantes anualmente com aporte de verbas necessárias para a manutenção específica da ênfase, na distribuição orçamentária anual da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP). As regras de ingresso no curso são estabelecidas pela USP e pela EESC. Os aspectos mais importantes relacionados ao perfil do profissional dessa área, influenciados pelas constantes e rápidas mudanças tecnológicas, continuam sendo contemplados nesse projeto: iniciativa, criatividade e capacidade de liderança. Conhecimentos adequados sobre relações humanas, impactos tecnológicos sobre o meio ambiente, mercado e finanças, capacidade de adaptação rápida em diferentes funções e a experiência do saber trabalhar em equipe também têm sido alvo da formação dos egressos.

O objetivo deste projeto pedagógico é o de apresentar qual o perfil esperado do egresso do curso de Engenharia Elétrica da EESC-USP, aqui em particular na ênfase em Sistemas de Energia e Automação, bem como a estrutura curricular vigente deste curso, a nova filosofia que está sendo implantada alinhada com os aspectos mais evidentes das Diretrizes Nacionais Curriculares, e outras atividades que procuram levar a este perfil e às metas futuras de acompanhamento e aprimoramento do mesmo.

II. PERFIL DO EGRESSO

As quatro metas básicas que foram consideradas no Projeto anterior, na construção da estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica, e selecionadas no que diz respeito ao perfil esperado do futuro Engenheiro dele oriundo, foram mantidas, norteando o trabalho da Comissão Coordenadora do Curso de Engenharia Elétrica (CoC-EE). Tais metas são:

- ⇒ Base científica forte;
- ⇒ Mente criativa;
- ⇒ Habilidade para absorver e gerar novas tecnologias e conhecimentos; e
- ⇒ Capacidade para responder às mudanças circunstanciais do mercado de trabalho.

Uma parte substancial da estrutura curricular ainda está baseada naquela com início de vigência em 1997, a qual ocorreu com a Resolução 48/76, relativa ao Currículo Mínimo Federal.

Após a extinção deste currículo pela nova LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), propostas de diretrizes curriculares foram construídas. Muitas destas propostas, originadas das discussões e debates que houve em torno destas diretrizes, foram agregadas à grade curricular deste curso. Para completar os objetivos principais citados acima, considera-se importante incluir no perfil esperado do engenheiro eletricitista com ênfase em Sistemas de Energia e Automação vários dos pontos que fazem parte da atual proposta das diretrizes curriculares do MEC.

O perfil do egresso de um curso de Engenharia Elétrica compreenderá uma sólida formação técnica-científica e profissional geral, que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística em atendimento às demandas da sociedade. Faz parte do perfil do egresso a postura de permanente busca da atualização profissional.

Este engenheiro deverá ter competências e habilidades para:

- a) Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais aos problemas de engenharia elétrica;
- b) Projetar e conduzir experimentos em engenharia elétrica e interpretar seus resultados;
- c) Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos na área de engenharia elétrica;
- d) Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia elétrica;
- e) Identificar, formular e resolver problemas de engenharia de elétrica;
- f) Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g) Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas elétricos e eletrônicos;
- h) Avaliar criticamente ordens de grandeza e significância de resultados numéricos;
- i) Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) Atuar em equipes multidisciplinares;
- k) Compreender e responder com ética e a responsabilidade profissional; e
- l) Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

III. DESCRIÇÃO DA GRADE CURRICULAR

A atual estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica – ênfase em Sistemas de Energia e Automação – é baseada no sistema de créditos¹ e teve seu início

¹ 1 crédito de aula teórica (T) = 1 crédito de aula de laboratório (L) = 15 horas-aula num semestre;
1 crédito de trabalho (Tr) = 30 horas-aula em um semestre.
Duração da hora-aula = 60 minutos.

de implantação no ano de 2003, com diversas alterações e adaptações ocorrendo anualmente na busca de atualização das ementas, da forma de apresentação e disposição de disciplinas e atividades. Os estudos que originaram esta estrutura tiveram por base atingir os seguintes objetivos gerais.

- ⇒ Tendência à redução no número de horas-aula de disciplinas expositivas;
- ⇒ Antecipação para os primeiros períodos do curso das disciplinas que tratam dos fundamentos da Engenharia Elétrica;
- ⇒ Revisão do conteúdo e de sua distribuição nas disciplinas;
- ⇒ Manutenção de uma intersecção razoável (acima de 70%) entre as Ênfases em Eletrônica e em Sistemas de Energia e Automação (SEA);
- ⇒ Estabelecimento de uma estrutura mínima que pudesse conferir uma formação plena ao estudante permitindo atuar futuramente em qualquer subárea da Engenharia Elétrica; e
- ⇒ Organização da parte final do curso conferindo-lhe coerência e flexibilidade, riqueza de opções e facilidade de adaptação às mudanças tecnológicas.

Com a extinção do currículo mínimo federal, foram implementadas algumas alterações em termos de redução de carga horária em aulas expositivas. Algumas disciplinas também têm sido alvo de mudanças, com introdução de novos conceitos metodológicos que privilegiam o trabalho fora da sala de aula, em projeto e em equipe. Foi mantida ainda, a tendência a um grau de generalização, evitando uma especialização muito restrita. São mantidas apenas as duas ênfases citadas na Introdução, com uma porcentagem razoável de área comum, permitindo uma formação vasta, independentemente da ênfase escolhida. A antiga divisão, caracterizada pelo ciclo básico e ciclo profissionalizante, já fora deixada de lado anteriormente.

Conceitualmente as disciplinas são divididas nas categorias abaixo relacionadas:

1. Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena;
2. Disciplinas Obrigatórias da Ênfase;
3. Disciplinas Optativas Eletivas da Ênfase; e
4. Disciplinas Optativas de Livre Escolha.

Sucintamente, podem ser consideradas Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena aquelas que já dão uma formação completa para um engenheiro eletricista. As Disciplinas Obrigatórias da Ênfase solidificam uma área de atuação mais específica deste engenheiro. As disciplinas Optativas Eletivas aprofundam estudos em determinadas subáreas, permitindo certo grau de especialização para aqueles estudantes que assim o desejarem. Disciplinas Optativas de Livre Escolha complementam necessidades próprias dos estudantes em qualquer área do conhecimento, podendo ser adotadas ou não. O diagrama da figura 1 mostra esquematicamente o encadeamento desta estrutura curricular para as duas ênfases do curso de Engenharia Elétrica.

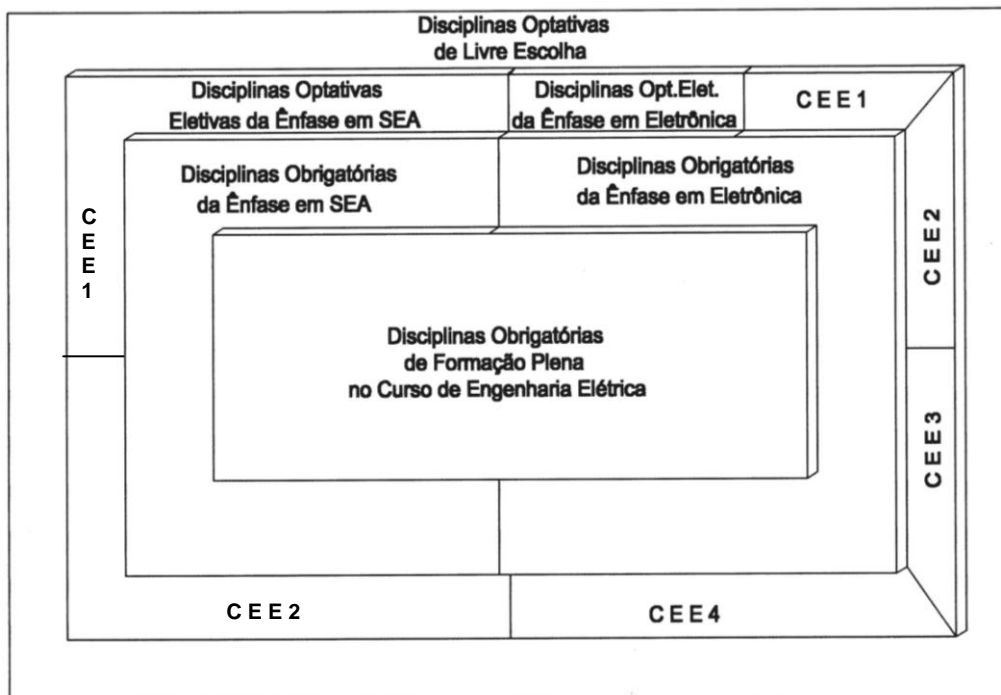


Figura 1 - Encadeamento da estrutura curricular vigente do Curso de Engenharia Elétrica

Os itens a seguir definem os objetivos gerais e específicos a serem atingidos pelas diversas categorias de disciplinas apresentadas acima.

III.1 Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena

Este conjunto forma o núcleo central da estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica. O objetivo principal deste núcleo é fornecer ao estudante uma formação ampla na área de Engenharia Elétrica, nas duas Ênfases, não sendo concentrado apenas nos anos iniciais do curso, mas distribuído ao longo dos dez períodos normais de sua duração. Relativamente ao número total de horas para a obtenção do diploma de cada uma das ênfases (4005 em Sist. Energia e Automação), este núcleo central representa quase 72% do total.

Os conteúdos destas disciplinas devem fornecer ao estudante uma formação completa em Engenharia Elétrica. São responsáveis por fornecer toda a base científica, a formação geral de Engenharia, as ferramentas de análise e síntese, e a formação específica em Engenharia Elétrica. A finalidade é possibilitar ao estudante ter uma visão geral e aprofundada o suficiente para poder “transitar” em todos os campos da Engenharia Elétrica, de tal forma que possa trabalhar nas mais diversas áreas, adaptando-se, por meio de estudos continuados, às alterações circunstanciais do mercado. Pode-se dizer que, somente com o conhecimento do conteúdo constante deste núcleo, o estudante já tenha completado sua formação em Engenharia Elétrica, isto é, ele já possa ser considerado um engenheiro eletricitista. Na verdade, este núcleo deve ter “um pouco de tudo” da formação do engenheiro eletricitista. No entanto, este “pouco de tudo” não deve significar falta de profundidade.

Espera-se que o futuro engenheiro não seja capaz apenas de atuar nas diferentes subáreas da Engenharia Elétrica, mas também em qualquer das áreas associadas, tanto com o conhecimento adquirido nas próprias disciplinas, quanto pela capacidade desenvolvida, de tal forma a lhe permitir estudos de auto-aprendizado. No entanto, sem perder profundidade suficiente, objetiva-se atualmente que as cargas horárias presenciais destas disciplinas sejam, na medida do possível, minimizadas em favor de novos mecanismos metodológicos de ensino/aprendizado, que privilegiem a realização de trabalhos/projetos de síntese e integração de conhecimento.

As disciplinas que compõem este núcleo de formação plena são apresentadas na Tabela A1 do Apêndice A. Estas disciplinas são divididas nas seguintes áreas/campos do conhecimento:

- 1) Matemática
- 2) Física
- 3) Química
- 4) Computação e Informática
- 5) Desenho
- 6) Engenharia Elétrica
- 7) Gerência e Administração
- 8) Tópicos de Ciências Humanas e de Ciências Ambientais
- 9) Tópicos relativos às outras áreas de Engenharia.

O número de créditos e de horas-aula constantes das disciplinas referentes a cada uma das áreas anteriores (vide Tabela A1 do Apêndice A) é descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Áreas relativas às Disciplinas de Formação Plena

	Créditos	Horas
Física	14	210
Química	4+1Tr	90
Matemática	32	480
Comp. e Inf.	8+2Tr	180
Desenho	2	30
Eng. Elétrica	72+18Tr	1620
Ger. e Admin.	7	105
Outras Engenharias	4	60
Hum. e Amb.	3+1Tr	75
Total	146+22Tr	2850

O peso elevado de Matemática (quase 17%, e que sobe a 23%, quando também considerada a área de Computação) e Física (8,3%) dentro deste núcleo evidencia a importância das duas e está de acordo com a característica procurada para o perfil do formando: *ter uma base científica forte*. A ênfase mais forte na Matemática, que exige a compreensão e o desenvolvimento de um *raciocínio abstrato*, também colabora com um peso considerável em outra característica procurada do perfil do formando, qual seja o de desenvolver uma *mente criativa*. Além disso, a compreensão forte da Matemática e

da Física é de vital importância na característica *habilidade para absorver e gerar novas tecnologias e conhecimentos*.

O conjunto formado pelas disciplinas de Gerência e Administração (3,7%), Humanidades e Ciências Ambientais (2,6%) e Outras Engenharias (2,1%), também perfazem um percentual razoável (8,4%) deste núcleo de formação plena. Basicamente, procura-se com este conjunto prover uma formação geral ao futuro engenheiro. Com a extinção do Currículo Mínimo Federal (CMF), esta parte da estrutura curricular sofreu uma alteração razoável em relação ao currículo anterior, tanto em termos de conteúdo quanto de carga horária.

A disciplina referente ao assunto Desenho entra nesta estrutura com algumas modificações em relação à estrutura anterior, sendo que seus objetivos são o de proporcionar uma visão gráfica e espacial, bem como capacitar o estudante para a representação esquemática, plana e espacial de plantas, peças e esquemas elétricos, utilizando recursos de informática. Alteração curricular aprovada em 2011 propõe que conceitos relacionados à utilização de *softwares* como CAD-CAM (*Computer-Aided Design e Computer Aided Manufacturing*) também sejam introduzidos.

As disciplinas referentes à matéria de Química foram reduzidas em carga horária, em relação à estrutura antiga, a um mínimo necessário para o Engenheiro Eletricista, principalmente em relação à Eletroquímica.

A área de Computação e Informática representa 6,3% desta parte da estrutura curricular. Basicamente, esta área está composta de duas disciplinas relativas aos princípios de computação (o uso do computador, *softwares* básicos: sistemas operacionais, editores de textos, pacotes científicos, etc.) e a linguagens de programação (C e Python), e uma de cálculo numérico, que são oferecidas pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP). Por outro lado, a informática e sua utilização em problemas de Engenharia fazem parte da metodologia de ensino de várias outras disciplinas. Várias ferramentas de informática já são introduzidas em aulas práticas, desde o primeiro ano do curso, fortalecendo os conhecimentos dos estudantes nesta área. É o caso da disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, que tem introduzido a utilização de vários pacotes de *software*, tais como, *Electronic Workbench, Word, PowerPoint, Origin*, etc. Nas disciplinas de Cálculo I e Cálculo II também tem sido introduzida a utilização dos *softwares Mathematica e MatLab*.

As disciplinas da área de Engenharia Elétrica, cujos créditos totalizam mais de 56% deste núcleo central de formação plena, devem fornecer uma formação completa ao estudante, independentemente das possíveis especializações e aprofundamentos que perfazem o restante do currículo. As disciplinas relativas a esta área (vide Tabela A1 do Apêndice A) são divididas em subáreas distintas:

Disciplinas Básicas:	créditos
• Introdução à Engenharia Elétrica	2 T
• Projetos em Engenharia Elétrica	1 T + 1Tr
• Medidas e Circuitos Elétricos	4 T + 1Tr

• Laboratório de Medidas e Circuitos Elétricos	2 L
• Circuitos Elétricos I	4 T + 1 Tr
• Circuitos Elétricos II	4 T + 1 Tr
• Eletromagnetismo	4 T
• Semicondutores	2 T
• Ondas Eletromagnéticas	4 T
• Sinais e Sistemas em Engenharia Elétrica	4 T
• Processamento Digital de Sinais	2 T
• Projeto de Formatura (I e II)	7 Tr
• Estágio Supervisionado	6 Tr

Disciplinas de Eletrônica:

• Circuitos Eletrônicos I	4 T
• Circuitos Eletrônicos II	4 T
• Sistemas Digitais	4 T
• Laboratório de Sistemas Digitais I	2 L
• Introdução à Organização de Computadores	2 T
• Aplicação de Microprocessadores I	2 T+1 Tr
• Eletrônica de Potência	4 T

Disciplinas de Sistemas de Energia

• Instalações Elétricas	2 T + 2 Tr
• Conversão Eletromecânica de Energia	4 T
• Laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia	2 L

Disciplinas de Controle

• Fundamentos de Controle	4 T
• Laboratório de Fundamentos de Controle	2 L

A partir dessa divisão nas subáreas apresentadas, determinam-se os dados quantitativos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2
 Distribuição das Cargas das Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena na
 Área de Engenharia Elétrica

	Créditos	Horas
Básicas	33+17Tr	1005
Eletrônica	22+1Tr	360
S. de Energia	11	165
Controle	6	90
Total	72+18Tr	1620

O subconjunto de disciplinas básicas (62% do conjunto da Engenharia Elétrica) do núcleo de formação plena tem como objetivo fornecer a conceituação e as ferramentas necessárias para a formação do engenheiro. Este subconjunto compõe-se de

uma disciplina de introdução à Engenharia Elétrica, logo no primeiro semestre do curso, com o objetivo principal de motivar e situar o estudante dentro da sua futura profissão e do curso que o mesmo está iniciando, já lhe fornecendo uma série de ferramentas de informática. Ainda neste subconjunto, desde a alteração curricular que entrou em vigor em 2012, tem-se a disciplina de Projetos em Engenharia Elétrica, introduzida como um projeto-piloto com o intuito de trazer ao aluno uma visão geral sobre o desenvolvimento de linhas de pesquisa em Engenharia Elétrica e do processo de trabalho em conjunto para elaboração de projetos, logo no primeiro ano do curso. As outras disciplinas que compõem este conjunto tratam da conceituação básica das matérias de Engenharia Elétrica que deverão acompanhar o estudante durante toda a sua formação dentro e fora da escola. São elas: Circuitos Elétricos, Circuitos Elétricos e Medidas, Eletromagnetismo e Conversão Eletromecânica de Energia. Há também a disciplina Sinais e Sistemas em Engenharia Elétrica e a disciplina Processamento Digital de Sinais, que auxiliam na utilização da conceituação da matemática dentro da Engenharia Elétrica. Finalmente, dentro deste subconjunto faz parte o Projeto de Formatura obrigatório.

O subconjunto das disciplinas de Eletrônica compõe 22,2% do conjunto de Engenharia Elétrica dentro do núcleo de formação plena. Este subconjunto visa dar conhecimentos nos principais temas da Eletrônica para todos os estudantes, sendo dividido nas subáreas de Eletrônica Digital e Eletrônica Analógica. As disciplinas da área de Eletrônica Analógica fornecem aos estudantes os conhecimentos e competências em dispositivos semicondutores, em análise e projeto de circuitos eletrônicos e aplicações de circuitos integrados lineares, bem como em temas como modulação e demodulação, amplificadores discretos e integrados, etc. As disciplinas da subárea de Eletrônica Digital fornecem o conhecimento aos estudantes em matemática discreta, circuitos e sistemas digitais e estruturas de microprocessadores e microcomputadores, bem como as competências em projetos que utilizam estes sistemas. Nos laboratórios, os estudantes adquirem as habilidades de medidas com equipamentos eletrônicos, bem como a realização prática dos conceitos obtidos e suas aplicações em projetos. Este subconjunto contém a disciplina teórica de Eletrônica de Potência, já que seu conteúdo extrapola os conteúdos das disciplinas de Eletrônica Analógica e Eletrônica Digital, englobando conceitos advindos dessas duas últimas, ainda que seja um conjunto extraordinário de ferramentas para controle aplicado.

As disciplinas obrigatórias do subconjunto de Sistemas de Energia perfazem 10,2% do conjunto da Engenharia Elétrica dentro do núcleo de formação plena. Os temas básicos tratados dentro da área de sistemas de energia englobam instalações elétricas e conversão eletromecânica de energia. As disciplinas de Instalações Elétricas permitem aos estudantes a realização de projetos de instalações elétricas residenciais e industriais, sendo, portanto, altamente aplicadas, também incluindo projetos. As disciplinas de teoria e laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia introduzem englobam conceitos como propriedades magnéticas de materiais, circuitos magnéticos com uma ou mais excitações, transformadores e os princípios de funcionamento de máquinas elétricas de máquinas de corrente alternada e contínua, tendo como foco estas últimas. Todas essas disciplinas tratam de tópicos básicos e conceituais que devem ser de conhecimento de todos os futuros engenheiros eletricitas, independentemente da ênfase sendo cursada.

As disciplinas da área de Controle – Fundamentos de Controle e Laboratório de Fundamentos de Controle – representam 5,6% do conjunto de Engenharia Elétrica e fornecem toda a base de controle clássico, teoria e verificação experimental; o conteúdo de controle por variáveis de estado e mais sofisticado pode ser visto em disciplinas não obrigatórias, como é descrito mais à frente.

As disciplinas de Engenharia Elétrica dentro do núcleo de Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena, pela sua composição, demonstram a forte interdisciplinaridade que ocorre nesta área: conceitos de eletrônica (analógica, digital e de potência), conceitos de sistemas de energia (materiais, instalações elétricas e conversão eletromecânica de energia) e controle, com amplas interligações em termos de aplicações: conversores eletrônicos, acionamentos eletro-eletrônicos e dispositivos eletrônicos para diversos fins, em baixa, média e alta potência.

III.2 Disciplinas Obrigatórias da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

As Disciplinas Obrigatórias apenas para a Ênfase em Sistemas de Energia e Automação têm a finalidade de complementar os conhecimentos de seus alunos e estão listadas na Tabela A2, do Apêndice, onde se verifica que o número de créditos nesta modalidade de disciplinas é 42 (30T+10L+2Tr). Com exceção de uma disciplina de laboratório de eletrônica, que complementa a formação prática em Eletrônica, todas as outras disciplinas têm por finalidade disponibilizar ao estudante da Ênfase um sólido conjunto de conhecimentos visando estruturar sua base e definindo bem os caminhos que trilharão. A partir do sexto período, quando o estudante já cursou disciplinas como Circuitos Elétricos, Eletromagnetismo e, paralelamente, estiver cursando Conversão Eletromecânica de Energia, as disciplinas ligadas à formalização dos Sistemas de Energia passam a ser ministradas, tais como Geração de Energia Elétrica, Análise Estática de Sistemas de Energia Elétrica, Linhas de Transmissão de Energia Elétrica, Distribuição de Energia Elétrica, Cálculo de Curto-Circuito, Automação (voltada para Sistemas de Energia, mas funcionando como base para sua aplicação em Sistemas Industriais), a aplicação de técnicas de Processamento Digital de Sinais, o conhecimento dos ciclos térmicos aplicáveis à geração térmica, via disciplina Fundamentos Termodinâmicos e a disciplina Máquinas Elétricas, em teoria e laboratório, presentes em todas as fases dos Sistemas de Energia.

III.3 Disciplinas Optativas Eletivas da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

As disciplinas optativas eletivas têm a função de complementar a formação do estudante em assuntos de seu interesse específico. Estas disciplinas têm como característica o aprofundamento de conhecimento em algum tema específico e/ou a característica de tratar de assuntos tecnológicos e/ou científicos mais avançados dentro

de subáreas da Engenharia Elétrica, os quais normalmente costumam ser vistos ou em cursos de especialização, ou em programas de pós-graduação. Esta parte da estrutura curricular lhe permite um alto grau de flexibilidade, pois pode ser mudada com grande facilidade por ser constituída de disciplinas optativas. Estas disciplinas podem ser alteradas e/ou substituídas, ou serem acrescentadas outras de acordo com os avanços tecnológicos, científicos e conveniências de mercado, além de disponibilidade de professores com os conhecimentos necessários nas subáreas específicas.

As disciplinas desta modalidade definirão as possíveis tendências a que os estudantes poderão dirigir-se com o andamento do curso, podendo escolher disciplinas, dentre 32 disponíveis totalizando 98 créditos, mostradas na Tabela A3 do Apêndice, devendo cursar no mínimo 35 créditos para a obtenção do Diploma. Dentre estas disciplinas, um subconjunto bem definido já fornece uma boa orientação para os estudantes que tenderem para a tradicional subárea de Sistemas Elétricos de Potência; para os estudantes que apresentem tendência à subárea de Sistemas de Controle, é possível montar-se um subconjunto de disciplinas tais como: Controle de Sistemas Lineares, Aplicação de Microprocessadores II, Aplicação de Processamento Digital de Sinais, Controle Digital, Engenharia de Software, Sistemas Inteligentes, Acionamento e Controle de Máquinas Elétricas, Controle de Robôs, Transdutores, Rede de Comunicação Industrial e Laboratório de Projetos de Engenharia.

III.3.1. Certificado de Estudos Especiais em Subáreas da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

Dentro do conjunto de disciplinas optativas eletivas, o aluno poderá escolher um subconjunto coerente que lhe dará o direito a receber um certificado extra de conhecimentos, além do certificado normal e do diploma de conclusão de curso – denominado de **Certificado de Estudos Especiais (CEE)**. Atualmente neste Projeto estão propostos dois CEEs caracterizados por disciplinas nas subáreas de **Sistemas Elétricos de Potência** e de **Sistemas de Controle**, conforme apresentados a seguir.

III.3.1.1. CEE em Sistemas Elétricos de Potência (CEE1)

O CEE em Sistemas Elétricos de Potência foi concebido a partir de estudos de um grupo de professores ligados à área, a fim de que o estudante adquira conhecimentos mais avançados também em computação e princípios de comunicações, habilidades requeridas para muitos engenheiros interessado em seguir carreira nesse campo (energia em geral e sistemas de energia em particular). Para obter o CEE em Sistemas Elétricos de Potência, o estudante deverá cumprir disciplinas optativas eletivas constantes do **subconjunto 1** das Tabelas A4 do Apêndice A, que é composto de 18 disciplinas das áreas acima mencionadas. Ele deverá cursar um mínimo de 31 créditos entre os 59 disponíveis para obter esse CEE.

III.3.1.2. CEE em Sistemas de Controle (CEE2)

O CEE em Sistemas de Controle foi concebido para que o estudante adquira conhecimentos mais avançados em computação e controle. A proposta geral de criação tanto desse Certificado como do em Sistemas Elétricos de Potência teve como objetivo,

além de estabelecer um modelo curricular desta ênfase mais uniforme em relação à ênfase em Eletrônica do curso, também organizar as disciplinas optativas eletivas disponíveis de modo a orientar melhor os estudantes na sua escolha. No caso desse CEE, o estudante deverá cumprir disciplinas optativas eletivas constantes do **subconjunto 2** das Tabelas A4 do Apêndice A, que é composto de 20 disciplinas mais correlacionadas a essa linha. Ele deverá cursar também um mínimo de 31 créditos entre os 54 disponíveis para obter esse CEE.

III.4 Disciplinas Optativas Livres da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

O aluno da ênfase em Sistemas de Energia e Automação não necessita agregar nenhum crédito em disciplinas optativas de livre escolha; entretanto, poderá cursar, por exemplo, as seguintes disciplinas nesta categoria:

- A Ética e a Responsabilidade Social em Engenharia	4 T
- Ergonomia Aplicada ao Projeto de Produtos Industriais	4 T
- Introdução à Mecânica Automobilística	4 T
- O Engenheiro como Agente Ético	4 T
- Gestão Ambiental para Engenheiros	2 T
- Habilidades Sociais	2 T

Considerando a ênfase em atividades acadêmicas complementares que se tem dado, em acordo com as transformações que vão sofrendo a filosofia do curso (vide detalhamento na Seção V), processos de intercâmbio com o Exterior têm sido reforçados com vistas a uma ampliação da visão de mundo do estudante. Como consequência, muitas disciplinas cursadas em Universidades estrangeiras têm sido usadas como complementação da formação mais global desse estudante, e acrescidas no elenco das disciplinas optativas livres de seus currículos.

III.5 Integralização dos créditos para a Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

A Tabela 3 mostra um resumo das cargas em termos de créditos e hora-aula para a Ênfase em Sistemas de Energia e Automação.

Tabela 3 – Resumo dos números de créditos e das horas-aula para a Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

Tipo	Créditos	Horas
Formação Plena	143+25Tr	2895
Obrigatórias da Ênfase	31+5Tr	615
Optativas Eletivas	35	525
Total	209+30Tr	4035

É importante observar que, das 4035 horas-aula totais, o aluno cursa atualmente em sala de aula, ou laboratório, 3315 horas, sendo as 720 horas complementares em trabalho realizado “em campo” (como, por exemplo, estágios, projetos, testes de campo, etc).

As Tabelas 4 e 5 mostram um resumo dos números de créditos e horas-aula necessários para o aluno do Curso Engenharia Elétrica – Ênfase em Sistemas de Energia e Automação obter o Diploma, e os **Certificados de Estudos Especiais**, respectivamente em **Sistemas Elétricos de Potência** e em **Sistemas de Controle**.

Tabela 4 - Resumo dos números de créditos e horas-aula necessários para obter o CEE em Sistemas Elétricos de Potência

Tipo	Créditos	Horas
Formação Plena	143+25Tr	2895
Obrigatórias da ênfase	31+5Tr	615
Optativas Eletivas (CEE1)	31	465
Optativas Eletivas (gerais)	4	60
Total	209+30Tr	4035

Tabela 5 - Resumo dos números de créditos e horas-aula necessários para obter o CEE em Sistemas de Controle

Tipo	Créditos	Horas
Formação Plena	143+25Tr	2895
Obrigatórias da ênfase	31+5Tr	615
Optativas Eletivas (CEE2)	31	465
Optativas Eletivas (gerais)	4	60
Total	209+30Tr	4035

IV. O ENCADEAMENTO DA GRADE CURRICULAR

A estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica da EESC pauta-se no sistema de requisitos (prévios e paralelos). Assim, o Curso de Engenharia Elétrica não é um curso seriado, mas um curso de créditos calcado em um sistema de requisitos. É inerente, portanto, a este tipo de curso, a situação de alunos fora do perfil, sendo necessária uma gestão cuidadosa desta característica.

Como, porém, essa questão é também dependente das normatizações estabelecidas em órgãos superiores de gerenciamento do curso (CG – Comissão de Graduação – da EESC/USP e Conselho de Graduação da USP), nos últimos cinco anos, a rigidez sequencial esteve atrelada à impossibilidade de o aluno cumprir determinadas disciplinas encadeadas quando não aprovado em seu pré-requisito correspondente.

Por meio de observação das tabelas do Apêndice, vê-se que as Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena estão distribuídas ao longo dos cinco anos (dez semestres ou períodos) do curso. Já a partir do segundo semestre do curso, algumas importantes disciplinas da área específica de Engenharia Elétrica já se entrelaçam com as disciplinas de formação básica (Física, Matemática e outras) retirando o aspecto de sequencialidade que havia na estrutura curricular do final do Século XX, caracterizada por um Curso Básico (predominantemente Física e Matemática) de dois anos, seguido do Curso Profissionalizante (demais disciplinas de Engenharia Elétrica e outras) nos três anos seguintes. Este relacionamento simultâneo das disciplinas exige metodologias mais adequadas e modernas de ensino/aprendizado, equivalente aos métodos modernos utilizados em Engenharia Concorrente, despertando os estudantes mais cedo para suas áreas de interesse profissional e as respectivas ligações com um embasamento científico forte.

Apesar do desmembramento em termos de ênfases do curso, as Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena formam um corpo único para as duas ênfases nomeadas na Introdução deste Projeto Pedagógico, representando 72% das horas-aula do total da estrutura curricular da ênfase em Sistemas de Energia e Automação. A maioria das disciplinas obrigatórias da ênfase é oferecida a partir do sexto período (terceiro ano) do curso e correspondem a outros 15% do total de horas-aula necessário para a obtenção do diploma.

Já as Disciplinas Optativas Eletivas não se prendem a uma estrutura sequencial rígida e podem ser introduzidas em qualquer período, desde que sejam obedecidos os requisitos necessários. Algumas delas devem ser cursadas somente no fim do curso, haja vista características importantes entre elas e, muitas vezes, a necessidade de maior maturidade do aluno.

Por fim, nesse sentido, é importante frisar que é proposta para o próximo período desse Projeto Pedagógico a reavaliação do encadeamento de algumas disciplinas obrigatórias e optativas na grade curricular, de modo a permitir não apenas que o aluno possa antecipar o estudo de determinadas habilidades específicas, como uma melhor distribuição dos créditos e, portanto, das horas de estudo ao longo do curso.

V. FILOSOFIA DO CURSO

(ADENDO, COMO RESULTADO DO PROCESSO DE REVISÃO DO PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO DO CURSO – 2011)

Como efeito do processo de revisão do Projeto Político-Pedagógico (PPP) do curso de Engenharia Elétrica (em ambas as ênfases) da EESC/USP, conduzido pela sua Comissão Coordenadora ao longo do ano de 2011, alguns aspectos foram alterados ou incorporados à filosofia de ação descrita no Projeto existente, em particular em algumas seções específicas.

Um dos trabalhos realizados nesse período procurou dar especial atenção a uma profunda análise sobre o que se espera do perfil que o curso deseja formar para o seu egresso nos próximos 10 anos. A partir de discussões que vêm sendo conduzidas pela Comissão Coordenadora do curso nos últimos anos, afloram questões do tipo:

- Como dar uma formação humanística e de responsabilidade social a esse aluno?
- Como adaptar novos estudos e literatura relacionados à educação superior nesta última década à cada vez mais necessária integração de conhecimentos, habilidades e procedimentos, num mundo de altas velocidades de mudança?

Com base numa reavaliação – já prevista na edição anterior – desse Projeto, sobretudo em relação às seções precedentes, o grupo de trabalho responsável por essa análise diagnosticou os seguintes aspectos:

(a) do ponto de vista conceitual, o PPP do curso de Engenharia Elétrica ainda era fortemente focado na cultura de que o currículo se confunde com a grade curricular, seus conteúdos cognitivos e suas respectivas cargas horárias (ainda que trouxesse em sua concepção vários elementos modernizadores em acordo com as diretrizes curriculares nacionais);

(b) do ponto de vista metodológico, ainda predominavam metodologias tradicionais de ensino voltadas à exposição de conteúdos cognitivos (embora fazendo menção já à necessidade de tornar o ensino mais participativo e ativo pelos estudantes por iniciativas, inclusive, da Comissão Coordenadora);

(c) do ponto de vista avaliativo, apresentava uma forte cultura de avaliação apenas de conteúdos cognitivos e sua memorização, sem explicitar quesitos de avaliação de habilidades e procedimentos, conforme as diretrizes curriculares e conceitos mais modernos da educação superior.

Assim, alvo de um estudo mais aprofundado entre diversos agentes do curso, entre membros da Comissão Coordenadora, professores do curso e alunos, esses aspectos conduziram a uma discussão por grupos de trabalhos, que levou cerca de um ano. A conclusão dos debates produziu relatórios que, reavaliados pelos membros da Comissão Coordenadora do curso, conduziram a propostas de mudanças em alguns pontos importantes e, principalmente, na questão do enfoque previsto neste Projeto àquelas premissas representadas pelas questões motivadoras expostas no início.

Desse modo, alguns adendos foram feitos a seções específicas no presente PPP. Esta seção – que resume as conclusões do grupo de trabalho e da Comissão Coordenadora no que se refere à filosofia de ação quanto aos processos cognitivos do

curso – passa agora a fazer parte do texto deste Projeto a fim de retratar de forma mais explícita o que se espera para o perfil do curso e do indivíduo que ele planeja formar.

O texto que se transcreve a seguir é a síntese das conclusões referentes a essa avaliação*, em que se retrata o que se entende ser a filosofia do curso de Engenharia Elétrica da EESC para a próxima década e se traçam algumas propostas para alcançar os objetivos previstos:

“Criação de um ‘esqueleto’ básico com um elenco de disciplinas inter-relacionadas para o estabelecimento – e desenvolvimento – de um **projeto** para o aluno, que utilizasse as ferramentas conceituais e práticas aprendidas. Essa filosofia também parte de uma conclusão consensual de que a mudança do paradigma de um curso estruturado com uma grade curricular de disciplinas nos moldes clássicos para o modelo proposto deve ocorrer de forma gradativa – em função do grande enraizamento cultural existente na formação e na prática de ensino dos docentes e de modo a se pensar no perfil de um egresso daqui, digamos, dez anos.

Em função disso: como estabelecer melhor a interdisciplinaridade para, assim, montar uma **estrutura direcionada a projeto**?

Entende-se então o modelo de eixo principal como um processo integrativo entre grupos ou módulos de disciplinas e/ou atividades. A ideia é que esses grupos ou módulos possam ser estabelecidos por áreas temáticas do curso (por exemplo, módulo de Circuitos, módulo de Sistemas Digitais e Microprocessados, módulo de Eletrônica de Potência, módulo de Máquinas Elétricas, etc.) ou por grupos de disciplinas afins ou inter-relacionadas. Esse modelo pressupõe um **processo de integração** em dois níveis – **horizontal**, que seria desenvolvido durante o semestre, e **vertical**, ao longo do curso, com alguns eixos temáticos.

As duas figuras no final dessa seção correspondem a diagramas esquemáticos desse modelo e são formas de buscar torná-lo mais elucidativo.

O eixo principal caracterizaria o perfil do egresso, cujo objetivo, em termos práticos, poderia ser atingido através da elaboração de um (ou mais) projeto(s) de Engenharia Elétrica, que daria uma visão mais elaborada ao aluno na maneira pela qual as ferramentas conceituais mais básicas aprendidas, principalmente nos primeiros anos do curso, podem e devem ser empregadas para a solução de problemas de engenharia. Com isso, poderiam, num primeiro momento, ser criados **grupos de atividades integradoras** por ano do curso, a fim de ajudar o aluno a atingir esse objetivo. Esses grupos seriam responsáveis principalmente por estabelecer as articulações necessárias entre os módulos da integração horizontal (ou os módulos integradores de competências).

Do ponto de vista prático, alguns aspectos a destacar:

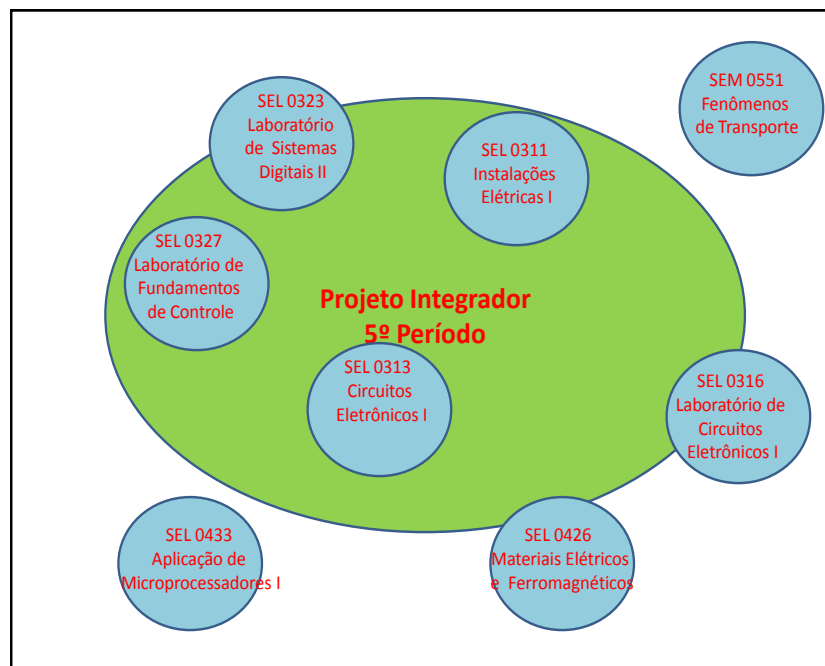
* Conforme ata da 201ª. reunião da CoC-Eng. Elétrica, de 09/02/2012

- uma maior participação dos grupos de pesquisa do Departamento de Eng. Elétrica e de Computação, principalmente (embora não de forma exclusiva), incluindo aí alunos de pós-graduação envolvidos nesses grupos, no sentido de auxiliar no estabelecimento das atividades integradoras e dos projetos;

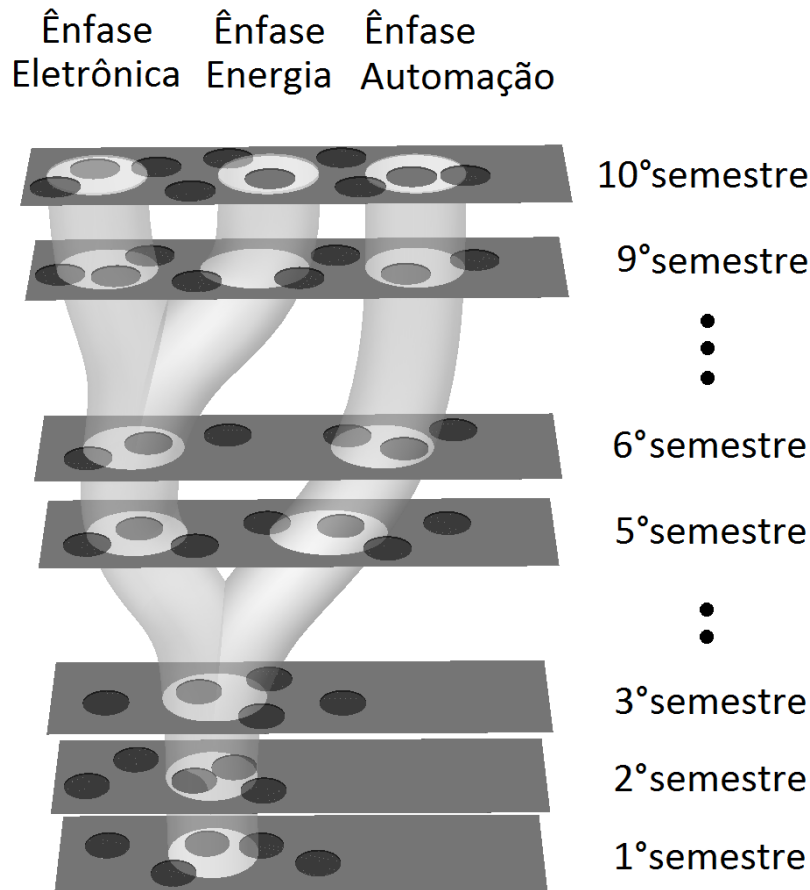
- estabelecimento de um projeto-piloto (ou mais) envolvendo algumas disciplinas existentes no currículo do curso hoje, que se associassem para planejamento da apresentação de aulas voltadas à execução de um projeto integrador aos alunos; nesse modelo, deve existir a figura de um coordenador do grupo que, naturalmente, emerge do conjunto de docentes envolvidos naquelas disciplinas, o qual levaria à orientação de grupos de alunos em formato de equipes com metas a serem alcançadas visando ao objetivo final.

Espera-se que as mudanças decorrentes ou motivadoras dessa nova filosofia de ensino/aprendizado ocorram de forma gradativa, mas sem pressa, uma vez que dependerão de voluntarismo de grupos de docentes responsáveis por alguns elencos de disciplinas e que, paralelamente, esse modelo seja incorporado na estrutura do curso. À CoC-EE caberá avaliar com calma ao longo dos próximos meses e anos – uma vez que entenda ser válida a proposta de tal modelo de integração e decida colocá-la em prática – quais são os projetos integradores e mesmo as disciplinas envolvidas na sua formulação, a fim de garantir o sucesso dessa reestruturação a longo prazo.

Integração Horizontal (no semestre)



Integração Vertical (no curso)
(por exemplo, com três eixos temáticos)



”

COMENTÁRIOS:

1) os aspectos mencionados nesse documento alinham-se também às determinações estabelecidas nas *Diretrizes Curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia* (Resolução CNE/CES 11, de 11/03/2002); procurando melhor atender, entre outros, o previsto no seu cap. 5º. (“Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes” e com “trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso” e o estímulo a “atividades complementares”);

2) mais especificamente nesses aspectos, atenção especial foi dada tanto às Atividades Acadêmicas Complementares previstas nesse contexto, quanto à síntese de conhecimentos através dos Projetos de Formatura, detalhados nas duas próximas seções desse Projeto Pedagógico.

VI. ATIVIDADES ACADÊMICAS COMPLEMENTARES

A formação do estudante em Engenharia Elétrica não pode e não deve se completar apenas através de suas atividades em salas de aula e estudos formais. Sua vida acadêmica deve ser mais ampla, permitindo a convivência com os mais diversos setores e agentes da Universidade.

Considerando essa visão, desde os primeiros anos do curso, os estudantes são incentivados a participar de programas de Iniciação Científica, nas mais diversas áreas de pesquisa e pós-graduação desenvolvidas nos laboratórios de pesquisa tanto do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, como de outros – da Escola de Engenharia de São Carlos e também dos Institutos de Física e de Ciências Matemáticas e Computação – que, de algum modo, dão suporte ao curso. Isso caracteriza um alto grau de interdisciplinaridade em sua formação. Por meio destes trabalhos de Iniciação Científica, que podem ser remunerados com Bolsas PIBIC-CNPq (institucionais) ou FAPESP (individuais), os estudantes entram em contato com alunos de pós-graduação, com métodos de desenvolvimento científico e geração de novos conhecimentos. Os resultados são, invariavelmente, apresentados anualmente no SIICUSP (Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo).

Vários estudantes de graduação também são incentivados a participar de trabalhos e projetos de prestação de serviços (Extensão) solicitados por segmentos da sociedade à Universidade, nos diversos departamentos, ou por meio da Empresa Júnior (EESC-Junior), órgão existente na Escola de Engenharia de São Carlos, de iniciativa dos alunos. Além disso, através do desenvolvimento de projetos mais especializadas em determinadas áreas com a criação de grupos interdisciplinares de pesquisa e competições (como, por exemplo, em Robôs, Carro Elétrico, Baja, entre outros), a participação do aluno do curso tem também crescido nessas áreas, e o presente Projeto também contempla com ênfase especial esse aspecto.

De modo a incentivar a atuação tanto de estudantes quanto de professores nestas atividades, existem quatro disciplinas optativas livres, Atividades Complementares em Engenharia Elétrica I, II, III e IV, que visam proporcionar e registrar no histórico escolar do estudante a carga horária realizada nestas atividades, além de proporcionar aos docentes do Curso a possibilidade de registrar em sua carga horária o tempo que os mesmos disponibilizam a realizar esse trabalho.

A EESC e o Campus de São Carlos da USP oferecem, também, a possibilidade de complementação de formação dos alunos através de cursos de informática, cursos de línguas e atividades culturais através do Centro Cultural, bem como outras atividades desenvolvidas por iniciativas próprias dos estudantes através de seu Centro Acadêmico (CAASO) e das Secretarias Acadêmicas das diversas áreas, particularmente a SA-SEL para a Engenharia Elétrica. Além destas atividades, diversos alunos participam como representantes discentes em órgãos colegiados e administrativos da Universidade, de acordo com os preceitos estatutários da mesma.

Todas estas atividades complementam e reforçam a aquisição das competências e habilidades necessárias para que o estudante atinja o perfil esperado do profissional em Engenharia Elétrica.

Os alunos realizam, por iniciativa própria, as semanas temáticas, quando são tratados os mais diversos assuntos relativos, principalmente, à sua formação. No caso do curso de Engenharia Elétrica, é realizado o *INTEGRA ELÉTRICA*, primeiro evento desse tipo no campus USP São Carlos, que teve sua primeira edição ainda em 1995. Alterações no formato e novidades tecnológicas e de mercado têm pautado esse evento, que passou a ser mais um elemento de incentivo dentro desse Projeto no que se refere à participação discente em atividades complementares.

Esse Projeto também prevê apoio formal a projetos elaborados pelos alunos do curso relativos à realização de viagens didáticas, com intuito de ampliar horizontes e conhecimentos correspondentes a conceitos sendo vistos em determinadas disciplinas. Diretrizes estabelecidas pela CoC-EE orientam a elaboração dos projetos e das viagens, que devem sempre estar associadas à filosofia desse Projeto Pedagógico e a tópicos de disciplinas do curso – e sob a responsabilidade de um docente.

Adicionalmente, no atual período, grande incentivo tem sido dado – tanto do ponto de vista institucional, como em termos de política em nível federal – à realização de intercâmbios internacionais. Dada a importância desse aspecto à formação mais global do estudante em Engenharia Elétrica, este Projeto também insere a perspectiva de apoio à complementação da capacitação do estudante do curso de Engenharia Elétrica através desses mecanismos de intercâmbio, prevendo a elaboração e cumprimento de planos de estudos que permitam aos interessados, sobretudo, agregar conhecimento extra à sua formação nos períodos cursados em instituições estrangeiras de renome na área.

Finalmente, salienta-se que desde 2015 as atividades acadêmicas complementares podem ser registradas no histórico escolar do estudante. Esta medida foi aprovada pelo Conselho de Graduação em maio de 2014 e começou a vigorar no início de 2015, como mais uma maneira de estimular os estudantes a se dedicarem a tais atividades.

ADENDO, COMO RESULTADO DO PROCESSO DE REVISÃO DO PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO DO CURSO – 2011

Como efeito do processo de revisão do Projeto Político-Pedagógico do curso de Engenharia Elétrica (em ambas as ênfases) da EESC/USP, conduzido pela sua Comissão Coordenadora ao longo do ano de 2011, alguns aspectos foram alterados ou incorporados à filosofia de ação descrita no Projeto existente, em particular em algumas seções específicas.

Após revisão dos aspectos relativos à abordagem das Atividades Complementares dos alunos durante o curso, e aprovação do relatório do Grupo de Trabalho correspondente, em reunião da Comissão Coordenadora, a visão desse aspecto no atual Projeto fica atualizada conforme o que é transcrito a seguir**:

“Atividades complementares, como a participação dos alunos em grupos de desenvolvimento de projetos específicos e/ou voltados a competições universitárias, são altamente incentivadas a partir daqui pela coordenação do curso. Alguns dos grupos que desenvolvem trabalhos característicos dessas atividades são listados a seguir:

- (1) Grupo Mileage – projeto de carro elétrico;
- (2) Grupo WARTHOG – futebol de robôs;
- (3) Grupo do Baja;
- (4) Grupo do Fórmula SAE - Electric;
- (5) Grupo de Projetos SEMEAR.

Assim, atividades dos alunos do curso que estejam associadas a esses grupos – e outros similares que venham a ser criados com o mesmo intuito – são consideradas como oficialmente apoiadas pela Comissão de Coordenação do Curso que, em troca, solicitará relatório de resultados quando de solicitações oficiais. Incentiva-se, simultaneamente, a divulgação do curso, principalmente durante a realização de competições, assim como em atividades de promoção dos respectivos grupos e eventos.

Além disso, é oficialmente incentivada pela coordenação a participação de alunos em atividades de Iniciação Científica, para as quais deverá ser considerada a elaboração de estratégia para estímulo à realização de projetos nos mais variados âmbitos do curso. Também como resultado dessa nova forma de apoio, entende-se a necessidade de que as atividades complementares sejam utilizadas como mecanismo de divulgação do Curso, em eventos tais como a Feira de Profissões, incentivando também o Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação a apoiar a divulgação destas atividades para não apenas dar maior visibilidade das atividades realizadas pelos alunos do curso à sociedade, mas de estimular o engajamento de mais estudantes nos projetos coordenados pelos professores.

Por fim, também como consequência dessa filosofia, continua-se a apoiar oficialmente a realização do Integra Elétrica – evento anual de uma semana para discussão dos temas mais pertinentes ao curso e à carreira promovido pelos alunos há mais de 15 anos – com um viés, agora, na maior participação da Comissão de Coordenação de Curso nos seus aspectos organizacionais.”

** Conforme ata da 200ª. reunião da CoC-Eng. Elétrica, de 10/11/2011.

VII. PROJETO DE FORMATURA

VII.1. Histórico

Historicamente, no Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da EESC, o Projeto de Formatura era uma atividade optativa para o aluno. Para realizá-lo, o estudante devia ter um professor orientador e se matricular na disciplina *Projeto de Formatura*. Na primeira metade da década passada, foi elaborado um processo para viabilizar a obrigatoriedade deste projeto de final de curso. Entre outros procedimentos, trabalhou-se, por exemplo, com a formalização de vários dos trabalhos de Iniciação Científica e Tecnológica – desde sempre desenvolvidos por grande parte dos estudantes de graduação em Engenharia Elétrica como atividades complementares – também como Projetos de Formatura.

A partir de 2003, os alunos ingressantes passaram a ter em sua grade curricular *Trabalho de Conclusão de Curso* como disciplina obrigatória, com seis créditos de trabalho (6 Tr), ou 180 horas-aula. Originalmente o incentivo era para atuação de alunos em Projeto de Formatura a partir do terceiro ano do curso, quando já estariam absorvendo uma grande quantidade de assuntos relativos à provável área de atuação futura e com alguma visão da sua continuidade. A versão original do Projeto Pedagógico no que concerne o Projeto de Formatura definia-o como um fecho qualitativo do curso por parte do aluno. E, a partir do quinquênio anterior com mais ênfase, suas diretrizes foram estabelecidas e divulgadas entre os alunos.

Foi também por iniciativa original da Comissão Coordenadora do Curso de Engenharia Elétrica nesse período que as monografias dos Projetos de Formatura defendidas e aprovadas, com cópias arquivadas na Biblioteca Central do campus, passaram a ser catalogadas e inseridas em formato digital para disposição *on line* num sistema especialmente projetado e construído para isso. Esse projeto recebeu o nome de “Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos” e, embora inicialmente criado pelo Centro de Informática de São Carlos para atender as necessidades do curso de Engenharia Elétrica e, posteriormente, dos demais da Escola de Engenharia de São Carlos, hoje é um repositório de todos os trabalhos de conclusão de curso das unidades de ensino e pesquisa da USP que tenham interesse em armazenar esses tipos de trabalho em formato digital e disponibilizá-los para acesso gratuito na Internet.

VII.2. Diretrizes

As diretrizes elaboradas no período citado no item anterior definem essencialmente o que o Projeto Pedagógico espera das atividades e da elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso. Elas estão transcritas no Apêndice B e correspondem à mais recente atualização, conforme especificado a seguir.

ADENDO, COMO RESULTADO DO PROCESSO DE REVISÃO DO PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO DO CURSO – 2011

Como efeito do processo de revisão do Projeto Político-Pedagógico do curso de Engenharia Elétrica (em ambas as ênfases) da EESC/USP, conduzido pela sua Comissão Coordenadora ao longo do ano de 2011, alguns aspectos foram alterados ou incorporados à filosofia de ação descrita no Projeto existente, em particular em algumas seções específicas.

Após revisão dos aspectos relativos à forma de abordar o Projeto de Formatura no seu formato originalmente previsto como disciplina obrigatória pela Comissão Coordenadora no período anterior, e aprovação do relatório do Grupo de Trabalho correspondente, em reunião da Comissão Coordenadora, a visão desse aspecto no atual Projeto fica atualizada conforme síntese a seguir *** :

“Os trabalhos de conclusão de curso, referentes à disciplina Projeto de Formatura, passam, a partir de 2012, a ser encarados de forma peculiar, dadas as propostas de mudanças na filosofia da aplicação de conteúdos cognitivos – que passa a focar mais a visão de projeto do aluno como um dos resultados do processo de aprendizado. Assim, como parte da revisão do PPP do curso de Engenharia Elétrica, foram aprovadas novas diretrizes para nortear tanto a proposição, como a realização e a apresentação desse tipo de trabalho.

As mudanças mais substanciais, porém, em relação às diretrizes anteriores são resumidas nos itens abaixo:

- substituição da antiga disciplina única SEL 394 – Projeto de Formatura por duas disciplinas, a serem oferecidas em todos os semestres, porém consideradas como consecutivas para os alunos (idealmente no 8º. e no 9º. Períodos, respectivamente) – de tal modo que a nova Projeto de Formatura 1 (com 3 créditos Tr) seja pré-requisito para Projeto de Formatura 2 (4 créditos Tr), na qual o aluno apresenta efetivamente a sua monografia;

- estruturação da execução do processo de modo que o aluno se matricule inicialmente em Projeto de Formatura 1, com apresentação do plano de trabalho, a ser acompanhado pelo orientador, responsável pela nota no final do semestre, através da qual atestará se o que foi planejado inicialmente foi cumprido; a partir da aprovação nessa etapa, o aluno poderá matricular-se em Projeto de Formatura 2, quando concluirá a parte prática do trabalho, e entregará e defenderá sua monografia final;

- participação do orientador do aluno como membro da banca da defesa; e **necessariamente**, ao menos um dos membros da banca terá que ser pessoa ligada diretamente à área de Engenharia Elétrica para permitir avaliar se o trabalho está relacionado efetivamente aos temas dessa área – condição restritiva na avaliação;

*** Conforme ata da 199ª. reunião da CoC-Eng. Elétrica, de 29/09/2011.

- possibilidade de apresentação da defesa a qualquer momento do semestre, desde que devidamente acordado com o restante da banca proposta e aprovada pela CoC-EE;

- possibilidade de realização do trabalho em conjunto, isto é, por dois alunos ou mais, desde que partes integrantes de um projeto maior; nesse caso, a monografia poderá ser única e a defesa conjunta, com arguição individual de cada participante.”

VIII. ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

A grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica tem como obrigatória a atividade em Estágio, preferencialmente no final do curso. Sua formalização ocorre com a disciplina *Estágio Supervisionado*, com seis créditos de trabalho (6Tr), correspondendo a 180 horas-aula.

Devido à posição geográfica da cidade de São Carlos, grande parte dos estudantes realiza seus estágios nas regiões de São Paulo, Campinas, Ribeirão Preto e outras, sem muitas dificuldades de deslocamento. No entanto, este deslocamento demanda algumas horas, o que interfere na carga horária com que o aluno poderá cumprir o estágio. Por outro lado, parte dos alunos realiza seu estágio em São Carlos e região, pelo fato da cidade de São Carlos possuir um parque industrial calcado em alta tecnologia.

Para que o estudante possa realizar seu(s) estágio(s), a Universidade de São Paulo, por meio da EESC, mantém convênios com um número muito grande de empresas. O aluno deve ter um Supervisor de Estágio pertencente ao quadro docente do Curso de Engenharia Elétrica e um Supervisor dentro da empresa. Devido ao atual quadro do mercado de trabalho, a maioria das empresas tem exigido dos estudantes um número mínimo de 20 horas semanais para a realização do estágio, o que tem acarretado uma pressão dos estudantes no sentido de maior liberação da carga horária em disciplinas nos dois últimos semestres do curso.

São aceitos como estágios as atividades de estudo, projeto, planejamento, fiscalização, execução e análise técnica nas áreas ligadas à engenharia elétrica e/ou computação. Excepcionalmente, as pesquisas de iniciação científica poderão ser consideradas equivalentes ao estágio supervisionado desde que sejam projetos acadêmicos que contemplem atividades acima mencionadas. Nesses casos, o aluno deverá enviar solicitação à coordenação do curso para avaliação e manifestação da CoC de Engenharia Elétrica.

Há a possibilidade de estágios de 8 horas diárias, em períodos em que não se realizem atividades didáticas, observação essa a constar dos respectivos Projetos Pedagógicos, conforme orientação da CJ da Universidade. (Aprovado pela CG em reunião de 22/04/2010 e pela Egrégia Congregação, reunião de 14/05/2010). No período em que o aluno não estiver cursando disciplinas presenciais, poderá realizar até 40 horas semanais, conforme Artigo 10, Inciso II, parágrafo 1º da Lei nº 11788, de 25/09/2008.

As normas da Escola de Engenharia de São Carlos e as da legislação de Estágio (Lei 11788, de 25/09/2008) regem os procedimentos e processos de cumprimento dos trabalhos de Estágio dos alunos do curso de Engenharia Elétrica.

OBS.: ADENDO AO ITEM VIII

"Realização de Estágio no Exterior: Os alunos dos cursos da EESC poderão realizar seu estágio no exterior devendo o mesmo ser supervisionado por um docente de qualquer disciplina do Curso do interessado a ser indicado no momento da solicitação de autorização para realizar o estágio".

IX. SALAS ESPECIAIS E LABORATÓRIOS

A grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica possibilita um contato bastante intenso com a prática laboratorial, de vital importância ao futuro Engenheiro Eletricista. Esforços cada vez maiores têm sido feitos para reduzir o tempo utilizado pelos estudantes em aulas expositivas aumentando a oferta de aulas e atividades mais participativas que privilegiam o aprendizado e autoaprendizado dos estudantes, de tal forma, a cada vez mais despertar sua mente criativa. Neste sentido, espaços físicos e equipamentos adequados de laboratórios, bem como de informática, sempre foram e continuam sendo uma prioridade do curso.

Além da possibilidade de utilização pelos estudantes de graduação dos diversos laboratórios de pesquisa do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, bem como de outros Departamentos da EESC e dos outros Institutos do Campus – através, por exemplo, de sua inserção em projetos de Iniciação Científica e Tecnológica – o Curso de Engenharia Elétrica faz uso de salas e laboratórios específicos para o ensino/aprendizado de seus alunos de graduação. O Curso de Engenharia Elétrica conta hoje com a seguinte infraestrutura para o desenvolvimento destas atividades:

- No Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação: há salas de ensino com microcomputadores em apoio às aulas de Cálculo, onde já desde o primeiro semestre do curso os estudantes aprendem programas especializados em simulações matemáticas, tal como o Mathematica e o Maple;
- No Instituto de Física: salas de laboratório de ensino de Física Clássica, Termodinâmica, Ótica e Física Moderna;
- No Instituto de Química: salas de laboratório de Química.
- No Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação:
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino de eletricidade básica.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de eletrônica analógica.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de eletrônica digital.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de controle.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de eletrônica de potência.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de telecomunicações.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de medidas e circuitos elétricos e eletrônicos.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de máquinas elétricas e conversão eletromecânica de energia.
 - ✓ Sala de Laboratório para ensino das disciplinas de hardware de microcomputadores.
 - ✓ Sala de Ensino Informatizado para apoio a todas as disciplinas que visem estratégias pedagógicas de ensino/aprendizado que utilizem microcomputadores pelos estudantes, em sala de aula.
 - ✓ Laboratório Aberto - Inovação e Empreendedorismo: laboratório destinado aos alunos de graduação para desenvolverem os projetos de conclusão de curso

- Salas com microcomputadores para utilização pelos alunos, com auxílio de monitores na STI (Seção Técnica de Informática) da EESC.
- InteGrad: laboratório multiusuário utilizado para aulas teóricas e práticas, treinamento de sistemas e plataformas que integram alunos de áreas distintas.

Além destes laboratórios, exclusivamente utilizados para o ensino de graduação, os alunos que realizam trabalhos de Iniciação Científica e Tecnológica dispõem de diversos laboratórios de pesquisa existentes tanto no Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, quanto em outros Departamentos das diversas Unidades do Campus. Nos laboratórios do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, grandes esforços têm sido envidados no sentido de manter atualizados os equipamentos e materiais utilizados para o ensino/aprendizado dos estudantes de graduação. Há um prédio com cerca de 1800 m² de área construída, que é utilizado exclusivamente para atividades laboratoriais da graduação em Engenharia Elétrica, abrigando todo o conjunto de laboratórios voltados ao ensino, acima mencionados.

A velocidade com que a tecnologia da área de Engenharia Elétrica se altera na atualidade torna o trabalho de manter as disciplinas que dependam de laboratórios uma tarefa bastante árdua. Além dos recursos orçamentários do próprio Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, e da Comissão Coordenadora do Curso (CoC-EE), várias iniciativas têm sido tomadas na busca de recursos internos e externos à USP para manter atualizados os projetos pedagógicos que utilizam aulas de laboratórios. Iniciativas de alguns professores do Departamento levaram à obtenção de recursos externos, como o antigo programa REENGE (Reengenharia dos Cursos de Engenharia) da FINEP, bem como projetos submetidos diretamente à Pró-Reitoria de Graduação da USP.

X. CORPO DOCENTE

O corpo docente responsável pelo curso de Engenharia Elétrica da EESC-USP é formado por professores dos vários Departamentos da Escola, bem como por professores do IFSC, IQSC e ICMC, ou seja, por todas as unidades do campus de São Carlos da USP. Estes professores têm, na sua quase totalidade, a titulação mínima de Doutor em sua área de atuação, sendo grande parte deles obtidos em Instituições de primeira linha no Exterior. A grande maioria dos docentes está no regime RDIDP (regime de dedicação integral à docência e à pesquisa).

Os professores responsáveis pelas disciplinas da área de Engenharia Elétrica pertencem ao Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação da EESC, que atualmente conta com um quadro de 40 docentes, sendo 4 com título de Mestre (1 em tempo parcial e 3 em regime de tempo integral) e o restante com o título de Doutor (9 Titulares, 15 Associados e 12 Doutores, sendo apenas um em regime de turno completo, isto é, 24 horas de dedicação).

Este quadro é reduzido, o que obriga os docentes a uma grande dedicação ao curso de graduação para manter, também, um nível elevado do mesmo. Um agravante nesse quadro é que, pelas características do departamento em questão em termos de seu histórico de contratações no passado, está-se num momento em que diversos docentes, contratados no final da década de 1970, atingem seu tempo de aposentadoria. Isso poderá afetar profundamente determinadas subáreas em função da necessidade de reposição que nem sempre acompanha com a mesma velocidade as demandas de aulas e de turmas. Assim, necessariamente, a USP deverá envidar esforços no sentido de repor e, preferencialmente, aumentar este quadro docente para que se possa enfrentar com propriedade os desafios tecnológicos que se apresentam neste novo século, nas diversas subáreas da Engenharia Elétrica.

XI. GESTÃO E AVALIAÇÃO DO CURSO

A gestão dos cursos de graduação da USP é definida em seus diversos Estatutos e Regimentos. Em sua instância mais alta, os cursos são de responsabilidade do Conselho de Graduação (CoG), órgão colegiado ligado à Pró-Reitoria de Graduação. Em cada Unidade da USP, os assuntos relativos à graduação e seus respectivos cursos são de responsabilidade da Comissão de Graduação (CG), sendo suas deliberações também analisadas pela Congregação da Unidade, que é o órgão colegiado mais elevado da Unidade. Em Unidades maiores e mais complexas, existem ligadas à Comissão de Graduação, as Comissões Coordenadoras de Cursos (CoCs), que são responsáveis pela elaboração e acompanhamento, entre outras atividades de graduação, dos projetos pedagógicos e respectivas grades curriculares.

Em relação ao Curso de Engenharia Elétrica da EESC, a Comissão Coordenadora do Curso (CoC-EE) é a responsável pelo seu projeto pedagógico e respectiva grade curricular, no que tange à elaboração de propostas de modificações parciais ou profundas no curso, que visem ao seu aperfeiçoamento.

Desde o início deste século, a CoC-EE é constituída dos seguintes membros titulares (e seus respectivos suplentes): quatro professores representantes do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação da EESC (dois mais ligados à ênfase em Eletrônica e outros dois mais ligados à ênfase em Sistemas de Energia e Automação); um professor representante de outro Departamento da EESC, diverso do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação; um professor representante do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP); um professor representante do Instituto de Física de São Carlos (IFSC/USP); e um aluno de graduação, representante dos estudantes do Curso de Engenharia Elétrica.

Em relação à atual estrutura curricular, a principal função da CoC-EE tem sido a de acompanhar de perto o desenvolvimento das atividades relativas a ela, assim como propor modificações no sentido de aperfeiçoá-la. Várias modificações de pequeno porte têm sido agregadas à proposta original anualmente, em conformidade com o que é previsto nesse Projeto Pedagógico e na filosofia que ele permeia.

Para realizar os estudos e acompanhamento da estrutura curricular, a CoC-EE ouve os diversos Departamentos que ministram as disciplinas de seu curso. Normalmente, os próprios Departamentos, por meio de seus professores, propõem alterações em suas disciplinas no sentido de aperfeiçoar seus respectivos projetos pedagógicos, cabendo à CoC-EE verificar sua adequação em relação ao Projeto Pedagógico global do curso.

A CoC-EE também aloca recursos orçamentários de pequena monta em apoio a projetos específicos de docentes e/ou Departamentos que visem à melhoria de infraestrutura didático-pedagógica e elaboração de material instrucional. Normalmente, a maior parte deste apoio refere-se a material e equipamento de laboratórios, mas não exclusivamente.

É também da CoC-EE a responsabilidade por avaliar os aproveitamentos de estudos dos alunos, nos casos em que eles chegam ao curso transferidos de outras instituições onde fizeram um curso parcial, ou quando retornam de intercâmbio no

Exterior, após cumprimento de plano de estudos – que, por sua vez, também são analisados e aprovados pela CoC. Essas avaliações são feitas em acordo com diretriz geral da própria Universidade que prevê que a aprovação em uma disciplina ou conjunto de disciplinas que viabilizam conhecimento adequado a um tema específico possa permitir o seu aproveitamento para superar determinados requisitos estabelecidos em outras etapas do curso.

Em suma, cabe à CoC-EE o principal papel na gestão e avaliação das condições do Curso de Engenharia Elétrica, sem retirar a responsabilidade dos demais agentes educacionais que também possuem papel de relevância neste sentido. Em última instância, cabe aos Departamentos e seus respectivos professores a aplicação das diretrizes do curso traçadas pela CoC-EE, bem como a elaboração de propostas de melhorias em suas diversas áreas de atuação.

XII. METAS PARA O PRÓXIMO PERÍODO DE AVALIAÇÃO

Embora a CoC-EE venha acompanhando de perto o desenvolvimento da grade curricular, implementando modificações contínuas ano a ano, é de vital importância que uma reflexão crítica seja feita de tempos em tempos e que possa vir a detectar falhas de profundidades maiores, bem como necessárias mudanças de rota originárias de alterações provocadas pelos novos avanços científicos, tecnológicos e de mercado de trabalho para os futuros profissionais egressos do Curso.

Nesse sentido, cumprindo o que se previa nesse item na versão anterior do PPP, uma forte reavaliação desse perfil foi executada no quinquênio que finda, resultando nas revisões introduzidas, em alguns itens desse Projeto e mais claramente retratadas na apresentação da nova filosofia do curso, na seção V. Entretanto, os aspectos estabelecidos principalmente naquela seção exigirão mudanças importantes, sobretudo do ponto de vista metodológico, para que os objetivos intrínsecos àquela proposta possam ser atingidos.

Além disso, também pela natureza do novo enfoque voltado a projeto, muitas dessas mudanças deverão tomar lugar de forma gradativa e nem sempre na velocidade que se poderia almejar. Por isso, entende-se que uma reavaliação da efetiva execução de mudanças metodológicas e seus efeitos no curso e no perfil dos egressos deverá ser feita continuamente ao longo não apenas do próximo quinquênio, mas da próxima década, de modo a possibilitar readaptações necessárias.

Portanto, entre os principais pontos a serem alvos da atenção em relação ao comentário acima, podem-se citar:

1. Adequação permanente da estrutura curricular às Diretrizes Curriculares, em acordo com o que foi diagnosticado do estudo anterior e que conduziu à nova filosofia;
2. Estudo da possibilidade de redução da carga horária expositiva, privilegiando mais atividades de ensino/aprendizado participativo e de projeto;
3. Contínuo estudo dos conteúdos e objetivos das diversas subáreas e respectivas disciplinas em relação à sua pertinência e adequação aos novos avanços tecnológicos;
4. Novas metodologias de ensino e sua aplicabilidade no contexto do curso – em conformidade com a filosofia de um aprendizado associado a projetos a partir de eixos temáticos.
5. Reavaliação da relação entre créditos obrigatórios e optativos eletivos, com enfoque na análise de possibilidade de uma melhor redistribuição da oferta de disciplinas optativas ao longo do curso – visando a uma redução da carga de créditos optativos oferecidos nos dois últimos anos em detrimento dos anteriores.

OBS.: ADENDO AO ITEM XII

Considerando os aspectos que abordados na versão anterior do PPP, muitos têm sido alvo da atenção e ação da CoC-EE, a saber:

- (a) Adequação permanente da estrutura curricular às Diretrizes Curriculares, tendo em vista os possíveis vícios que a mesma esteja carregando em relação ao antigo Currículo Mínimo Federal e profundo estudo dos conteúdos e objetivos das diversas subáreas apontadas neste projeto e respectivas disciplinas em relação à sua pertinência e adequação aos novos avanços tecnológicos – através das alterações curriculares que têm sido implementadas anualmente;
- (b) Novas metodologias de ensino e sua aplicabilidade no contexto do curso – com a revisão que levou ao estabelecimento daquilo que é chamado de Filosofia do Curso (item V) nesse projeto;
- (c) Busca permanente de recursos para o constante financiamento e modernização dos laboratórios de ensino de graduação;
- (d) Regulamentação das visitas técnicas, realizadas por estudantes, como ferramenta didático-pedagógica – através de deliberações específicas estabelecidas em reuniões regulares da CoC-EE;
- (e) Reavaliação periódica de seu Projeto Político Pedagógico em faces dos novos desafios que a Educação Superior já está e continuará enfrentando neste início de milênio – vide tópico (c) acima.

APÊNDICE A: QUADROS DAS DISCIPLINAS

TABELA A1: Disciplinas Obrigatórias de Formação Plena

	créditos	período nº
Física I (Mecânica Clássica)	5T	1
Laboratório de Física Geral I	2L	1
Humanidades e Ciências Sociais	2T	1
Desenho Técnico (EA)	2T	1
Introdução à Programação para Engenharias	4T + 2Tr	1
Geometria Analítica	4T	1
Cálculo I	4T	1
Introdução à Engenharia Elétrica	2T	1
TOTAL	23T+2L+2Tr = 27	
Física II (Calorimetria e Teoria Cinética dos Gases)	5T	2
Laboratório de Física Geral II	2L	2
Projetos em Engenharia Elétrica	1T + 1Tr	2
Introdução à Isostática	2T	2
Álgebra Linear	4T	2
Cálculo II	4T	2
Química Geral e Experimental	4T+1Tr	2
Medidas e Circuitos Elétricos	4T + 1Tr	2
TOTAL	24T+2L+3Tr = 29	
Circuitos Elétricos I	4T + 1Tr	3
Sistemas Digitais	4T	3
Laboratório de Medidas e Circuitos Elétricos	2L	3
Cálculo III	4T	3
Cálculo IV	4T	3
Estatística I	4T	3
Equações Diferenciais Ordinárias	4T	3
TOTAL	24T + 2L + 1Tr = 27	
Circuitos Elétricos II	4T + 1Tr	4
Eletromagnetismo	4T	4
Sinais e Sistemas em Engenharia Elétrica	4T	4
Laboratório de Sistemas Digitais I	2L	4
Introdução à Organização de Computadores	2T	4
Semicondutores	2T	4
Cálculo Numérico	4T	4
TOTAL	20T+2L+1Tr = 23	
	créditos	período nº
Ondas Eletromagnéticas	4T	5
Instalações Elétricas I	2T	5
Circuitos Eletrônicos I	4T	5
Fundamentos de Controle	4T	5
Processamento Digital de Sinais	2T	5
Laboratório de Fundamentos de Controle	2L	5
Aplicação de Microprocessadores I	2T + 1Tr	5
Fenômenos de Transporte	2T	5
TOTAL	20T+2L+1Tr = 22	

Instalações Elétricas II	3T	6
Circuitos Eletrônicos II	4T	6
Conversão Eletromecânica de Energia	4T	6
TOTAL	11T = 11	
Lab. de Conversão Eletromecânica de Energia	2L	7
Eletrônica de Potência	4T	7
Sistema de Gestão Ambiental	1T+1Tr	7
TOTAL	5T+2L+1Tr = 8	
Projeto de Formatura I	3Tr	8
Gerenciamento de Projetos	3T	8
TOTAL	3T + 3Tr = 6	
Projeto de Formatura II	4Tr	9
Gestão e Organização	2T	9
Princípios de Economia	2T	9
TOTAL	4T + 4Tr = 8	
Estágio Supervisionado	6Tr	10
TOTAL	6Tr = 6	
TOTAL GERAL EM CRÉDITOS:	168 (134 T + 12 L +22 Tr)	
TOTAL DE HORAS-AULA FORMAÇÃO PLENA:	2850	

TABELA A2 – Disciplinas Obrigatórias da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

	Créditos	período n ^o
Laboratório de Circuitos Eletrônicos (EA)	2L	6
Análise Estática de Sistemas de Energia Elétrica	2T+1Tr	6
Geração de Energia Elétrica	2T+1Tr	6
Linhas de Transmissão de Energia Elétrica	3T	7
Automação	4T	7
Laboratório de Automação	2L	7
Distribuição de Energia Elétrica	2T	7
Máquinas Elétricas	4T	7
Cálculo de Curto-Circuito	3T	7
Laboratório de Projeto Integrador	4T+1Tr	8
Fundamentos Termodinâmicos	4T	8
TOTAL	38 (26T + 10L + 2Tr)	

TABELA A3 – Disciplinas Optativas Eletivas da Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

	Créditos	Período
Introdução à Ciência de Computação II	4T+2Tr	2
Algoritmos e Estrutura de Dados I	4T+2Tr	4
Funções de Variável Complexa	4T	4
Controle de Sistemas Lineares	2T	6
Laboratório de Controle de Sistemas	2L	6
Aplicação de Microprocessadores II	2L	6
Métodos de Otimização em Sistemas	3T	6
Controle Digital	4T	6
Redes de Computadores	2T	6
Princípios de Comunicação	3T	7
Controle Robusto	2T	7
Operação Energética e Expansão dos Sistemas Elétricos	2T	7
Conversores CC-CA	4T	7
Análise e Controle de Conversores CC-CC Empregados em Fontes Alternativas de Energia	4T	7
Aproveitamentos Hidrelétricos	3T	7
Elementos de Projetos Elétricos em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica	2T+2Tr	8
Proteção em Sistemas de Energia Elétrica	3T	8
Aplicação de Processamento Digital de Sinais	3T	8
Transdutores	4T	8
Engenharia de Software	2T	8
Sistemas Inteligentes	4T	8
Laboratório de Controle de Processos Industriais	2L	8
Redes de Comunicação Industrial	2T	8
Projeto Integrador em Máquinas e Eletrônica de Potência	8L	8
Acionamento e Controle de Máquinas Elétricas	2T	9
Princípios de Alta Tensão e Coordenação de Isolação	2T+1Tr	9
Estabilidade de Sistemas Elétricos de Potência	3T	9
Controle Não Linear Aplicado	2T	9
Eficiência Energética	2T	9
Controle de Robôs Manipuladores	2T	9
Operação de Sistemas Elétricos de Potência	3T	10
Controle Adaptativo	2T	10
TOTAL DE DISCIPLINAS: 32		
TOTAL DE CRÉDITOS DISPONÍVEIS	98 (77T+14L+7Tr)	
MÍNIMO DE CRÉDITOS A CURSAR PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA	35	

TABELAS A4: Subconjuntos de Disciplinas Optativas Eletivas para obtenção dos Certificados de Estudos Especiais, na ênfase em Sist. Energia e Automação

SUBCONJUNTO 1:

CERTIFICADOS DE ESTUDOS ESPECIAIS EM “SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA”			
DISCIPLINAS ESPECÍFICAS			
período	código	Nome da disciplina	Créditos
6º	SEL0424	Métodos de Otimização em Sistemas	3T
7º	SEL0419	Operação Energética e Expansão dos Sistemas Elétricos	2T
7º	SEL0435	Conversores CC-CA	4T
7º	SEL0436	Análise de Controle de Conversores CC-CC – Empregados em Fontes Alternativas de Energia	4T
7º	SHS0115	Aproveitamentos Hidroelétricos	3T
8º	SEL0354	Proteção em Sistemas de Energia Elétrica	3T
8º	SEL0350	Elementos de Projetos Elétricos em Sistemas de Distribuição de Energia	2T+2Tr
9º	SEL0342	Acionamento e Controle de Máquinas Elétricas	2T
9º	SEL0353	Princípios de Alta Tensão e Coordenação de Isolação	2T+1Tr
9º	SEL0355	Estabilidade de Sistemas Elétricos de Potência	3T
9º	SEL0437	Eficiência Energética	2T
10º	SEL0357	Operação de Sistemas Elétricos de Potência	3T

DISCIPLINAS COMPLEMENTARES			
2º	SCC0601	Introdução à Ciência da Computação II	4T+2Tr
4º	SCC0602	Algoritmos e Estruturas de Dados I	4T+2Tr
6º	SEL0378	Redes de Computadores	2T
7º	SEL0360	Princípios de Comunicação	3T
8º	SEL0375	Engenharia de Software	2T
8º	SEL0421	Sistemas Inteligentes	4T

Para obtenção do certificado o aluno deverá obter aprovação em pelo menos 31 créditos do conjunto dessas disciplinas, sendo desse total, ao menos, 21 créditos nas chamadas “disciplinas específicas” da tabela acima.

SUBCONJUNTO 2:

CERTIFICADOS DE ESTUDOS ESPECIAIS EM “SISTEMAS DE CONTROLE”			
DISCIPLINAS ESPECÍFICAS			
período	código	Nome da disciplina	Créditos
6º	SEL0326	Controle de Sistemas Lineares	2T
6º	SEL0328	Laboratório de Controle de Sistemas	2L
6º	SEL0359	Controle Digital	4T
7º	SEL0382	Controle Robusto	2T
8º	SEL0356	Aplicação de Processamento Digital de Sinais	3T
8º	SEL0358	Transdutores	4T
8º	SEL0421	Sistemas Inteligentes	4T
8º	SEL0431	Laboratório de Controle de Processos Industriais	2T
8º	SEL0432	Redes de Comunicação Industrial	2T
9º	SEL0342	Acionamento e Controle de Máquinas Elétricas	2T
9º	SEL0364	Controle Não Linear Aplicado	2T
9º	SEL0633	Controle de Robôs Manipuladores	2T
10º	SEL0367	Controle Adaptativo	2T
DISCIPLINAS COMPLEMENTARES			
2º	SCC0601	Introdução à Ciência da Computação II	4T+2Tr
4º	SCC0602	Algoritmos e Estruturas de Dados I	4T+2Tr
6º	SEL0337	Aplicação de Microprocessadores II	2L
6º	SEL0378	Redes de Computadores	2T
7º	SEL0360	Princípios de Comunicação	3T
8º	SEL0375	Engenharia de Software	2T
8º	SEL0362	Inteligência Artificial	2T
<p>Para obtenção do certificado o aluno deverá obter aprovação em pelo menos 31 créditos do conjunto dessas disciplinas, sendo desse total, ao menos, 21 créditos nas chamadas “disciplinas específicas” da tabela acima.</p>			

TABELA A5 – Disciplinas Optativas de Livre Escolha para a Ênfase em Sistemas de Energia e Automação

	Créditos	Período n ^o
Ética e Responsabilidade Social na Engenharia	4T	2
Introdução à Mecânica Automobilística	4T	2
O Engenheiro como Agente Ético	2T	4
Atividades Complementares em Engenharia Elétrica I	2T+2Tr	#
Atividades Complementares em Engenharia Elétrica II	2T+2Tr	#
Atividades Complementares em Engenharia Elétrica III	2T+2Tr	#
Atividades Complementares em Engenharia Elétrica IV	2T+2Tr	#
Habilidades Sociais e Liderança	2T	6
Gestão Ambiental para Engenheiros	2T	8
O estudante não é obrigado a cumprir nenhum crédito em disciplinas optativas livres, embora seja incentivado a realizá-las. Estas que constam da tabela são apenas sugestões.		#: não há um período ideal definido

APÊNDICE B: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FORMATURA

I. DA FINALIDADE

I.1. O trabalho de formatura tem como objetivo principal promover uma síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia, sendo parte integrante e destacada do projeto pedagógico do curso. O emprego de conhecimentos adquiridos ao longo do Curso de Engenharia Elétrica é item primordial e deve ser evidenciado. Essa evidência deve-se dar em todos os âmbitos do trabalho de formatura, ou seja, na escolha do tema, na sua formulação, nas proposições feitas e análise dos resultados e aspectos conclusivos sobre o tema (problema) abordado.

I.2. Estimula-se a integração temática entre a ênfase cursada pelo aluno, o trabalho de formatura, o trabalho de iniciação científica e o estágio supervisionado.

I.3 Estimula-se a proposição de grupos e de projetos comuns, mas que evidenciem a participação individual de cada aluno. O direcionamento, participação, desenvolvimento, contribuição e avaliação individual para o projeto de cada aluno ficarão sob acompanhamento e responsabilidade direta do orientador principal (professor nomeado como responsável dentre os demais, caso existam outros envolvidos no projeto). Os trabalhos de formatura em grupo, além dos já colocados, têm a finalidade de desenvolver em seus participantes habilidades que em trabalhos individuais não são possíveis de aprimoramento ou não são possíveis de evidência. Dentre essas habilidades destacam-se o gerenciamento de projetos, a divisão e cumprimento de tarefas, a participação coletiva, e outras que do engenheiro egresso são desejáveis pelo mercado de trabalho onde esse estará inserido.

II. DO NÚMERO DE CRÉDITOS E MATRÍCULA

II.1. Ao trabalho de formatura serão atribuídos 7 créditos, correspondendo a 210 horas.

II.2. O trabalho de formatura será formalizado por intermédio de matrícula em duas disciplinas semestrais e subsequentes. A primeira matrícula (3 créditos, 90 horas) deverá ocorrer preferencialmente a partir do oitavo período, mediante a apresentação de um plano de trabalho com cronograma e ciência do professor responsável que acompanhará o seu desenvolvimento. O cronograma a ser apresentado deve firmar a conclusão do trabalho de formatura no prazo máximo do final do curso. Mediante a aprovação na primeira disciplina, cuja situação será apontada pelo professor responsável através de nota igual ou superior a 5,0 (cinco, zero), a segunda matrícula (4 créditos, 120 horas) deverá ocorrer preferencialmente no período letivo seguinte à primeira. Espera-se que o trabalho de formatura seja realizado pelo aluno no período estipulado e que o mesmo se encerre no ano de sua formatura, momento no qual se dará a defesa pública do mesmo. As duas disciplinas mencionadas receberão o mesmo tratamento e estarão sujeitas às mesmas regras das demais disciplinas obrigatórias do curso.

II.3. O número de horas semanais reservadas ao trabalho de formatura deve ser compatível com a carga horária de disciplinas obrigatórias e optativas em curso e deverá ser estipulado e acompanhado pelo professor responsável.

III. DA REALIZAÇÃO

III.1. O trabalho de formatura deve evidenciar a capacidade do aluno em tratar problemas de engenharia. Assim, quando da sua realização, serão importantes e devem ser evidenciados os seguintes pontos: (a) Apresentação do problema central do trabalho de formatura; (b)

Formulação no formato de um problema de engenharia; (c) Definição de escopo; (d) Revisão de literatura; (e) Desenvolvimento metodológico (inclusive com a parte experimental quando pertinente); (f) Conclusão e (g) Especificação do material bibliográfico consultado. Nos trabalhos de formatura em grupo deve-se ainda deixar evidente a maneira pela qual cada um dos integrantes deveria contribuir e como efetivamente contribuiu para o projeto. Essa evidência é indispensável, visto que a defesa do projeto desenvolvido em grupo será comum, com arguição individual a cada componente do mesmo.

III.2. No caso que configure integração temática entre ênfase, trabalho de iniciação científica, trabalho de formatura e estágio supervisionado, as atividades experimentais realizadas poderão ser aproveitadas para compor o trabalho de formatura. Contudo, ressalta-se a necessidade da incorporação no trabalho escrito dos documentos que permitam esse uso, principalmente no que se refere a resultados obtidos em estágios profissionalizantes. Esse requisito se faz necessário para que a propriedade intelectual das partes envolvidas não seja violada.

III.3. Em termos da proposição de grupos e de projetos comuns, por disponibilidade e interesse dos professores, a CoC-EE divulgará os projetos e linhas de pesquisas sujeitas a trabalhar com projetos de formatura propiciando uma maior interação entre eles. Tais projetos e linhas serão divulgados com periodicidade a ser estipulada pela CoC-EE. Será dada abertura por parte da CoC-EE para a inclusão de projetos e linhas que sejam de interesse e propostos pelos alunos envolvidos mediante a ciência e aceitação de um professor, ou professores, que se sujeitem a acompanhar e a orientar o projeto em específico.

IV. DA DOCUMENTAÇÃO

IV.1. Para a matrícula no primeiro semestre da disciplina, deverá ser apresentado um plano de trabalho (atividades) assinado pelo aluno e pelo orientador, contendo título, resumo, objetivos, carga semanal de trabalho, cronograma de atividades (máximo de três páginas) e fonte de recursos (quando necessários), distribuídos para dois semestres consecutivos.

IV.1.1. O plano de trabalho poderá fazer parte de um projeto de dimensões maiores (projeto em grupo), com a participação de mais de um aluno. Neste caso, poderá ser redigido um único plano com especificação da atividade de cada aluno participante. O dimensionamento do número de estudantes a compor um projeto de formatura em grupo deverá ser justificado mediante a formulação do problema a ser abordado.

IV.1.2. O plano de trabalho será analisado e deverá ter concordância do professor responsável pela orientação, observando a sua viabilidade técnico-científica e a infraestrutura disponível junto às dependências da Escola de Engenharia de São Carlos.

IV.1.3. O aluno poderá utilizar o seu projeto de pesquisa de iniciação científica, financiada por órgão de fomento como FAPESP e CNPq, para o trabalho de formatura, devendo preencher as formalidades exigidas.

IV.2. Para a matrícula no segundo semestre da disciplina: mediante a aprovação na primeira disciplina e com vistas do professor responsável de que o projeto está cronologicamente dentro do esperado, o aluno requisitará uma segunda matrícula para a conclusão do trabalho de formatura. Isso implicará que, ao final do correspondente semestre letivo de tal matrícula, o aluno estará obrigado a apresentação escrita e defesa pública do trabalho desenvolvido, de acordo com o cronograma e procedimentos de avaliação apresentados pela CoC-EE. As mesmas condições na forma individualizada se aplicam aos alunos que compõem um projeto em grupo.

V. DA INFRA-ESTRUTURA E ORIENTAÇÃO

V.1. Ao Departamento do professor orientador caberá disponibilizar infraestrutura necessária para a viabilização dos projetos e organizar a utilização dos laboratórios eventualmente necessários.

V.2. A CoC-EE divulgará periodicamente lista de docentes com disponibilidade para orientação, área de atuação e temas de projetos de interesse.

V.3. Caberá ainda à CoC-EE a organização de evento para apresentação dos projetos de desenvolvimento coletivo com o intuito de expor, a todos os interessados, as metas a serem alcançadas em cada um dos projetos.

VI. DA REDAÇÃO, APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

VI.1. A monografia final deverá ser redigida segundo as instruções de formatação disponibilizadas no site do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, no link "Graduação -> Normas para formatação da monografia". Para instruções sobre padrões de citações e referências bibliográficas, solicita-se consultar o documento "diretrizes_eesc_v2010.pdf" disponível na Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da USP (*link direto:* http://www.tcc.sc.usp.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=1&Itemid=209).

VI.2. O trabalho de formatura será apresentado e defendido pelo aluno em sessão pública. (OBS.: no caso do trabalho de formatura ser caracterizado por um projeto único, envolvendo mais de um aluno, todos os alunos envolvidos neste estarão sujeitos a um único documento escrito e a uma única defesa pública. A defesa pública, nesse caso, será caracterizada por uma apresentação geral, seguindo-se de uma fase com arguição individual a cada aluno sobre o projeto executado).

VI.3. A avaliação será feita por banca examinadora composta por dois membros alheios ao projeto, somando-se a estes o orientador principal do trabalho. O orientador principal do trabalho fará parte da comissão julgadora, cabendo ao mesmo a atribuição de notas, de peso igual dos demais membros, bem como a condução dos trabalhos da defesa pública.

VI.4. Os participantes da banca examinadora deverão possuir pelo menos o título de mestre e, ao menos um deles deve atuar em linhas de trabalho/pesquisa da área de Engenharia Elétrica.

VI.5. A CoC-EE elaborará o calendário de apresentação e julgamento dos trabalhos de formatura, reunindo todos em datas próximas, sempre que possível, ao final de cada semestre letivo, estimulando exibição especial dos resultados para a comunidade. Caso seja do desejo e interesse do aluno e seu orientador, porém, poderá ser apresentada a qualquer momento do semestre letivo a proposta do professor orientador com sugestão de data e banca para a defesa pública. Nesse caso, a mesma poderá ocorrer na data sugerida uma vez que haja condições para apresentação da monografia e defesa pública. Caso contrário, prevalecerá o calendário estipulado pela CoC-EE.

VI.6. Uma vez aprovada, a versão final da monografia deverá ser entregue em formato digital, juntamente com a documentação especificada no arquivo mencionado em VI.1, à secretaria, que providenciará o seu respectivo cadastramento na Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da USP - em consonância com as normas da EESC. A aprovação final do aluno está condicionada à entrega dos documentos mencionados neste item em prazo máximo de uma semana após a apresentação do trabalho à banca.

VII. CASOS NÃO PREVISTOS

VII.1. Os casos não previstos nestas diretrizes serão analisados pela Comissão Coordenadora do Curso de Engenharia Elétrica - CoC-EE.

APÊNDICE C: DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA CURSOS DE ENGENHARIA

Aspectos do atendimento da estrutura curricular do curso de Eng. Elétrica às determinações das Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Engenharia

Art. 6º. § 1º. *(O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima...)*
– conforme Tabela 1, atendimento está na faixa de quase 35%;

§ 3º *(O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima...)* – conforme Tabelas 2, 3 e 4, atendimento está na faixa de 62%;

§ 4º *(O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes)* – previsto no elenco de disciplinas optativas eletivas, Tabela A3;

Art. 7º *(A formação do engenheiro incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas)* – carga de estágio obrigatório prevista no curso de 180h;

Parágrafo único. *(É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento)* – regulamentado com as diretrizes do Apêndice B.