

O Desafio de Reestruturar o Currículo de Engenharia em Universidades Privadas Brasileiras[†]

José Nelson Amaral*
amaral@ee.pucrs.br

<http://www.ee.pucrs.br/~amaral>

Edward Scott Meadows
esm@ee.pucrs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
90619-900 - Porto Alegre - RS - Brasil
(55)(51) 339-1511 Fax: (55)(51) 339-1564

Resumo

Mudanças econômicas no Brasil reduziram muito as oportunidades de trabalho para engenheiros recém formados e iniciaram um debate sobre a direção da educação em Engenharia. Neste artigo nós nos concentramos em mudanças curriculares visando revitalizar a educação em Engenharia em nível de graduação e produzir um engenheiro que seja capaz de competir em uma economia global emergente. Nossas principais recomendação são as seguintes: (1) Reduzir a alta carga horária exigida no currículo atual e aumentar a carga de trabalho fora da sala de aula, em grupos e usando computadores; (2) profissionalizar os professores de engenharia insistindo em titulação mais avançada e reduzir o número de professores em tempo parcial; (3) estabelecer um processo contínuo para avaliar periodicamen-

te o currículo e garantir que este ofereça um plano integrado de estudos que vá ao encontro das necessidades dos estudantes e de seus empregadores. Nossas recomendações irão requerer uma mudança significativa na cultura acadêmica e o abandono de um sistema de controle centralizado que atualmente é exercido por agências governamentais e quase-governamentais que regulam os currículos de engenharia.

Palavras Chaves: Reforma curricular, carga horária, qualificação docente, regulamentação profissional.

1 Introdução

Neste artigo nós consideramos as mudanças necessárias para atualizar e reformar o currículo de Engenharia na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), uma grande universidade privada no Brasil. Apesar da discussão estar baseada em dados e experiências da PUCRS nós acreditamos que a maioria das universidades privadas em nossa região enfrentam uma situação similar.

Este artigo brevemente descreve o estado atual da educação em engenharia na PUCRS, indica alguns objetivos para reformas curriculares, examina as dificuldades para implementar estas reformas e fornece algumas recomendações concretas. Uma reforma curricular substancial requer mudanças administrativas, tais como mudar a duração e o conteúdo do currículo, e mudanças

*Esta é uma tradução fiel do texto original *The Challenge of Restructuring Engineering Curricula in Brazilian Private Universities* que está sendo publicada na *International Conference on Engineering Education: Progress Through Partnerships* que se realizará em Chicago, IL, em agosto de 1997. Buscando causar um impacto maior no debate sobre reforma curricular nas Universidades Brasileiras, estamos submetendo uma versão resumida deste trabalho para publicação no Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 97) a realizar-se em Salvador, BA, em novembro 1997.

[†]Esta pesquisa foi financiada em parte pelo Programa de Desenvolvimento das Engenharias - PRODENGE, pelo CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

na cultura acadêmica, tais como requerer mais atividades extra-classe, projetos em grupo e solução de problemas com auxílio de computador.

1.1 A Cidade e a Região de Porto Alegre

A PUCRS está localizada na cidade de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul, o estado mais ao Sul do Brasil. Situada no centro de uma região metropolitana com extensiva atividade industrial e comercial, Porto Alegre possui 1.3 milhões de habitantes; aproximadamente 3.2 milhões de pessoas vivem em toda a região metropolitana. Aproximadamente 19.500 alunos assistem aulas no campus central da PUCRS, que é uma das maiores universidades privadas do Brasil. A região metropolitana de Porto Alegre possui três outras universidades de porte, incluindo uma grande universidade financiada com recursos do governo federal.

1.2 O Corpo Docente

A PUCRS oferece cursos de graduação em seis áreas de engenharia. A Tabela 1 lista a distribuição de estudantes entre as diferentes áreas. Engenharia de Automação e Controle é um novo programa que combina o conteúdo tradicional de Engenharia Mecânica com o conteúdo de controle e processamento de sinais da Engenharia Elétrica; no entanto, devido a restrições impostas pelo governo para licenciamento (discutidas mais adiante), o programa é administrado e o grau é conferido pelo departamento de engenharia mecânica.

Mudanças econômicas nos últimos anos resultaram em um grande declínio no número de empregos oferecidos para engenheiros recém-formados em todas as áreas da engenharia, resultando em um declínio correspondente no número de alunos matriculados na escola de engenharia. Ao mesmo tempo, muitos cursos novos de engenharia passaram a ser oferecidos por outras escolas na região metropolitana de Porto Alegre e no interior do estado. A combinação destes fatores resultou em uma redução de 40 por cento no número de alunos matriculados na escola de engenharia da PUCRS desde 1983. A Figura 1

mostra o número de alunos matriculados em engenharia na PUCRS desde 1983.

1.3 O Corpo Docente

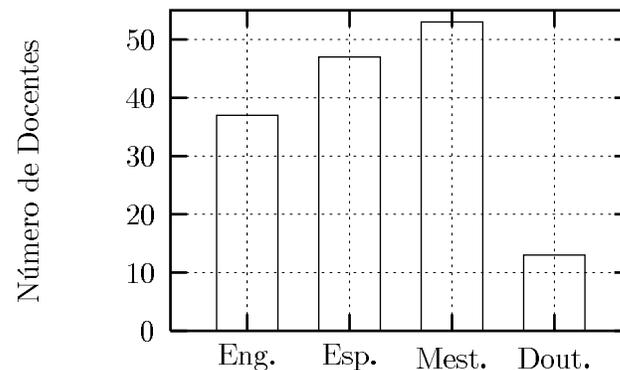


Figura 2: Titulação Acadêmica do Corpo Docente de Engenharia da PUCRS.

A escola de engenharia da PUCRS, denominada *Escola Politécnica* (EPO), possui aproximadamente 150 instrutores. Ao contrário da maioria das instituições de ensino superior dos Estados Unidos, a maioria destes instrutores trabalham em tempo parcial na universidade e muito poucos possuem um doutorado. Mais da metade não possui qualquer titulação avançada (considerada aqui como sendo um mestrado ou doutorado). A Figura 2 mostra o número de professores que possuem cada tipo de titulação em 1997. O grau de especialista é obtido através de um programa de disciplinas de pós-graduação de um ano. Ele não contém qualquer requisito de pesquisa ou desenvolvimento de tese.

Apesar de ser comum nas universidades Brasileiras empregar instrutores que possuam apenas um curso de graduação, a administração da PUCRS reconheceu a necessidade de melhorar as qualificações profissionais de seu corpo docente. A partir da metade dos anos 1980s, a PUCRS iniciou um programa que irá requerer que todos os membros do corpo docente possuam o grau de mestre no ano 2000. A implementação de exigência mais estrita de qualificação profissional para o corpo docente, resultou no estabelecimento de um programa de pós-graduação em En-

Curso	Número de Estudantes		Porcentagem do Total
	Masculino	Feminino	
Engenharia Elétrica	772	68	28%
Engenharia Civil	606	232	28%
Engenharia Mecânica	664	27	23%
Engenharia Química	207	216	24%
Engenharia de Automação e Controle	188	28	7%
Total	2437	561	100%

Tabela 1: Distribuição de Estudantes por Curso.

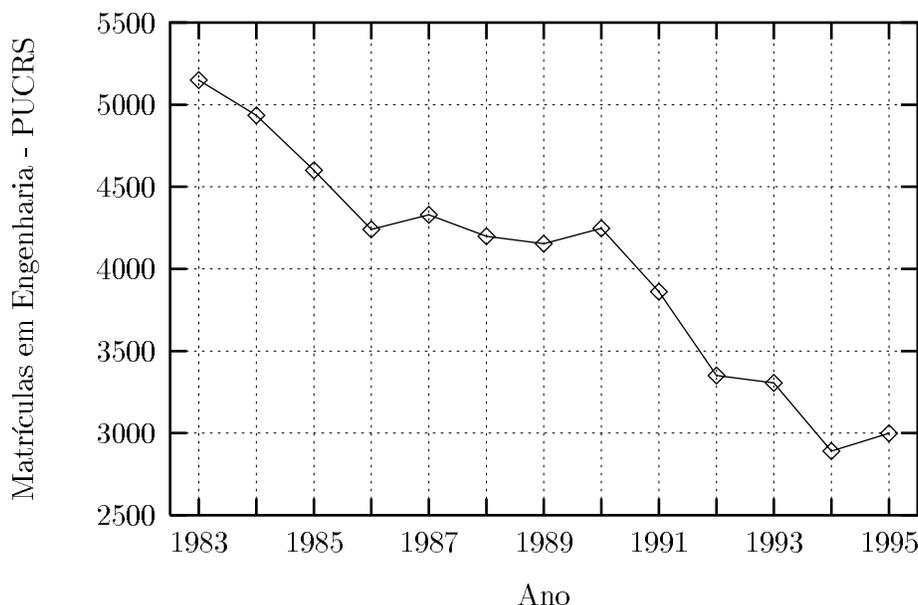


Figura 1: Matrículas na PUCRS desde 1983.

genharia Elétrica, que requer que todos os seus professores possuam o título de doutor.

A exigência de qualificação profissional mais elevada do corpo docente produziu mudanças significativas no caráter da escola de engenharia e especialmente no Departamento de Engenharia Elétrica. Uma cultura mais orientada a pesquisa começou a surgir balançando a orientação exclusiva ao ensino de graduação existente anteriormente. O departamento de engenharia elétrica começou vários novos projetos de pesquisa financiados externamente, um prática quase desconhecida apenas 3 ou 4 anos atrás,

A elevação de expectativas originada por estas mudanças ocorreu enquanto as escolas de engenharia sofreram vários baques. Como mencionado anteriormente, o número de empregos disponíveis para engenheiros recém-formados reduziu-se drasticamente nos últimos anos, e os

índices de matrículas nas escolas seguiu esta tendência. A redução no tamanho do corpo discente resultou na demissão de muitos instrutores em tempo parcial da PUCRS, e esta redução de pessoal criou um atmosfera que às vezes dificultou a implementação de uma reforma curricular e a introdução de melhorias de qualidade mais gerais.

1.4 O currículo Atual

A principal diferença da perspectiva do estudante entre a PUCRS e a maioria dos cursos de engenharia em universidades dos Estados Unidos é que o estudante médio de engenharia na PUCRS gasta muito mais tempo na sala de aula¹. A Tabela 2 ilustra a carga horária sema-

¹Este artigo foi escrito originalmente para publicação nos EUA para uma platéia predominantemente norte-

Curso de Engenharia	Semestre										Média
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Civil	34	38	38	32	30	30	28	28	30	22	31.0
Mecânica	28	38	38	32	34	34	28	30	30	26	31.8
Elétrica	34	28	32	28	28	29	27	25	23	20	27.4
Computadores	34	28	32	28	28	26	26	24	24	26	27.6
Química	34	37	34	30	27	28	30	34	27	25	30.6
Automação	30	36	34	30	30	30	26	26	22	22	28.6
Média	32.2	34.2	34.7	30.0	29.5	29.5	27.5	27.8	26.0	23.5	29.5

Tabela 2: Número de horas em sala de aula por semana requeridas por semestre.

nal necessária para concluir o currículo de engenharia em cinco anos na PUCRS.

Esta alta carga horária é em parte devida a exigências do governo federal brasileiro, que requer um mínimo de 3600 horas em sala de aula para a concessão de um título de engenheiro; no entanto, na PUCRS os currículos de engenharia contém muito mais de 3600 horas; por exemplo, o currículo de engenharia elétrica requer 4110 horas em sala de aula. Em contraste, instituições dos Estados Unidos certificadas por comissões independentes tipicamente requerem entre 120 e 132 créditos para um grau de engenheiro, o que corresponde a aproximadamente 1800 a 1980 horas em sala de aula.

Para garantir o cumprimento das exigências curriculares, cada estado brasileiro possui um conselho regional de engenharia. Uma das principais funções deste conselho é revisar o programa acadêmico cumprido pelos engenheiros formados. Se o programa não estiver estritamente em conformidade com as exigências federais, o estudante graduado não será licenciado e não poderá exercer a profissão de engenheiro e nem mesmo ser empregado como engenheiro.

A inclusão de novas disciplinas de engenharia nos programas oficiais das universidades depende da elaboração de um novo currículo e pode levar anos tornando o sistema incapaz de responder a mudanças tecnológicas. A lista de disciplinas mínimas requeridas pelo governo em vigor hoje foi criada em 1976. De acordo com as regulamentações existentes, as universidades não possuem a flexibilidade para reduzir o número de ho-

ras em sala de aula abaixo das 3600 requeridas², e sua habilidade para ajustar os tópicos ensinados é severamente limitada.

2 Objetivos Para a Reforma Curricular

Abaixo encontra-se a nossa lista (subjetiva) de objetivos para reforma do currículo de engenharia. Estes objetivos são baseados em uma variedade de fontes incluindo um estudo de currículos de engenharia de várias conceituadas escolas de engenharia dos EUA, os critérios para certificação da *Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)* e vários relatórios, incluindo o *Engineering Education 2001*, um relatório do Technions Samuel Neaman Institute, *Ideas for Better Education and Training for Engineers*, da World Federation of Engineering Organization, a referência [1], e nossa experiência pessoal ensinando disciplinas de graduação na PUCRS.

2.1 Um Currículo Mais Curto

O currículo deveria ser significativamente reduzido. A alta carga de horas em sala de aula é uma barreira para a excelência porque substitui estudos mais produtivos individuais ou em grupos por horas passivas em sala de aula. Professores devem responder a esta redução no número de horas em sala de aula requerendo mais ativida-

²Este artigo foi concluído no momento que a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que introduz mudanças significativas no papel regulador do governo, estava sendo aprovada.

americana. Por isto a freqüente comparação com escolas de engenharia dos EUA.

des fora de sala de aula tais como temas de casa, projetos em grupo e exercícios em computadores.

Parte do problema com a carga horária em sala de aula é causada pela excessiva redundância e duplicação de material em várias disciplinas. Por exemplo o programa de engenharia química da Cooper Union, certificado pela ABET, requer cinco créditos de química física. O programa de engenharia química da PUCRS requer 14 créditos para a mesma seqüência de disciplinas, sem que este incremento na carga horária resulte em qualquer benefício. De maneira similar, a seqüência introdutória em análise de circuitos para engenharia elétrica na PUCRS necessita de 14 créditos. Na Universidade de Oklahoma, também certificada pela ABET, somente seis créditos são requeridos para este conteúdo. Muitos, muitos outros exemplos poderiam ser citados.

Parte da tendência brasileira em favor de atividade passiva em sala de aula origina-se numa percepção largamente difundida de que a redução do número de horas em sala de aula não seria compensada por um aumento correspondente de estudos fora da sala de aula. Algumas recomendações para superar este obstáculo serão discutidas abaixo.

Baseados nas práticas de vários programas certificados pela ABET, em tradições e práticas existentes na PUCRS e em recomendações do relatório técnico *Engineering Education 2001* [3], nós acreditamos que o currículo de graduação em engenharia da PUCRS deveria ser reduzido para não mais de 2700 horas em sala de aula, o que corresponde a 10 semestres de 18 créditos cada.

2.2 Mais Ênfase em Princípios Fundamentais

É impossível ensinar o suficiente em um curso de engenharia de quatro ou cinco anos para preparar para todo e qualquer possível trabalho, também não é possível antecipar todas as novas tecnologias que irão surgir durante a vida profissional de um engenheiro. A educação em nível de graduação deveria concentrar-se em dar um forte embasamento nos princípios básicos de ciências e engenharia, e encorajar e reforçar adaptabilidade na sua aplicação.

O relatório técnico *Engineering Education 2001* [3] divide os conhecimentos fundamentais de engenharia em duas categorias principais: (1) matemática e ciências naturais, tais como química, física e biologia e (2) ciências de engenharia, tais como mecânica dos fluídos, transferência de calor e análise estrutural. Entre estas duas grandes áreas, o relatório recomenda que 30-35 por cento do currículo seja dedicado a matemática e ciências naturais e 35-40 por cento seja dedicado às ciências da engenharia. Atualmente o currículo de engenharia da PUCRS consiste de aproximadamente 25 por cento de matemática e ciências e aproximadamente 65-70 por cento de engenharia e requerimentos técnicos. Este incluem ciências da engenharia e disciplinas técnicas e de comércio tais como soldagem (veja adiante mais sobre esta distinção).

2.3 Menos Treinamento para Tecnologias Específicas e Especialidades

O currículo de engenharia da PUCRS é carregado pesadamente com disciplinas que parecem ter a intenção de ensinar tecnologias específicas, especialidades ou habilidades técnicas. Nós podemos listar alguns exemplos:

O currículo de engenharia da PUCRS é carregado pesadamente com disciplinas que parecem ter a intenção de ensinar tecnologias específicas, especialidades ou habilidades técnicas. A Tabela 3 lista alguns exemplos.

Estes não são tópicos estudados em uma determinada disciplina — eles constituem uma disciplina *inteira*. Não estamos argumentando que estes tópicos não sejam importantes, mas algumas prioridades devem ser estabelecidas e distinções devem ser feitas entre os conhecimentos essenciais a serem incluídos em um currículo e os tópicos que podem ser deixados para um curso de pós-graduação mais especializado ou para educação continuada.

Sobre a divisão entre fundamentos de engenharia e especialização e a necessidade de manter atualização tecnológica, o relatório técnico *Engineering Education 2001* [3] decidiu por uma ênfase nos conhecimentos fundamentais em uma educação em nível de graduação:

... [Nós] recomendamos fortemente

Engenharia Civil:	Instalações Hidráulicas Prediais Drenagem de Estradas
Engenharia Mecânica:	Geração e Utilização de Vapor Processamento de Polímeros
Engenharia Química:	Cálculo de Equipamentos de Processos Aplicações de Calor na Indústria Química
Engenharia Elétrica:	Interfaces e Periféricos de Computadores Elementos Irradiantes (antenas)

Tabela 3: Exemplos de Disciplina de Caráter Tecnológico Específico.

muito mais ênfase em educação em nível de pós-graduação e educação continuada. Educação em pós-graduação é destinada a promover excelência, especialização em engenharia e a alcançar os níveis necessários ao ingresso em algumas áreas de engenharia. Educação continuada é destinada a manter o indivíduo atualizado sobre novos desenvolvimentos e capaz de adaptar-se a novas condições[.]

Nós concordamos. Este ponto de vista influenciou fortemente nossas recomendações.

2.4 Maior Ênfase em Projeto

Projeto é uma das principais atividades realizadas por engenheiros, no entanto é uma das habilidades mais difíceis de ensinar na universidade. Muitos estudantes e membros do corpo docente sentem-se desconfortáveis com a natureza aberta de muitos problemas de projeto que não possuem uma única solução clara e fechada. Além disto, é difícil encontrar problemas de projeto acadêmicos que reflitam a complexidade do mundo real.

Alguns dos problemas no ensino de projetos de engenharia poderiam ser minorados adotando-se várias estratégias:

- Estudar projeto através da “engenharia-reversa” de bons projetos de engenharia.
- Ensinar sobre o próprio processo decisório. Tópicos tais como otimização e tomada de decisão na presença de incertezas poderiam ser incorporados no currículo sem introduzir nenhuma nova disciplina.

- Incluir problemas de projeto abertos ao longo do currículo, para resultar em um projeto de integração de curso no final.

3 Currículo Integrado Seqüencialmente

Em nossa experiência ensinando na PUCRS, repetidamente observamos estudantes que estão próximos da data de sua formatura e que são incapazes de aplicar o que eles aprenderam em disciplinas básicas de matemática e ciências a problemas de engenharia.

Julgando pelo número de artigos publicados recentemente em conferências de educação sobre o tópico “integração curricular”, nos parece que esta é uma queixa universal entre educadores. Uma vez que o currículo de engenharia é tradicionalmente dividido em disciplinas ensinadas por diferentes unidades acadêmicas, instrutores possuem diferentes prioridades e experiências. Não deveria ser surpreendente que instrutores de matemática e de ciências básicas tenham dificuldade para relacionar o material de sua disciplina com problemas de engenharia. Este problema sempre presente é freqüentemente interrelacionado com questões administrativas de controle, nas quais os fornecedores do que é chamado “disciplinas de serviço” mantêm, de uma maneira ciumenta, a prerrogativa de controlar o conteúdo de suas próprias disciplinas.

Um outro fator contribuinte para este problema é a maneira utilizada para especificar os pré-requisitos. Por exemplo, não basta especificar que dois semestres de cálculo são requeridos para que um estudante matricule-se em uma disciplina, digamos, de termodinâmica. Para pos-

sibilitar uma real integração do currículo, é necessário identificar como disciplinas individuais relacionam-se entre si. Nós acreditamos que para cada disciplina do currículo as habilidades específicas que devem ser dominadas para entrar e *para concluir* a disciplina com sucesso deveriam ser identificadas. Por exemplo, um pré-requisito matemático para uma disciplina em teoria de controle pode ser “ser capaz de aplicar o Princípio de Cauchy do Argumento a qualquer contorno fechado no plano complexo”, um tópico que seria supostamente estudado em uma disciplina introdutória de análise. Uma competência intimamente relacionada requerida para ser aprovado na disciplina de controle poderia ser “aplicar o critério de estabilidade de Nyquist para determinar a estabilidade em malha fechada de um sistema dinâmico linear com uma única entrada e uma única saída”.

3.1 Maior Ênfase em Computação

Computação deveria ser incorporada ao logo do currículo. Apesar de muitos estudantes hoje serem capazes de usar pacotes comerciais editores de texto, somente uma pequena fração dos engenheiros formados pela PUCRS são capazes de programar em qualquer linguagem e quase nenhum foi exposto a qualquer ferramenta de auxílio de projeto por computador. Isto tem inquestionavelmente dificultado a colocação de engenheiros formados pela PUCRS no mercado de trabalho.

3.2 Uma Exigência de Língua Inglesa

Inglês é a linguagem padrão de engenharia, mas a maioria dos estudantes de engenharia da PUCRS não sabem inglês ao concluir o curso de graduação. Apesar de que alguns estudantes mais motivados reconhecem a necessidade e estudam independentemente, a maioria não é capaz de ler um manual técnico ou um livro texto em inglês. O relatório técnico sugere em um curso de engenharia uma disciplina por ano *seja ministrada em inglês* [3].

4 Barreiras para Progresso

4.1 As Exigências do Governo

O currículo mínimo de engenharia de 3600 horas é determinado pelo governo federal Brasileiro, mas são os conselhos regionais de engenharia, em cada estado, que tem o poder par administrar e fazer cumprir as exigências curriculares.

Engenheiros são licenciados pelo conselho regional de engenharia no momento da formatura com base no cumprimento do currículo mínimo determinado pelo governo federal. Quando este artigo estava sendo escrito, uma nova lei federal, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, havia substituído a antiga determinação, mas a nova lei ainda não foi implementada por quaisquer regulamentações. Na ausência de regulamentação, os conselhos estaduais continuam a emitir licenças para engenheiros baseados no critério antigo.

Manobras políticas estão sendo realizadas para determinar as exigências para o currículo de engenharia com a nova lei. Uma vez que administrar o sistema antigo é uma de suas principais funções, os conselhos regionais de engenharia tem um interesse em manter o currículo existente, com seu número fixo de horas e conteúdo especificado. Universidades naturalmente gostariam de maior liberdade e estão influenciando em favor de exigências menos rígidas. Quando este artigo estava sendo escrito, a resolução deste debate ainda era uma questão em aberto.

4.2 O Clima Econômico para Engenheiros

Colocação no mercado de trabalho é uma preocupação crítica para estudantes de graduação em engenharia porque somente uma pequena fração dos engenheiros recém formados são capazes de encontrar trabalho em engenharia. A universidade não mantém um registro de estatísticas do mercado de trabalho; no entanto, nós estimamos que apenas uma fração dos engenheiros formados pela PUCRS encontram posições em engenharia.

Como o mercado de trabalho é tão difícil, empresas que contratam engenheiros podem exigir experiência profissional como um pré-requisito para praticamente qualquer posição. O

currículo de graduação em engenharia incorpora um programa de aprendizado durante o último ano no qual estudantes de graduação são encaminhados a empregadores para trabalho em tempo parcial; no entanto, para melhorar as suas chances no mercado de trabalho, estudantes tipicamente buscam trabalho relacionado com engenharia muito antes de seu último ano de graduação.

Em 1996, um estudo junto aos estudantes de engenharia da PUCRS mostrou que o número médio de horas trabalhadas por semana aumenta drasticamente a medida que os alunos chegam próximos à conclusão do curso. A Figura 3 ilustra a mudança na distribuição do número de horas em função do ano em que os alunos estão no curso de engenharia. No primeiro ano de estudos, quase 70 por cento dos alunos trabalha duas horas ou menos por dia, e apenas em torno de 15 por cento trabalha em tempo integral. No quinto ano de estudos, as percentagens são quase reversas com aproximadamente 60 por cento dos estudantes trabalhando em tempo integral e menos de 10 por cento trabalhando duas horas ou menos por dia. Quando perguntados porque eles estavam trabalhando, quase a metade dos estudantes mencionou a necessidade de experiência profissional. Em torno de 15 por cento trabalha para pagar a escola. O estudo investigou outras possíveis motivações para a alta taxa de trabalho externo. Foi solicitado aos estudantes que trabalham que concordassem ou discordassem com as sentenças listadas a seguir:

- Eu trabalho para sustentar a mim mesmo ou para sustentar minha família.
- Eu trabalho para pagar a escola (mas não precisaria trabalhar se eu recebesse crédito educativo).
- Eu trabalho para adquirir experiência profissional, mas não preciso do dinheiro para sobreviver.
- Eu trabalho porque a escola me deixa com muito tempo livre.
- Eu trabalho para realizar o estágio profissional obrigatório.

Os resultados deste estudo são mostrados na Figura 4. Aproximadamente 60 por cento dos estudantes responderam que eles trabalham para se sustentar, para sustentar suas famílias ou para pagar a escola. Provavelmente devido ao alto número de horas exigidas em sala de aula pelo currículo atual, poucos estudantes trabalham porque possuem muito tempo livre.

O alto nível de horas em sala de aula combinado com trabalho em tempo integral usualmente resulta em baixa performance por parte dos estudantes. Mais do que simplesmente afetar o rendimento individual do estudante, existe uma percepção largamente difundida de que a experiência profissional é mais importante do que os estudos. Esta percepção afeta a maneira como os professores ensinam e avaliam o desempenho dos estudantes. Estudantes freqüentemente esperam que a sua ausência em sala de aula ou a não entrega de um tema de casa podem ser desculpadas se forem relacionadas com o trabalho. A situação cria pressões nos instrutores para enfraquecerem o material ensinado, para evitarem trabalhos de casa e para, de maneira geral, exigirem pouco dos estudantes além de sua presença em sala de aula. O próprio currículo reconhece, apóia e talvez até encoraje a tendência de mais atividades fora da universidade relacionadas com trabalho. O currículo prevê um decréscimo no número de horas em sala de aula a medida que os estudantes avançam no curso de engenharia (veja Tabela 2).

4.3 Evasão de Estudantes

Evasão é uma parte natural do processo acadêmico; no entanto, evasão excessiva é usualmente causa para preocupação. Estudos recentes mostram que em escolas dos EUA até um terço dos estudantes abandonam programas universitários durante o primeiro ano [2]. Em 1996, a Escola Politécnica realizou um estudo para descobrir as causas de uma taxa de evasão considerada elevada. A Figura 5 mostra que entre 1990 e 1994 um sexto do total de alunos deixou a escola de engenharia todo ano. Infelizmente, não foi coletada estatística para determinar em que ano a taxa de evasão está concentrada. Em outro estudo para identificar as causas que levaram os estudantes a abandonar a escola, foi enviado um

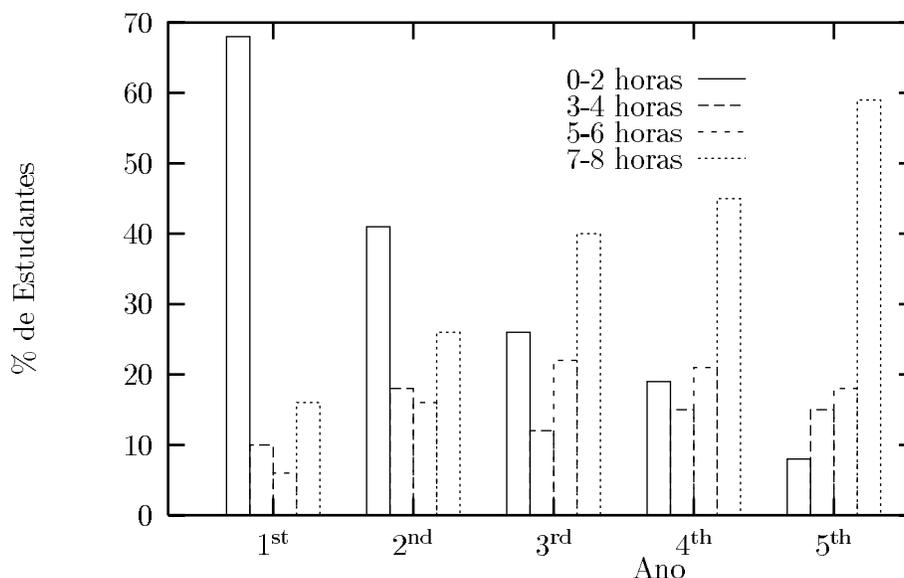


Figura 3: Número de horas que os estudantes trabalham diariamente e cada ano do curso de engenharia.

questionário para todos os estudantes que deixaram a escola em 1995. Foi pedido a estes estudantes que indicassem em termos de importância os fatores que contribuíram para a decisão de abandonar o curso de engenharia. Onze razões foram oferecidas e cada estudante poderia classificá-las como sendo uma razão importante (ou não importante) para desistir de engenharia. Os resultados são mostrados na Tabela 4.

Considerando o clima econômico geral do Brasil, a alta importância das razões econômicas não é uma surpresa. O que é interessante é a importância das dificuldades com os horários das aulas, o que revela que um número de estudantes deixa a escola por não conseguir conciliar seus estudos com seu trabalho. Outro resultado importante do estudo é a importância que os estudantes deram para “muitas horas de aula no programa” como uma razão para desistir de engenharia.

4.4 Vestibular

Talvez a instituição mais importante na educação superior brasileira seja o vestibular, o exame para ingresso em cursos superiores. Por mais que disséssemos, seria difícil exagerar a importância que o vestibular possui, tanto do ponto de vista dos estudantes quanto do ponto de vista das universidades.

O vestibular é uma seqüência de exames

em física, química, matemática, história, biologia, geografia, português, literatura brasileira e língua estrangeira. Admissão à universidade é inteiramente baseada no desempenho do aluno no vestibular. Na PUCRS o vestibular é oferecido duas vezes por ano, imediatamente antes de cada semestre. Candidatos que obtêm notas suficientemente elevadas usualmente começam a assistir aulas imediatamente, ainda que em circunstâncias especiais a matrícula possa ser adiada.

Na PUCRS e em outras universidades brasileiras, o processo do vestibular é justo e escrupulosamente controlado para evitar abusos. O vestibular cria um processo simples de admissão que é fácil de gerenciar e que admite estudantes baseados em um critério objetivo.

Apesar de possuir algumas vantagens, nós acreditamos que os efeitos do vestibular são, no balanço final, extremamente negativos:

- Desestimula desempenho escolar na educação que antecede a admissão a um curso superior.
- Premia estudo intensivo de última hora e cria uma expectativa de que esforço contínuo não é importante.
- Evita a formação de um corpo discente nacional.

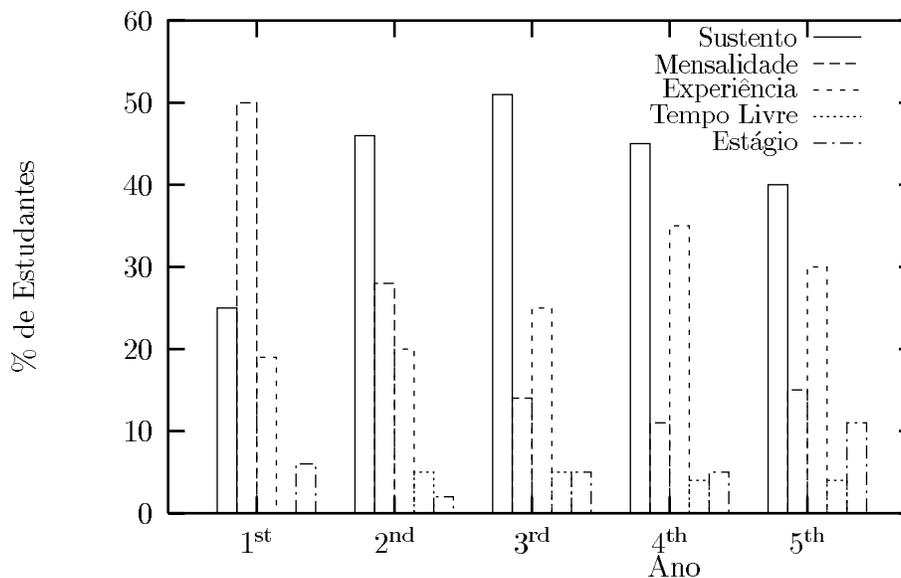


Figura 4: Razões porque os estudantes trabalham.

Razão	Não Importante	Importante
Razões econômicas	25.2	74.8
Não estava satisfeito(a) com o currículo	73.6	26.4
Professores não qualificados	77.0	23.0
Falta de conhecimento prévio sobre o curso	81.8	18.2
Falta de pré-requisitos para acompanhar as aulas	84.9	15.1
Insatisfeito com os métodos de ensino	80.9	19.1
Laboratórios e salas de aulas inadequados	84.0	16.0
Muitas horas de aula no curso	54.4	45.5
Dificuldades com os horários das aulas	43.0	57.0
Mudou-se para outra cidade	83.6	16.4
Baixas perspectivas no mercado de trabalho para engenharia	78.2	21.8

Tabela 4: Razões para desistência do curso de engenharia.

- Exige uma certeza de escolha de curso antes que muitos estudantes estejam suficientemente bem informados para fazer esta escolha.

4.5 Desempenho Escolar Anterior à Faculdade

Universidades nos EUA tipicamente revisam o desempenho acadêmico dos alunos em toda sua vida escolar como parte do processo de seleção para admissão. Estudantes de segundo grau que almejam freqüentar uma faculdade sabem que o seu desempenho durante o segundo grau conta e que irá influenciar significativamente a sua habi-

lidade para freqüentar a universidade que escolherem. Em contraste, a maioria das instituições brasileiras não consideram qualquer fator a não ser o desempenho no vestibular; nenhuma consideração é feita sobre o desempenho escolar anterior à universidade.

4.6 Estudo Intensivo

A maioria dos estudantes que intencionam ingressar em uma universidade no Brasil e que possuem meios econômicos suficientes fazem o *cursinho*, um curso intensivo de um ano de duração em preparação ao vestibular. Oferecidos por companhias privadas, o objetivo explícito

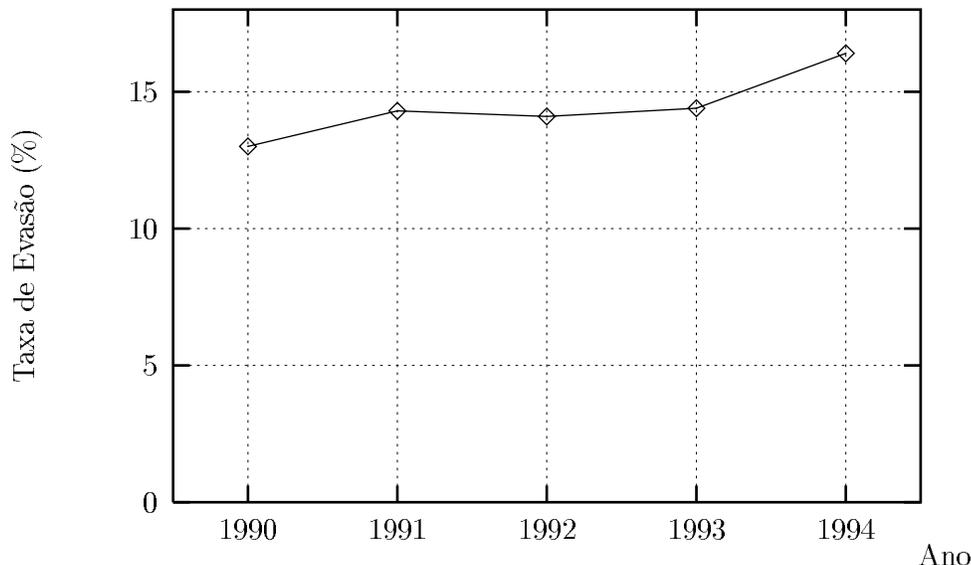


Figura 5: Taxa geral de evasão na Escola Politécnica.

destes cursos é preparar estudantes para o vestibular. O valor educacional de um cursinho é no mínimo duvidoso. O interesse educacional de longo prazo dos estudantes certamente seria melhor servido por um programa de estudos mais rigoroso como parte do currículo escolar regular.

4.7 Desenvolvimento de um Corpo Discente Nacional

Uma diferença gritante entre as universidades brasileiras e norte-americanas encontra-se na diversidade geográfica do corpo discente. Prestigiosas universidades dos EUA invariavelmente recebem estudantes de todo o país e do exterior. Os melhores estudantes do país e as melhores universidades procuram um ao outro para o mútuo benefício de ambos. No Brasil o vestibular não apenas não contribui para a formação de um corpo discente geograficamente diverso, mas na verdade ele ativamente inibe esta possibilidade.

Uma vez que cada universidade oferece o seu próprio vestibular, um estudante interessado em uma universidade distante teria que viajar para aquela universidade, permanecer por uma semana para fazer as provas do vestibular, e estar preparado para iniciar classes imediatamente se for selecionado. Além disto, é altamente provável que mais do que uma instituição de interesse para o estudante ofereçam o vestibular no mesmo

período, tornando literalmente impossível fazer os dois vestibulares.

Diante de tantas incertezas, o estudante prudente permanece próximo a sua casa e faz vestibular somente nas instituições superiores da vizinhança, no lugar de procurar sua educação universitária baseado na qualidade dos cursos oferecidos ou em universidades que ofereçam programas especiais que melhor atendam as suas aspirações.

4.8 Escolha de Curso

Antes de submeter-se ao vestibular, os estudantes tem que decidir por uma curso. Para a maioria dos estudantes, isto significa ter que decidir por uma curso e uma provável carreira para o resto de sua vida no final do segundo grau, com a idade de 17 ou 18 anos. Notas no vestibular somente são comparadas entre candidatos que escolheram o mesmo curso, e uma vez admitidos, os estudantes normalmente tem que permanecer no curso escolhido até se formarem. Transferências entre diferentes faculdades são extremamente difíceis e usualmente requerem que o estudante faça um novo vestibular. Mesmo transferências entre diferentes cursos de engenharia são restritas. Um resultado desta política é que alguns estudantes de engenharia que possuem pouca inclinação para ou desejo de

estudarem engenharia permanecem no curso para evitar terem que fazer um novo vestibular para admissão a outro curso.

Talvez a maior crítica ao vestibular para engenharia na PUCRS é que ele não está selecionando ninguém. Como existem mais vagas disponíveis do que candidatos, virtualmente qualquer um que quiser pode entrar em um curso de engenharia. Esta situação tem persistido por vários anos.

4.9 Docentes em Tempo Parcial

Apesar de existirem orientações no sentido de melhorar as qualificações do corpo docente, a maioria dos docentes de engenharia ainda não obtiveram um título avançado. Em muitos casos, alguns destes instrutores tem ensinado lealmente a mesma disciplina por muitos anos e existe uma relutância muito grande por parte da administração para forçar padrões acadêmicos mais elevados.

Está associado ao problema de qualificações profissionais questionáveis dos docentes, o problema de depender de muitos instrutores em tempo parcial, que podem ensinar apenas uma disciplina por semestre. A Tabela 5 mostra a distribuição de docentes baseada no número de horas ensinadas (40 horas não significa necessariamente que são ensinadas 40 horas em sala de aula, somente que o docente trabalha em tempo integral para a PUCRS). A Tabela 5 mostra que somente em torno de um quarto dos docentes de engenharia da PUCRS trabalham em tempo integral.

A maioria dos instrutores de tempo parcial trabalham em tempo integral em companhias estatais, indústrias privadas, ou possuem os seus próprios escritórios de engenharia. Ainda que alguns tragam valiosa experiência profissional para os cursos de engenharia e a maioria tenha boas intenções, trabalhando 40 horas ou mais por semana fora da universidade e ensinando algumas horas à noite não permite que eles participem em atividades departamentais, atendam estudantes fora da sala de aula, ou mantenham-se atualizados com os mais recentes desenvolvimentos em engenharia.

A redução do número de horas em sala de aula nos currículos deve ser complementada com

um aumento na disponibilidade dos professores fora da sala de aula. A contínua dependência em professores em tempo parcial frustrará este objetivo.

5 Recomendações

Reduzir o número de horas requeridas para graduar-se para 2160. Este número corresponde a oito semestres de 18 créditos.

Continuar a usar cursos de especialização já existentes para suplementar a educação em nível de graduação. Muitas das disciplinas técnicas e especializados deveriam ser colocados em um curso de especialização de um ano de duração. Isto iria requerer ajustes administrativos mínimos, uma vez que toda a estrutura para oferecer cursos de especialização já existe. A vantagem deste arranjo é que o hodge-podge de tecnologia e disciplinas de treinamento atualmente oferecidas no currículo de graduação poderia ser coerentemente combinado em uma variedade de cursos de especialização focalizados.

Fazer valer as exigências estabelecidas para a qualificação do corpo docente. Uma vez que muitos dos docentes em tempo parcial são também aqueles que não completaram a sua titulação avançada, a demissão de docentes sem qualificação profissional suficiente deve também aliviar alguns dos problemas e conflitos que surgem da excessiva dependência em instrutores em tempo parcial.

Reduzir a dependência em docentes em tempo parcial. Docentes em tempo parcial são uma necessidade econômica da PUCRS e não serão completamente dispensados. Uma total dispensa não seria desejável porque o ponto de vista industrial fornecido por muitos instrutores em tempo parcial possui um grande valor; no entanto, a dependência atual em professores em tempo parcial é excessiva e deveria ser reduzida e a qualificação dos profissionais que permanecerem deve ser atualizada.

Modificar a missão do estado e dos conse-

Número de horas por semana	Porcentagem de Docentes
Menos de 10	22.2%
Mais de 10 e menos de 20	31.4%
Mais de 20 e menos de 30	13.5%
Mais de 30 e menos de 40	6.4%
Tempo Integral (40 horas)	26.4%

Tabela 5: Sumário das horas trabalhadas por docentes tempo parcial.

lhos regionais de engenharia. Os conselhos regionais de engenharia estão preocupados que uma reforma curricular possa eliminar padrões existentes para os currículos e deixar a prática de engenharia sem regulamentação. Estes grupos poderiam continuar a garantir padrões de qualidade para a profissão de engenharia mudando o seu foco. No lugar de regular um sistema de padrões baseado em conteúdos fixos e duração do currículo de engenharia, a missão dos conselhos regionais deveria ser modificada para incluir uma avaliação mais baseada em resultados.

É importante observar que o governo federal começou a agir nesta direção recentemente. Um exame nacional para estudantes que estão concluindo o curso universitário foi introduzido em caráter experimental em áreas selecionadas, incluindo engenharia civil. O teste deve ser usado para determinar o desempenho das universidades. Embora nós estejamos relutantes com a perspectiva de apoiar um único exame como um caminho para uma reforma curricular significativa, pelo menos o conceito de medir resultados (no lugar de entradas tais como o número de horas em sala de aula) estabeleceu seu espaço. Seria extremamente indesejável propagar os efeitos negativos do vestibular pela instituição de um exame similar no final do curso de graduação. Algumas instituições universitárias já começam a oferecer pseudo-cursinhos com estudo intensivo para preparar os estudantes para o exame final.

Estabelecer um comitê curricular permanente em cada departamento de engenharia. O objetivo do comitê seria revisar periodicamente o currículo para garantir que este atende as necessidades dos principais clientes da universidade, os estudantes e seus empregadores, e para estabelecer um canal de comunicação com

outras unidades acadêmicas que fornecem “disciplinas de serviço” para a engenharia. Através do comitê de currículo, o conteúdo de cada curso poderia ser analisado e integrado através de um programa básico de quatro anos e em cursos de especialização. O comitê seria também responsável por monitorar o desempenho para confirmar que cada um dos objetivos de desempenho do curso foram atendidos.

Eliminar o vestibular. A universidade deveria instituir um processo de seleção que selecione os estudantes baseando-se nos registros de desempenho ao longo de sua vida escolar, e não apenas no resultado de um único teste. Isto permitiria o recrutamento de um corpo docente nacional. De maneira similar, universidades deveriam relaxar as exigências para troca de curso depois que o aluno ingressa no ensino superior.

Estabelecer conselhos departamentais formados por engenheiros e especialistas de fora da universidade. Praticamente todos os departamentos de universidades dos EUA possuem um grupo aconselhador externo. A realimentação trazida da indústria, os empregadores potenciais dos engenheiros formados pela PUCRS, tem que ser um fator na determinação do currículo. Além do mais, o conhecimento mútuo que resulta deste tipo de contatos acadêmico-industriais deve resultar em melhores oportunidades de trabalho para engenheiros formados pela PUCRS.

Monitorar e assistir engenheiros formados em sua colocação no mercado de trabalho. A melhor garantia de sucesso de um curso de graduação da PUCRS é uma alta taxa de colocação dos engenheiros formados no mercado de traba-

lho. Mesmo em um ambiente econômico difícil, a PUCRS deve tentar ter a mais alta taxa de colocação no mercado entre as instituições de ensino superior concorrentes para assim atrair os melhores estudantes. Um esforço deste tipo deveria iniciar coletando estatísticas sobre a colocação no mercado de trabalho.

Com uma taxa mais elevada de colocação no mercado de trabalho, a pressão existente nos estudantes de graduação para trabalhar durante o curso seria mais baixa, resultando em uma melhoria geral de seu desempenho acadêmico.

6 Conclusões

Nós delineamos um plano de ações para reformar o currículo de engenharia na PUCRS, uma grande universidade privada no Brasil. As reformas propostas requerem ações governamentais, de agências quase-governamentais e da própria universidade que iriam acabar com antigas práticas destrutivas na educação superior brasileira. Muitas destas práticas desenvolveram-se de forma isolada e talvez em um determinado momento tenham atendido as necessidades de novos engenheiros e de seus empregadores.

Infelizmente, as evidências indicam que estudantes formados em engenharia no Brasil não são, na média, competitivos no mercado mundial emergente. Nós acreditamos que este problema possa ser minorado através de uma reforma substancial do curso de graduação em engenharia, que poderá iniciar-se por uma reforma curricular. Nós acreditamos que as recomendações contidas neste artigo constituem um conjunto de passos razoáveis e necessários para iniciar o processo de reforma.

Referências

- [1] ASEE Engineering Deans Council. *Engineering education for a changing world*. Technical report, American Society for Engineering Education, 1994.
- [2] Rene Sanchez. *A required course in beating the freshman blues*. The Washington

Post National Weekly Edition, October 23–29 1995.

- [3] Zehev Tadmor, Zvi Hohavi, Avinoam Libai, Paul Singer, and David Kohn. *Engineering education 2001*. Technical report, The Samuel Neaman Institute, 1987.