



## CURRÍCULOS DE ENGENHARIA NORTE-AMERICANOS

FELIPE MIGUEL PAIT\*

A engenharia é a área da universidade mais diretamente afetada pelo ritmo das inovações tecnológicas. Enquanto tentamos constantemente atualizar nossa forma de ensinar engenharia, é proveitoso manter em vista as soluções encontradas em outros países. O ensino de engenharia nos Estados Unidos, uma importante referência internacional, é organizado de uma forma diferente do brasileiro em vários pontos, que merecem ser conhecidos com mais detalhes. Embora não seja nem possível nem desejável importar modelos estrangeiros para uma atividade tão ligada à cultura de cada país e condicionada à história de suas instituições, é interessante notar que a estruturação dos currículos americanos se presta bem à inovação constante dos conteúdos e ao ensino mais individualizado.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS

Nos Estados Unidos a palavra “university” designa instituição de estudo superior que oferece cursos de graduação e de pós-graduação, inclusive carreiras profissionais, tais como as de medicina e direito. As instituições que apenas oferecem cursos de graduação são chamadas de “colleges”. No uso coloquial as palavras college e university são usadas intercambiavelmente. Existem também os “2-year colleges” ou “community colleges”, que oferecem cursos menos aprofundados e menos acadêmicos. A faculdade isolada, dedicada a um assunto ou carreira exclusivamente, é menos comum. Os estudos superiores de quatro anos nos Estados Unidos se organizam de maneira geral na forma dos “liberal arts colleges”. Uma explicação detalhada sobre esse conceito pode ser lida no artigo de Heloisa Pait, “As Faculdades de Artes Liberais Americanas: Raízes, Adaptações e Desafios Atuais”, em *Os Estados Unidos no Mundo Atual*, Eds. Cristina Pecequillo, Erica Simone Almeida Resende e Eugenio Diniz. Curitiba:

Editora Juruá, 2010.

Os estudantes ingressam nas universidades ou colleges, e não em carreiras, faculdades ou especialidades. Ao longo dos dois primeiros anos o estudante deve escolher um “major”, ou área de concentração, dentro da engenharia, das ciências, das artes, humanidades, e assim por diante. Medicina e direito não estão entre essas escolhas, pois não são graus oferecidos na graduação. Os alunos que têm a intenção de se dirigir a essas carreiras concentram seus estudos em áreas do conhecimento relacionadas. É também comum escolher um “minor”, ou seja, uma área de concentração secundária, ou até um “double major”, combinando áreas distintas. A partir do momento em que ingressa na universidade, cada estudante tende a dirigir seus estudos para assuntos em que tem mais interesse ou facilidade, mas essas escolhas são feitas de maneira gradual, e não é incomum mudar de área ou combinar estudos em áreas diversas.

Dentro de uma instituição, os currículos tendem a ser flexíveis: respeitadas as exigências de seu “major”, cada estudante escolhe livremente um conjunto de disciplinas eletivas. Existem também exigências de multidisciplinaridade: para se formar o estudante deve cursar matérias fora de sua área de concentração. Longe de ser uma novidade, o sistema baseado em disciplinas eletivas se origina na segunda metade do século 19, notadamente com as reformas curriculares introduzidas em Harvard por Charles Eliot.

Concluídos quatro anos de estudo os formandos recebem diplomas geralmente denominados Bachelor of Arts (BA) ou Bachelor of Science (BS). A maioria dos diplomas profissionais são conferidos após estudos de pós-graduação – o estudante ingressa no curso profissional após receber o BA ou BS. Por exemplo, o médico recebe o diploma de MD (Doctor of Medicine) ao fim de quatro anos de estudo feitos após a graduação; o JD (Juris Doctor) do advogado requer três anos

após o college; arquitetura, administração, odontologia, entre outras carreiras, seguem esquemas semelhantes. Já a engenharia é um curso de graduação com duração de quatro anos, ao fim dos quais os estudantes recebem um grau muitas vezes denominado Bachelor of Sciences in Engineering. A duração da graduação nos Estados Unidos somada a um mestrado se aproximam de um curso de engenharia no Brasil.

Enquanto os estudos superiores no Brasil são estruturados em torno de profissões reconhecidas e regulamentadas por lei, nos Estados Unidos a certificação profissional não é um requisito para a obtenção do diploma, mas é exigida apenas para exercício de atividades específicas, em geral aquelas com implicações legais ou de segurança pública. Associações profissionais impõem requisitos para reconhecer cursos, mas não existem leis federais ou estaduais que fixem currículos ou conteúdos.

**Permanência do estudante na universidade** – A universidade americana típica é residencial: durante os nove meses do ano letivo, os estudantes moram em alojamentos universitários ou nas imediações da escola. Durante o recesso escolar, o estudante pode ter um emprego de verão similar aos nossos estágios. Em geral um estudante de graduação cursa quatro ou cinco disciplinas por semestre, cada uma com três a quatro horas de aulas semanais. A maioria das instituições limita ou desencoraja a carga horária acima desses números, e a reprovação ou repetência não são acontecimentos corriqueiros. Nem cabular aula nem controlar presença são hábitos comuns. A maioria das instituições, inclusive públicas, cobram anuidades de seus alunos, mas os valores cobrados e a disponibilidade de bolsas de estudo variam bastante.

O número reduzido de horas em sala de aula permite dedicação maior a cada disciplina. Os departamentos de orientação ao estudante afirmam que um aluno deve dedicar de duas a três horas

# DIVISÕES TÉCNICAS

de estudo por hora de aula, mas a experiência real da maioria dos estudantes nas boas escolas de engenharia consiste numa dedicação total da ordem de 40 horas por semana incluindo aulas, laboratórios, estudo, e trabalhos individuais ou em grupo. Naturalmente há grandes variações, individuais e dependentes da cultura da instituição: por exemplo, relatos de alunos do MIT que estudam 70 horas por semana não são raros. De qualquer forma, o estudo de engenharia numa boa escola norte-americana é uma atividade de período integral.

## ALGUNS EXEMPLOS DE CURRÍCULOS

Apresentamos a seguir os currículos de quatro cursos de engenharia elétrica, representando os diversos tipos de instituições de ensino superior nos Estados Unidos. Currículos de outras áreas da engenharia são estruturados de maneira semelhante.

**(A) Carnegie-Mellon University** – A Carnegie-Mellon University é uma universidade privada – uma instituição sem fins lucrativos, vale dizer, pois o fenômeno do ensino superior com fins lucrativos na América do Norte é de importância marginal – com um forte direcionamento para áreas técnicas, localizada em Pittsburgh, uma populosa cidade industrial no oeste do estado da Pennsylvania.

Conforme documentado na página (<http://www.ece.cmu.edu>), o currículo de engenharia elétrica da Carnegie-Mellon University ambiciona equilibrar o estudo dos fundamentos científicos, das diversas áreas da engenharia elétrica, e a profundidade dentro de alguma especialização, com o objetivo de preparar os estudantes para trabalhar de

forma cooperativa em iniciativas multidisciplinares. O departamento considera a visão geral e a profundidade ambas indispensáveis para uma boa formação. E, portanto, busca oferecer um currículo flexível em que cada estudante combina o estudo generalista com o aprofundamento em uma ou mais áreas.

Os requisitos do currículo, num total de 30 disciplinas, são distribuídos nas categorias abaixo.

- Estudos gerais: seis disciplinas em humanidades, artes, e ciências sociais, equilibrando cobertura e profundidade.
  - Matemática, ciência, e computação: nove disciplinas.
  - Disciplinas básicas de engenharia elétrica: quatro disciplinas.
  - Disciplinas introdutórias e aprofundadas em cinco áreas (física aplicada, circuitos, hardware, software, e sinais & sistemas): seis.
  - Eletivas livres: quatro disciplinas escolhidas entre todas as oferecidas pela universidade e mais uma em engenharia.
- (B) Princeton University** – A Princeton University é uma universidade privada altamente seletiva, que goza de alto prestígio e dispõe de recursos elevados. É uma universidade tradicional da costa leste que oferece cursos em uma variedade de áreas. Embora Princeton e Carnegie-Mellon sejam instituições bastante diferentes, os requisitos do currículo de engenharia elétrica são semelhantes, como se vê abaixo.
- Fundamentos da engenharia elétrica: quatro disciplinas a serem completadas nos primeiros dois anos de estudo, e mais duas no terceiro ano.
  - Matemática: uma disciplina avançada.
  - Concentração em uma das áreas seguintes: comunicações, sinais, e contro-

le; engenharia e ciência da computação; eletrônica; e óptica (três disciplinas).

- Formação geral em engenharia elétrica fora da área de concentração: duas disciplinas básicas nas áreas de concentração acima.
- Ciência da engenharia: uma disciplina fora do departamento de engenharia elétrica, escolhida de uma lista com 30 sugestões ou aprovada pelo departamento.
- Projeto: uma disciplina.

Além desses requisitos específicos para o Bacharelado em Engenharia Elétrica, os estudantes devem cumprir as exigências gerais da universidade, que incluem formação básica em ciências e matemática num total de oito disciplinas; um programa de estudo coerente nas humanidades e ciências sociais com um mínimo de sete disciplinas; e uma língua estrangeira. O departamento explicitamente encoraja a combinação da engenharia com estudos em áreas como biologia, ciência da computação, física, materiais, administração, energia, meio-ambiente, e outras. Para a graduação são exigidas 36 disciplinas no total, numa média de quatro e meia disciplinas por semestre. Informações detalhadas sobre os disciplinas de Princeton podem ser lidas na página (<http://www.princeton.edu>).

**(C) University of Illinois at Urbana-Champaign** – A University of Illinois é uma universidade pública com grande número de alunos, e um dos mais destacados programas de engenharia do país. Seu campus principal fica em Urbana-Champaign, uma cidade pequena que gira em torno da universidade. Muitos americanos estudam em grandes universidades estaduais como a de Illinois,

UHE Santo Antônio (RO)



© id design

## O Brasil de hoje e de amanhã

Nosso país trilha o rumo de seu desenvolvimento, e a **Odebrecht Infraestrutura** tem orgulho em participar desse processo.

Parte da Organização Odebrecht, grupo de origem brasileira e atuação global, a empresa presta serviços de engenharia e construção, que geram benefícios em áreas como transporte e logística, energia, saneamento, desenvolvimento urbano, mineração e edificações de uso público e corporativo.

A **Odebrecht Infraestrutura** prioriza projetos que promovam o crescimento sustentável do país e tem o compromisso de proporcionar mais qualidade de vida para as próximas gerações.



**RM Produções Fotográficas**

- Acompanhamento e documentação fotográfica de obras e arquitetura - Fotos aéreas e com Drones

[www.rmartins.com.br](http://www.rmartins.com.br)

Tel/fax.: (11) 4330.0492  
Cel.: (11) 9 9874.4968 - (16) 9 8858.1332



[www.odebrecht.com](http://www.odebrecht.com)

**ODEBRECHT**  
Infraestrutura

70 ANOS  
ODEBRECHT

que oferece cursos em todas as áreas do conhecimento e pode ser comparada às universidades estaduais de São Paulo. A University of Illinois at Urbana-Champaign oferece um curso de BS em engenharia elétrica com a duração de quatro anos, exigindo um total de 128 "horas". São, portanto, 16 horas de aula por semestre, distribuídas da forma como segue.

- 31 horas de fundamentos em ciência e matemática.
- 28 horas do núcleo técnico de engenharia elétrica.
- 35 horas de eletivas técnicas dentre uma lista aprovada pelo departamento.
- 22 horas de disciplinas eletivas em educação liberal, artes, e humanidades, escolhidas entre as disciplinas oferecidas pelos diversos departamentos da universidade, e incluindo disciplinas que exercitam o uso da escrita.
- 12 horas de eletivas sem restrição.

A página de informação do curso de engenharia elétrica de Illinois (<http://illinois.edu>) deixa bem claro que pode haver substituições, mesmo dentro do elenco de disciplinas obrigatórias. Por exemplo, dependendo de seus conhecimentos prévios os alunos podem iniciar seus estudos de matemática com disciplinas mais básicas ou mais avançadas.

**(D) Swarthmore College** - O Swarthmore College é um pequeno liberal arts college, conhecido por seus programas academicamente rigorosos, que tem um ambiente e organização bastante diferentes tanto de uma faculdade isolada como de uma universidade brasileira. A epônima vila de Swarthmore, um lugarejo próximo à Philadelphia, é essencialmente uma cidade universitária. Os liberal arts colleges, que têm um papel fundamental no ensino superior americanos, tendem a ser instituições pequenas, tanto em número de alunos como de professores. Os cursos de engenharia tradicionalmente se encaixam melhor em instituições grandes e com programas de pós-graduação, por causa da diversidade de especializações tecnológicas, e muitos dos colleges não os oferecem.

Swarthmore, um dos menores e melhores colleges nos Estados Unidos, porém, considera a engenharia como componente fundamental de sua missão acadêmica, sem prejuízo das humanidades, das ciências sociais, e das demais

áreas da ciência. Seus currículos de graduação em engenharia são comparáveis aos das universidades acima, embora Swarthmore ofereça o diploma de BS em engenharia, sem especialização em áreas. Isso não impede um formado de exercer atividade profissional numa área específica, já que certificação profissional, quando necessária, é obtida independentemente dos estudos de graduação.

A página do programa de graduação (<http://engin.swarthmore.edu>) mostra os requisitos para a graduação: oito disciplinas em matemática e ciência, e 12 disciplinas em engenharia propriamente dita. Swarthmore exige 32 disciplinas no total, e o programa de engenharia não é dividido nos tradicionais departamentos. Dentro de certas regras gerais, as disciplinas de engenharia podem ser cursadas nas áreas de engenharia elétrica, mecânica, civil, e de computação. As demais disciplinas formam um conjunto de eletivas escolhidas individualmente por cada aluno, em consulta com um tutor, e sujeito a aprovação do departamento de engenharia. As exigências são semelhantes ao dos programas discutidos acima, porém Swarthmore enfatiza mais a formação geral, e exige um número menor de disciplinas na especialidade e maior dedicação a áreas não correlatas.

**(E) Algumas instituições com currículos diferenciados** - As exigências curriculares das quatro instituições acima dão uma boa visão sobre como se estruturam os cursos de graduação em engenharia nos Estados Unidos. Algumas instituições que seguem padrões diversos são a University of Waterloo (<http://uwaterloo.ca/>) no Canadá e a Northeastern University (<http://www.northeastern.edu>) em Boston, que oferecem cursos cooperativos, onde os estudantes alternam trimestres acadêmicos com trimestres de estágio. Os currículos não são muito distintos dos apresentados acima, embora tendam a apresentar maior rigidez na escolha de disciplinas.

Já o Olin College of Engineering, fundado em 2002 e situado nas imediações de Boston, é uma experiência inovadora de currículo focado em projetos e trabalhos coletivos. O currículo foi elaborado sem amarras históricas às divisões tradicionais entre áreas de estudo e

departamentos, ou mesmo a disciplinas e ementas específicas. Uma visão geral do currículo de engenharia elétrica está disponível a partir da página (<http://olin.edu>). Trata-se de uma experiência que tem sido acompanhada com muito interesse pela comunidade de docentes de engenharia norte-americana. O Olin College se beneficia de uma doação inicial generosa, da análise da experiência acumulada no ensino de engenharia, e da localização em uma região metropolitana que conta com uma extraordinária densidade de universidades.

### FLEXIBILIDADE

Em comparação com os currículos das boas escolas de engenharia do Brasil, os estudantes nos Estados Unidos seguem cursos com conteúdos mais flexíveis e multidisciplinares. Os currículos variam de um ano para outro, de uma instituição para outra, e especialmente de um aluno para outro dentro da mesma especialização. A flexibilidade curricular pode ser bem aproveitada onde os estudantes de graduação têm grandes diferenças culturais, sociais, e econômicas, como é o caso dos Estados Unidos, e também do Brasil. Em ambos os países, cada universidade recruta seus ingressantes entre alunos que receberam no ensino médio uma formação bastante heterogênea. As múltiplas fontes de financiamento das universidades talvez contribuam para essa situação, já que as instituições de ensino superior são sujeitas a menos pressão de governos, alunos, e também de empresas, seja diretamente ou pelas exigências do mercado de trabalho. A influência dos ex-alunos também contribui para dar às universidades uma visão de longo prazo que às vezes pode escapar a quem vive o cotidiano da universidade, seja como estudante ou como professor. 

*Agradecimento: O autor é grato ao professor José Roberto Cardoso, diretor da Escola Politécnica da USP, por conversas estimulantes e a Theophilo Darcio Guimarães, membro da Comissão Editorial da REVISTA ENGENHARIA, por sugestões úteis.*

*\*Felipe Miguel Pait é engenheiro eletricista, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Laboratório de Automação e Controle - PTC  
E-mail: [pait@usp.br](mailto:pait@usp.br)*

## Somente um líder em tecnologia pode oferecer



Magnum 160MAX



**BOMAG MARINI, UMA EMPRESA FOCADA  
100% EM COMPACTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO.**

O Grupo Fayat expande suas operações no Brasil e América Latina e consolida a sua posição como líder de mercado na compactação e pavimentação com produtos que atendem todas as necessidades. São usinas de asfalto, pavimentadoras, fresadoras e compactadores, projetados com a mais alta tecnologia.

Nossos clientes contam com atendimento, desde a escolha do equipamento ideal até o pós-vendas, além de uma ampla rede de serviços, peças originais e distribuição em todo o mundo.



Rua Com. Clemente Cifali, 530 | Distrito Industrial Ritter  
Cachoeirinha/RS | Brasil | CEP: 94935-225  
Fone: +55 (51) 2125 6677 | Fax: +55 (51) 3470 6220 | [www.bomagmarini.com](http://www.bomagmarini.com)