

CRESCIMENTO, EVOLUÇÃO E O FUTURO DOS CURSOS DE ENGENHARIA

Vanderlí Fava de Oliveira¹

RESUMO

O objetivo deste artigo é, a partir da análise do crescimento do número de cursos e de modalidades de engenharia, apresentar uma breve reflexão sobre possíveis modelos de organização desses cursos. A base de dados que gerou este artigo foi apresentada pelo autor no COBENGE 2005 (OLIVEIRA, 2005), sendo posteriormente atualizada até dezembro de 2005. Nos últimos cinquenta anos, a engenharia expandiu-se para pelo menos três novos enfoques: novas tecnologias, saúde/ambiente e gestão. Além disto, nos últimos dez anos, o número de cursos de engenharia aumentou duas vezes e meia e o de títulos de engenheiro concedidos praticamente duplicou. Esse crescimento vertiginoso pode significar, entre outros, uma fragmentação de especialidades dentro das áreas e dos novos enfoques da engenharia. Em termos de modelos alternativos ao paradigma atual pode-se vislumbrar a possibilidade de reintegração ou de retomada da politecnia adaptada aos tempos atuais ou, ainda, o surgimento de um modelo baseado em uma nova concepção de formação profissional em engenharia.

Palavras-chave: Educação em engenharia, cursos de engenharia, modalidades de engenharia.

ABSTRACT

The aim of this paper is to present a reflection about the possibilities of engineering courses organization models, based on the analysis of the growing number of these courses and its variations. The database that generates this work was presented by the author in the 2005 Brazilian Engineering Conference - COBENGE 2005 (OLIVEIRA, 2005) and it was brought up to date until December 2005. In the last fifty years the engineering field expanded covering at least three new areas: New Technologies, Health/Ecology and Management. Moreover, in the last ten years, the number of engineering courses was increased by twice and a half and the number of graduated engineers nearly duplicated. This vertiginous growth could mean a fragmentation of specialities inside the areas and new branches of engineering. In terms of alternative models to the current paradigm it is possible to think of a reintegration model or a reborn of the polytechnic pattern fitted to the nowadays needs or beyond it, the sprouting of a model based on a new conception of professional engineering formation.

Key-word: Engineering education, courses of engineering, modalities of engineering.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é, a partir da análise dos novos enfoques e do crescimento do número de cursos e de modalidades de engenharia, principalmente nos últimos dez anos, apresentar uma breve reflexão sobre possíveis novos modelos alternativos de organização desses cursos.

A base de dados que gerou este artigo foi apresentada no COBENGE 2005 (OLIVEIRA, 2005), sendo posteriormente atualizada até dezembro de 2005. Em termos retrospectivos, a base principal deste trabalho são as publicações dos professores Telles (1994) e Pardal (1986 e 1996) e a tese de doutoramento do autor (OLIVEIRA, 2000).

Conforme o exposto no referido trabalho apresentado no COBENGE 2005, a fonte principal dos dados

atuais sobre os cursos de engenharia é o portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – www.inep.gov.br (fevereiro, 2006). Os dados dos cursos que constam do Cadastro das Instituições de Ensino Superior (IES) do INEP não estão todos completos. Alguns não permitem identificar com clareza se são cursos distintos ou habilitações de um único curso. Também há casos de cursos nos quais não fica claro se estão em extinção ou se um novo currículo determinou outro registro como um curso novo. Ainda há casos nos quais um erro de grafia na inserção do curso no cadastro dificulta que seja alcançado pelo mecanismo de busca. A margem de erro acerca do número de cursos em decorrência dessas imprecisões não ultrapassa 1,5% do total para mais (caso de habilitações consideradas como cursos) ou para menos (caso de cursos não encontrados pela busca).

¹ Professor, Doutor, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção. vanderli.fava@uffj.edu.br

BREVE RETROSPECTO

No início do seu livro *História da engenharia no Brasil*, Telles (1994) registra que “a engenharia quando considerada como arte de construir, é evidentemente tão antiga quanto o homem, mas, quando considerada como um conjunto organizado de conhecimentos com base científica aplicado à construção em geral, é relativamente recente, podendo-se dizer que data do século XVIII”.

A École Nationale des Ponts et Chaussées, fundada em Paris, em 1747, por iniciativa de Daniel Trudaine, foi o primeiro estabelecimento de ensino de engenharia que se organizou com essas características, sendo considerada a primeira escola para o ensino formal de engenharia do mundo e que diplomou profissionais com o título de “engenheiro” (PARDAL, 1986). Esta escola formava basicamente construtores e, se assim for, o ensino de engenharia iniciou-se pela engenharia hoje conhecida como engenharia civil, sendo os primeiros engenheiros diplomados os precursores do engenheiro civil atual. Conforme registra ainda Telles (1994), “o nome *engenheiro civil* teria sido usado, pela primeira vez, pelo engenheiro inglês John Smeaton – um dos descobridores do cimento *Portland* – que assim se autodenominou em fins do século XVIII – para distinguir-se dos engenheiros militares”.

A École Polytechnique, fundada em 1795 por iniciativa de Gaspard Monge e Fourcroy, tem sido considerada como a “que se tornou modelo de outras escolas de engenharia pelo mundo afora. Esta Escola tinha o curso em três anos, cujos professores de alto nível (Monge, Lagrange, Prony, Fourier, Poisson etc.) ensinavam as matérias básicas de engenharia, sendo os alunos depois encaminhados a outras escolas especializadas: Ponts et Chaussées, École de Mines etc.” (TELLES, 1994). Como se pode observar, “a separação, na estruturação curricular, entre as diversas ciências que participam

na formação do engenheiro, colocando-se primeiramente (em bloco) as básicas, depois as básicas de engenharia e, por fim, as aplicadas de engenharia, remonta já às primeiras escolas” (BRINGUENTI, 1993).

No Brasil, conforme registram os autores Pardal (1986) e Telles (1994), a data de início formal dos cursos de engenharia foi 17 de dezembro de 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de Janeiro. Esta escola é a precursora em linha direta e contínua da escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Instituto Militar de Engenharia. É, também, considerada a primeira escola de Engenharia das Américas. A segunda só seria criada dez anos depois, em 1802, nos Estados Unidos, a United States Military Academy at West Point.

Como antecedentes da Real Academia no Brasil, houve a Aula de Fortificação, criada por carta régia de 1699, voltada para o ensino militar, que incluía conhecimentos de engenharia, depois consolidado em 1738 na Aula do Terço de Artilharia. Deste ensino não se conhece regulamento nem programa de ensino, sabendo-se apenas que durava cinco anos (PARDAL, 1996).

A Escola de Minas de Ouro Preto, a única fundada durante o Império, é a segunda escola de engenharia do Brasil. A sua fundação foi “uma decisão política do Imperador D. Pedro II”, que contratou em 1874, por indicação do cientista francês Auguste Daubrée, o engenheiro francês Claude Henri Gorceix (1842-1919), então com 32 anos de idade, para organizar o ensino de geologia e mineralogia no Brasil.

Após a proclamação da República em 1889, foram fundadas, ainda no século XIX, mais cinco escolas de engenharia. Novas escolas só seriam fundadas entre 1910 e 1914 (início da Primeira Guerra Mundial), registrando-se mais cinco (Tabela 1), sendo três em Minas Gerais. Com isso, um terço das escolas existentes até então no Brasil estava em Minas Gerais.

Tabela 1 - Cursos de Engenharia no Brasil até o início do século XX

Fund	Local	Denominação	IES atual	Cursos iniciais – (Xa) Nº anos
1792	Rio de Janeiro/RJ	Real Academia	UFRJ/IME	Eng Militar e Civil (5a)
1876	Ouro Preto/MG	Escola de Minas	UFOP	Minas (3a)
1893	São Paulo/SP	Escola Politécnica de São Paulo	USP	Civil e Industrial (5a) - Agrônomo e Mecânica (3a) - Agrimensor (2a)
1895	Recife/PE	Escola de Engenharia de Pernambuco	UFPE	Agrimensor (2a) - Civil (5a)
1896	São Paulo/SP	Escola de Engenharia Mackenzie	Mackenzie	Civil (5a)
1896	Porto Alegre/RS	Escola de Engenharia de Porto Alegre	UFRGS	Civil (?)
1897	Salvador/BA	Escola Politécnica da Bahia	UFBA	Geógrafo (4a) - Civil (5a)
1911	B Horizonte/MG	Escola Livre de Engenharia	UFMG	Civil (5a)
1912	Curitiba/PR	Faculdade de Engenharia do Paraná	UFPR	Civil (?)
1912	Recife/PE	Escola Politécnica de Pernambuco	UPE	Civil – Química Industrial (?)
1913	Itajubá/MG	Instituto Eletrotécnico de Itajubá	UNIFEI	Mecânica – Elétrica (3a)
1914	Juiz de Fora/MG	Escola de Engenharia de Juiz de Fora	UFJF	Civil (4a)

Fonte: Organizado pelo autor, baseado em Telles (1994) e Pardal (1986, 1993).

Nenhuma outra escola de engenharia foi criada no país até a década de 30. Em 1928, foi criada a Escola de Engenharia Militar, hoje IME (Instituto Militar de Engenharia, criado em 1941), a qual, sucedia a Escola Militar, que resultou do desmembramento ocorrido em 1874 da Escola Central, que sucedia a primeira escola de engenharia do Brasil e passou a formar apenas engenheiros civis.

De acordo com o que consta hoje no portal do INEP, em 1930 havia 27 cursos de engenharia no país distribuídos em 11 instituições (UFRJ, UFOP, USP, UFPE, UFRGS, UFBA, UFMG, UFPR, UNIFEI, UFJF e IME). Entretanto, segundo o que consta da obra de Pardal (1986) e Telles (1994), ainda existiam cursos na Estadual de Pernambuco e na Universidade Mackenzie, a única particular dentre as elencadas, totalizando então 29 cursos.

CRESCIMENTO DO NÚMERO DE CURSOS E DE MODALIDADES

O Quadro 1 apresenta o crescimento do número de cursos no Brasil de 1930 a 2005. Nesse período podem ser destacados acontecimentos que se constituíram em marcos que tiveram influência nesse crescimento.

A profissão de engenheiro no Brasil só foi regulamentada nacionalmente em 1933 pelo decreto federal nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, que “regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor”. Neste decreto eram previstos os seguintes títulos de engenheiro: civil; arquiteto, industrial; mecânico, eletricista, de minas e agrimensor e, ainda, arquiteto, agrônomo e geógrafo.

Quando terminou a Segunda Grande Guerra e a ditadura Vargas, em 1945, havia 47 cursos de engenharia no país, distribuídos por oito estados: Rio de Janeiro (12), São Paulo (11), Minas Gerais (8), Rio Grande do Sul (6), Bahia (4), Pernambuco

(4), Pará (1) e Paraná (1). As escolas de engenharia estavam praticamente restritas às capitais, à exceção de Minas Gerais, que tinha cursos em Ouro Preto, Itajubá e Juiz de Fora. Somente na década de 50 outros estados passaram a contar com cursos de Engenharia: Espírito Santo, Goiás, Paraíba, Alagoas e Rio Grande do Norte.

Na década de 50 eram criados, em média, três cursos por ano e, em 1960, no final do governo Juscelino Kubitschek, estavam em funcionamento 99 cursos de engenharia no país. Em 1962 houve um recorde, com a criação de 12 novos cursos no Brasil.

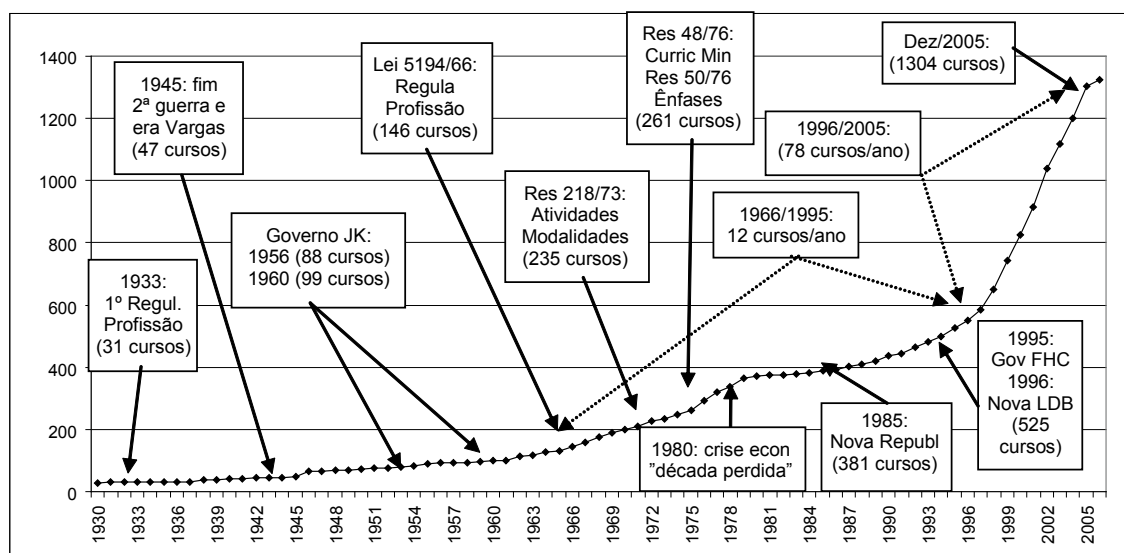
Em 1966 foi aprovada a lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que regulava o exercício da profissão de engenheiro, substituindo o decreto de 1933. Em 29 de junho de 1973, foi aprovada a Resolução nº 218 do CONFEA, que discriminava atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia. Também nesta estavam definidas as modalidades de engenharia com suas respectivas competências. Esta resolução só foi substituída por uma nova em 2005, resolução nº 1010 de agosto/2005.

No que se refere à formação profissional, em 1976 foi aprovada a resolução nº 48/76 do Conselho Federal de Educação (CFE), que estabeleceu os currículos mínimos dos cursos e, ainda, a resolução nº 50/76 do CFE, que admitiu as ênfases ou habilitações nos cursos.

No final de 1979 já havia 364 cursos no país. Durante a década de 70, houve um significativo crescimento de número de cursos, registrando-se uma média de 17 novos cursos criados a cada ano.

Na década de 80 registrou-se uma média de apenas cinco novos cursos criados por ano. Nesse período, considerado como “década perdida”, registraram-se altas taxas de inflação, crise fiscal e um grande crescimento da dívida pública, o que causou estagnação no desenvolvimento do país, refletindo diretamente na criação de novos cursos.

Quadro 1 - Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil (1930 a 2005)



Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

Em 1996 foi aprovada a nova LDB (lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996), que revogou, entre outros dispositivos, a resolução 48/76, a qual estabelecia o currículo mínimo para os cursos de engenharia. Isso foi um dos fatores que determinaram um crescimento sem precedentes no ensino superior brasileiro a partir de 1997, com a expansão das IES existentes e a criação de muitas outras novas.

A média anual de criação de novos cursos de engenharia cresceu vertiginosamente após a nova LDB, passando de aproximadamente 12 novos cursos ao ano, de 1989 a 1996, para mais de 78 novos cursos ao ano no período de 1997 a 2005.

Em 1995, existiam 525 cursos de 32 modalidades com 56 ênfases ou habilitações e que perfaziam aproximadamente noventa títulos profissionais distintos. Com a nova LDB e a conseqüente revogação das exigências das denominações e modalidades e suas habilitações (resoluções 48/76 e 50/76), o número de títulos de engenharia concedidos praticamente dobrou em dez anos (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de modalidades (1995/2005)

Denominações/Modalidades	1995	2005
Plenas	32	50
Habilitações/Ênfases	56	103
Total de Títulos	88	153

Ex. de Plenas: Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica etc. Ex. de Habilitação/Ênfase: Eng. Civil Sanitária, Elétrica Eletrônica, Mecânica Automotiva etc. (2ª denominação).

Em final de 2005, o total de cursos chegou a 1.304, distribuídos em cinquenta modalidades, com cerca de 103 ênfases ou habilitações, e que perfazem um total de mais de 150 títulos profissionais distintos.

A CNE/CES 11/2002, que “institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”, também contribuiu para esse aumento no número de cursos e de modalidades e ênfases pela sua flexibilização no que se refere à organi-

zação de cursos, sendo, por vezes, confundida com licenciabilidade para a criação de cursos de engenharia sem a devida estrutura para tal.

O crescimento do número de cursos se dá de maneira diferenciada quando observado por estados da federação (Quadro 2). Esse crescimento acompanha principalmente os indicadores econômicos dos estados. São Paulo, o estado mais “rico”, concentra cerca de um terço do total de cursos do país.

É importante observar que nos estados onde houve um crescimento econômico diferenciado houve também um crescimento mais acentuado no número de cursos nos últimos anos:

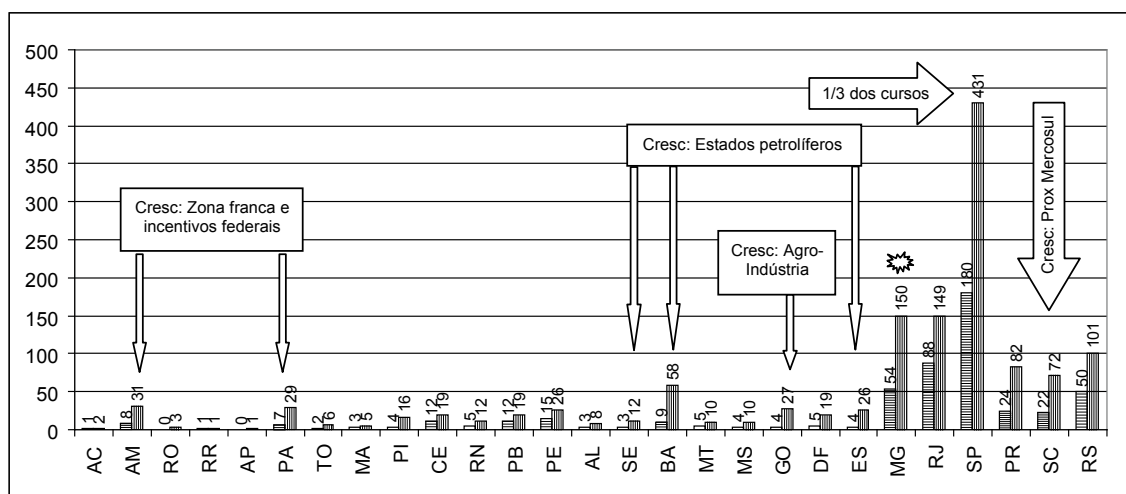
- na região Amazônica, a Zona Franca e os incentivos federais explicam em parte o crescimento no Amazonas e no Pará, embora mais restrito às capitais;
- o petróleo contribuiu para o crescimento no Espírito Santo, Bahia e Sergipe;
- Goiás vem experimentando um significativo desenvolvimento agroindustrial nos últimos anos;
- no sul, o Mercosul tem contribuído para o desenvolvimento do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O estado de Minas Gerais ultrapassou o Rio de Janeiro, que, embora tenha contado com o petróleo, teve menor crescimento em número de cursos de engenharia, devido, principalmente, ao fenômeno de deterioração das megalópoles. Isso determina que muitos estudantes que antes escolhiam a antiga capital para realizar seus estudos hoje optem por IES de cidades menos atribuladas.

Pode-se observar também que este aumento no número de cursos ocorre mais no setor privado (Quadro 3). Até 1998/99 a maior parte dos cursos de engenharia pertencia às IES públicas. Nos últimos dez anos o número de cursos de IES públicas cresceu 77%, ao passo que no setor privado esse crescimento foi de 240%. O número de cursos nas IES privadas já é quase o dobro do de cursos nas IES públicas.

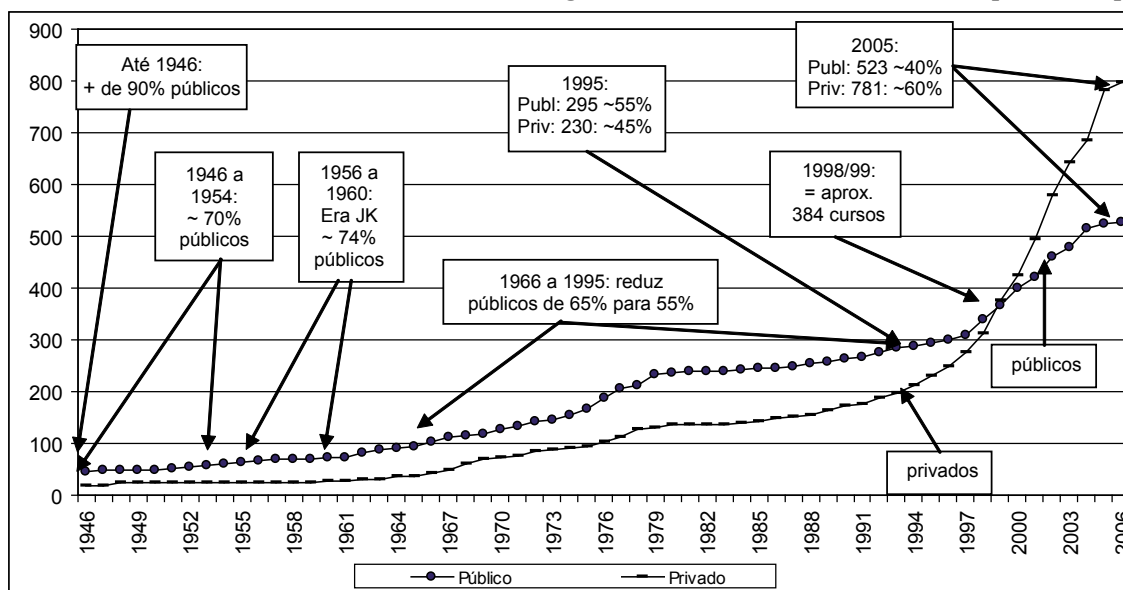
Quadro 2 - Crescimento do número de cursos de engenharia por estado (1995/2005)

MG, em 2005, passou o RJ em número de cursos – é o segundo estado em número de cursos de engenharia



Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

Quadro 3 - Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil (1945 a 2005) - público X privado

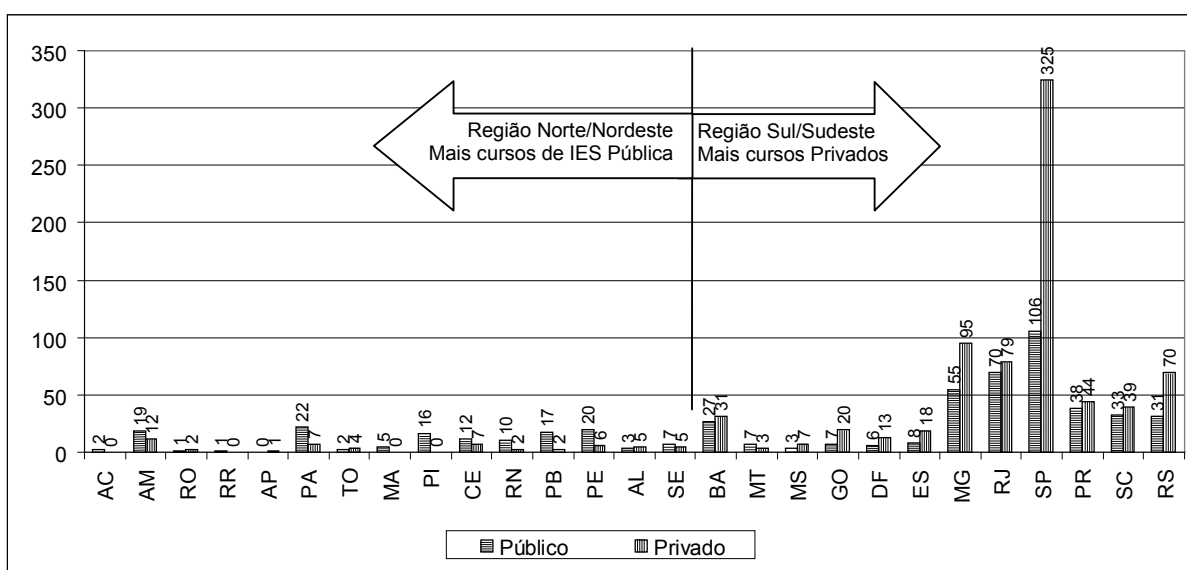


Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

De outro lado, nos estados do norte e nordeste prevalecem os cursos do setor público, e, nos que apresentam maior desenvolvimento econômico, notadamente nos estados do sul, o setor privado cresce mais

(Quadro 4). Dentre esses se destacam os estados de Goiás, Espírito Santo, São Paulo e Rio Grande do Sul, nos quais o número de cursos do setor privado é mais do que o dobro do número de cursos do setor público.

Quadro 4 - Número de cursos de engenharia no Brasil por estado - público X privado

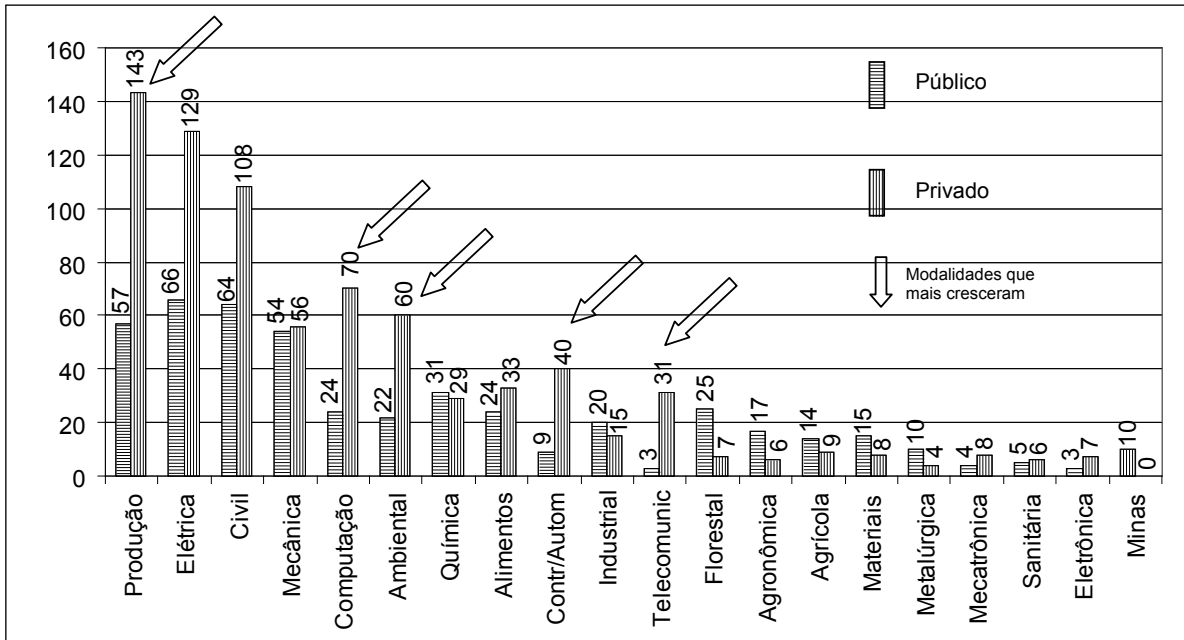


Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

Uma barreira à abertura de cursos de engenharia no setor privado tem sido a necessidade de alto investimento em laboratórios. Com a flexibilização determinada pela LDB, aliada ao surgimento de cursos que exigem menor número de laboratórios, esta questão deixou de ser a principal barreira e possibilitou ao setor privado investir na criação de cursos de engenharia. Além disso, muitas IES Privadas têm resolvido o problema da necessidade de laboratórios através do aluguel de instalações do sistema Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e de IES públicas (Cefets etc.).

A opção do setor privado foi, evidentemente, por cursos que estão entre os que apresentam maior demanda de mercado no momento. As modalidades de engenharia que apresentaram maior crescimento no setor privado foram produção, computação, ambiental, controle e automação e telecomunicações (Quadro 5). Várias das demais modalidades (química, mecânica etc.), além de não apresentarem a mesma procura, ainda exigem investimentos mais vultosos em laboratórios.

Quadro 5 - Modalidades de engenharia com mais de dez cursos (público X privado)



Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

NOVOS ENFOQUES DOS CURSOS DE ENGENHARIA

Na trajetória dos cursos de engenharia, outra questão a ser observada é a ampliação do espectro de atuação dos profissionais dessa área. A engenharia deixou de se restringir às questões de aplicação da tecnologia e passou a atuar em campos como a saúde (alimentos, genética, bioquímica etc.) e sociais (gestão, trabalho, segurança etc.).

Os primeiros cursos de engenharia foram de origem militar e dedicavam-se especialmente à infraestrutura urbana, de transporte e de energia: engenharia civil, de minas e elétrica, dentre as principais. Com a crescente industrialização no final do século XIX e início do século XX, novas modalidades surgiram: industrial, química, metalúrgica, entre outras.

Após a Segunda Grande Guerra o mundo experimentou um significativo avanço tecnológico, especialmente no setor eletro/eletrônico, a partir da invenção do transistor, possibilitando o desenvolvimento da computação. Com isso, novas modalidades de engenharia surgiram para fazer frente à complexidade demandada em função dessas novas tecnologias. A maior parte dessas novas modalidades surgiu, inicialmente, como ênfase das tradicionais.

A criação dos cursos de engenharia relacionados à automação e computação no Instituto Tecno-

lógico da Aeronáutica (ITA) e na Universidade de São Paulo (USP) de São Carlos no início da década de 50 pode ser considerada como o marco inicial desse novo enfoque dos cursos de engenharia no Brasil (Tabela 3 e Quadro 6).

Outro enfoque da engenharia deriva da criação de modalidades relacionadas às questões ambientais e de saúde (engenharia ambiental, de alimentos, sanitária etc.). Paradoxalmente, essas engenharias surgem em decorrência dos problemas criados em razão da exploração dos recursos naturais do planeta e da emissão de poluentes pelas indústrias. Isso ocorre, evidentemente, em razão do desenvolvimento tecnológico, que torna cada vez mais sofisticada a transformação de recursos em bens e em dejetos poluentes da natureza.

Os primeiros cursos de engenharia que se propunham a formar profissionais capacitados, entre outros, a minorar os efeitos dessa devastação, surgiram na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Universidade Estadual de Campinas no início dos anos 60.

A engenharia ambiental tem sido também chamada de “engenharia de meio ambiente”, o que é quase um “ato falho”, como se houvesse um reconhecimento de que a outra metade do ambiente já foi perdida.

Tabela 3 - Novos enfoques dos cursos de engenharia (*)

TRADICIONAIS A partir do século XVIII	NOVAS TECNOLOGIAS 1950: ITA e USP/S Carlos	SAÚDE/AMBIENTAL 1960: UFRRJ e UNICAMP	GESTÃO 1970: USP e UFRJ
16 denominações	18 denominações	13 denominações	3 denominações
Elétrica-195 Civil-174 Mecânica-110 Química-60 Industrial-35 Agrônômica-23 Agrícola-23 Metalúrgica-14 Minas-10 Agrimensura-9 Cartográfica-6 Têxtil-5 Naval-4 Fundição-1 Geológica-1 Fortificação/Construção-1	Computação-94 Controle e Automação-49 Telecomunicações-34 Materiais-23 Mecatrônica-12 Eletrônica-10 Aeronáutica-5 Petróleo-5 Comunicações-2 Plásticos-2 Eletrotécnica-1 Explor/Produção Petróleo-1 Física-1 Infraestrutura Aeronáutica-1 Redes de Comunicações-1 Sistemas Digitais-1 Teleinformática-1 Software-1	Ambiental-82 Alimentos-57 Florestal-32 Sanitária-11 Pesca-8 Bioprocessos-7 Biomédica-3 Hídrica-2 Horticultura-2 Bioquímica-1 Aqüicultura-1 Energia -1 Florestas Tropicais-1	Produção-200 Processos de Produção-1 Segurança do Trabalho-1
671 cursos	244 cursos	208 cursos	202 cursos

(*) Só estão contabilizadas as modalidades (total de 50). Diversas modalidades subdividem-se segundo ênfases e/ou habilitações, que somam 103 denominações distintas, perfazendo um total de 153 títulos (Tabela 2).

Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

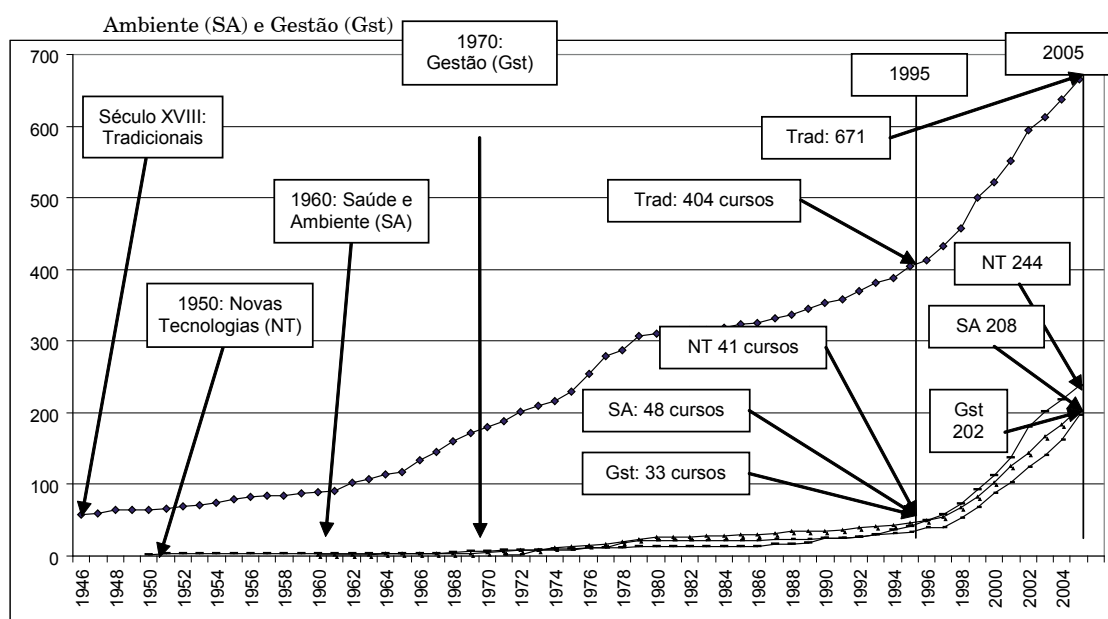
O último enfoque da engenharia, segundo a classificação adotada neste trabalho, é a “gestão de organizações”. As atividades relacionadas à gestão (gerência e/ou administração) sempre foram exercidas também por engenheiros. No entanto, somente a partir da década de 50 disciplinas desta área passaram a fazer parte do currículo dos cursos de engenharia.

No final da década de 50, disciplinas relacionadas à gestão passaram a integrar o currículo de cursos de pós-graduação da USP e, no início dos anos 60, constavam também dos cursos de pós-graduação da UFRJ e da PUC-Rio.

Ainda na década de 60, na graduação, a gestão (produção) passou a ser ênfase de cursos de modalidades tradicionais, como a engenharia mecânica, civil, elétrica etc. Somente no início da década de 70 foram criados os primeiros cursos de engenharia de produção denominados “plenos” na USP e na UFRJ.

Até 1995, existiam 33 cursos de engenharia de produção e a maioria absoluta (29) era com ênfase em alguma modalidade tradicional (engenharia de produção mecânica, civil, elétrica etc.). Apesar de ser uma modalidade relativamente nova, é a que possui o maior número de cursos na atualidade. A modalidade

Quadro 6 - Evolução dos enfoques dos cursos de engenharia: tradicionais (Trad), novas tecnologias (NT), saúde e ambiente (SA) e gestão (Gst)



Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do portal do INEP (dezembro/2005).

de engenharia que mais cresce hoje é a engenharia de produção e a “plena” já é metade desses cursos.

Dentre esses novos enfoques, a gestão, através da engenharia de produção, merece destaque especial. Além de não ter se fragmentado, como ocorreu dentro dos demais enfoques, ainda reverteu uma tendência de fragmentação que se delineava a partir das ênfases nas décadas de 70 e 80.

REFLEXÃO SOBRE NOVOS MODELOS DE ORGANIZAÇÃO DE CURSOS

De uma maneira geral, o modelo organizacional dos cursos de engenharia não sofreu grandes alterações desde a criação da Politécnica de Paris (1795), que tem servido de modelo para a organização dos cursos desde então. O cerne da organização curricular dos cursos ainda é a divisão em básico, básico de engenharia e profissionalizante, com disciplinas fragmentadas e descontextualizadas em sua maioria. As mudanças que têm ocorrido nos cursos primam pelo viés de reforma e de adequação que não chegam a alterar a concepção original.

De outro lado, verificaram-se grandes mudanças em todos os setores de aplicação da engenharia nestes últimos dois séculos. As mudanças que vêm ocorrendo no sistema produtivo e no mundo do trabalho não estão sendo consideradas plenamente nas alterações e adequações que vêm sendo realizadas nos cursos de engenharia. As mudanças que vêm sendo implementadas nos cursos de engenharia, conservando o mesmo modelo básico, ge-

ralmente se caracterizam pela adição ou supressão de conteúdos ou pelo desdobramento dos cursos em habilitações ou ênfases.

Agravando esse quadro, verifica-se ainda o tratamento inadequado (ou ausência de consideração) para com os aspectos didáticos e pedagógicos nos cursos de engenharia, o que impossibilita “tornar a atividade docente um processo efetivo de ensino/aprendizagem e de pesquisa dotado de fundamentos, métodos, técnicas e meios científicos” (AMORIM et al., 1999).

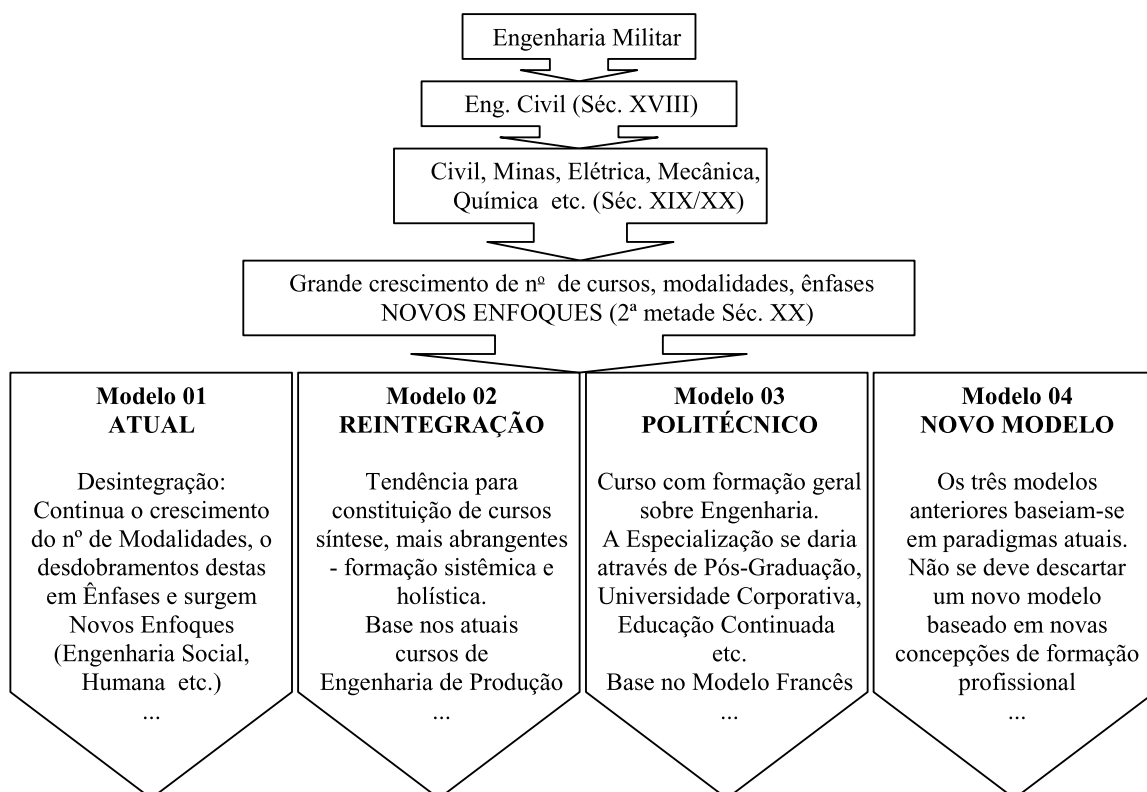
Não se podem deixar de registrar também as altas taxas de retenção e evasão (superior a 50%) nos cursos de engenharia, que ocorrem principalmente no chamado “básico” dos cursos.

Os atuais paradigmas de produção, baseados em conceitos como qualidade, produtividade e competitividade, entre outros, exigem que o conhecimento seja cada vez mais integrado e contextualizado. Contraditoriamente, o modelo curricular atual ainda se baseia em disciplinas fragmentadas, e o modelo organizacional divide cada vez mais os cursos a partir de especialidades de suas modalidades.

Verifica-se que há sinais de esgotamento do modelo atual de educação em engenharia, conforme se pode verificar nas publicações especializadas que tratam da questão, principalmente no que se refere à organização dos cursos, estruturação dos currículos e concepções pedagógicas praticadas.

A par disso, o que se pretende é apresentar as alternativas de modelos que se podem vislumbrar a partir da trajetória dos cursos e da situação atual (Quadro 7).

Quadro 7 - Evolução dos cursos de engenharia e alternativas de modelos organizacionais



O modelo 01 é o atual, que, enquanto não se vislumbra um substituto, deve ser constantemente melhorado, tendo-se em vista as necessidades de formação profissional em engenharia na atualidade. Os modelos 02, 03 e 04 são baseados nas necessidades atuais de formação em engenharia. Os modelos 02 e 03 não se constituem em algo novo em termos de proposta. Há defensores de um e de outro modelo; o que se faz necessário é estruturá-los em termos de proposta de forma mais completa.

Em termos de evolução, se antes bastava ao profissional o conhecimento tecnológico (especializado e focado) adquirido na escola, que lhe permitia trabalhar até se aposentar, hoje as tecnologias se tornam rapidamente obsoletas, correndo-se o risco de, no ato da formatura, técnicas aprendidas durante o curso já estarem superadas.

Na literatura especializada encontram-se diversos textos que tratam das necessidades atuais de perfis profissionais. Neste trabalho é de interesse realçar os aspectos que dizem respeito à visão sistêmica.

Considera-se como sistema tudo o que processe, transforme e/ou altere insumos com auxílio ou aplicação de conhecimentos e/ou de recursos. O profissional com visão sistêmica é aquele que tem competências e habilidades para vislumbrar a aplicação do conhecimento em sistemas e de forma contextualizada. O conhecimento apenas técnico, neste caso, limitará a atuação desse profissional à aplicação de determinados recursos, com uma visão processual e organizacional limitada.

Para que o profissional desenvolva competências e habilidades relacionadas à visão sistêmica, há a necessidade de disponibilizar o conhecimento em todas as suas dimensões: científica, técnica e contextualizada. Isso só pode ocorrer em cursos que tenham uma abrangência distinta do que se pode disponibilizar num curso dedicado a uma especialidade.

O modelo 02 pressupõe uma reintegração a partir de cursos que possam sintetizar enfoques ou grandes áreas de conhecimento da engenharia. A base pode ser a organização dos cursos de engenharia de produção ditos “plenos”, que disponibilizam na graduação as principais subáreas relacionadas à gestão das organizações, tendo como pressuposto básico a visão dessa organização como um todo. Também o curso de engenharia civil resistiu à subdivisão, no entanto ainda prevalece neste uma forte conotação operacional a partir do ensino de técnicas. Neste modelo 02, que pressupõe uma formação por enfoques, a especialização ficaria para a pós graduação ou educação continuada.

O modelo 03, que alguns denominam de “francês”, por guardar relação com a Politécnica de Paris, pressupõe um curso de engenharia comum para qualquer modalidade, que disponibilizaria todo o conhecimento necessário, principalmente como base para todas as modalidades de engenha-

ria. Neste curso, com duração de aproximadamente três ou quatro anos, seriam ministrados os conhecimentos de ciências chamadas “básicas” (matemática, física, química, informática, expressão gráfica, metodologia etc.), “humanas e sociais” (filosofia, sociologia, comunicação, deontologia, economia, direito, administração etc.), “básicas de engenharia” (materiais – ciência e resistência – estatística, energia, modelagem, automação, organização e segurança no trabalho, ecologia etc.).

O primeiro ano dos cursos seria, prioritariamente, de nivelamento, visto que o principal gargalo dos cursos de engenharia na atualidade é o chamado “básico”, em virtude, principalmente, da falta de base em matemática, física e português. No entanto, há a necessidade de integrar e de contextualizar esses conhecimentos ao universo da engenharia, o que pode ocorrer através de atividades sintetizadoras de conhecimento a serem desenvolvidas durante o curso. Este modelo pressupõe bem mais do que uma seqüência de disciplinas. Para sustentá-lo deve haver um projeto político-pedagógico que deixe claros os objetivos a serem alcançados e por quais meios e métodos didático-pedagógicos e organizacionais se pretende alcançá-los.

O modelo 04 seria desenvolvido a partir do rompimento com o modelo atual. Evidentemente, isso significaria uma revolução em todo o sistema educacional atual, desde o chamado “fundamental”, o qual teria de incorporar a concepção desse novo modelo. O modelo atual de formação na educação superior é estreitamente dependente da educação fundamental e média; portanto, torna-se praticamente impossível conceber um modelo novo para a educação superior sem alterações nos demais níveis de formação.

De todo modo, como o modelo atual tem se mostrado cada vez mais insuficiente para atender às demandas atuais, constitui-se em tarefa a ser considerada pelos profissionais da educação – que são todos os professores de engenharia – o desenvolvimento das bases desse novo modelo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natureza do “conhecimento engenheiral” (ANDRADE, 1997) está relacionada ao que ainda não existe – quando se concebe e/ou projeta –, ou ao que já existe – quando se busca solução de problemas gerados ou relacionados a estes. A arte de projetar, que é uma atividade intelectual fundamental do engenheiro (LAYTON Jr., 1976), pressupõe buscar soluções, o que coloca o “solucionar problemas” como a essência da natureza do conhecimento em engenharia. O que determina se um problema demanda o conhecimento de engenharia é se tem um determinado grau de complexidade.

Isso pode explicar, em parte, os novos enfoques da engenharia, ou seja, enquanto os problemas são de baixa complexidade, não necessitam da engenharia. No entanto, à medida que um novo campo do conhecimento avança, principalmente os de aplicação prática, os problemas vão se tornando cada vez mais complexos, passando a exigir tratamentos que são próprios da natureza do conhecimento da engenharia. Se assim for, novos enfoques ainda surgirão, podendo ser nas chamadas “áreas sociais e humanas”.

De outro lado, da mesma forma que houve uma mudança de paradigma nas organizações onde o seu capital fundamental passou a ser o conhecimento, aliado à sua estratégia competitiva e aos seus processos de produção, os cursos também devem mudar o seu modelo organizacional. A busca por um novo modelo de organização dos cursos de engenharia é, com certeza, o grande desafio a ser enfrentado para a formação em engenharia nos próximos anos.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, E. P. *O ensino de engenharia e a tecnologia*. Tese de D Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.
- AMORIM, F. A. S. et al. Educação em engenharia: a necessidade de um programa de mestrado e doutorado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXVII 1999, Natal. *Anais...* 1999. v. CD. p. 1-8.
- BRINGUENTI, Idone. *O ensino de engenharia na escola politécnica da USP: fundamentos para o ensino de engenharia*. São Paulo: EPUSP, 1993.
- LAYTON, Jr.; EDWIN, T. American Ideologies of Science and Engineering. *Technology and Culture*, 17, n. 4, p. 688-701, 1976.
- OLIVEIRA, V. F. Teoria, prática e contexto no curso de engenharia. In: *Educação em engenharia: metodologia*. São Paulo: Mackenzie, 2002. v. 1.
- _____. Crescimento do número de cursos e de modalidades de engenharia: principais causas e consequências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005. Campina Grande/PB. *Anais...* Brasília: ABENGE, 2005.
- PARDAL, P.; LEIZER, L. O berço da engenharia brasileira. *Revista de Ensino de Engenharia*, n. 16, p. 37-40, 1996.
- PARDAL, P. *140 anos de doutorado e 75 de livre docência no ensino de engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Escola de Engenharia - UFRJ, 1986.
- TELLES, P. C. S. *História da engenharia no Brasil: século XX*. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.
- TELLES, P. C. S. *História da engenharia no Brasil: séculos XVI a XIX*. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR



Vanderlí Fava de Oliveira

Engenheiro Civil (1979, UFJF), Mestre (1993) e Doutor (2000) em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Professor Associado e Coordenador do curso de Engenharia de Produção da UFJF.

Coordenador de Projeto de Pesquisa em Educação em Engenharia (CNPq e FAPEMIG); Diretor da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO); coordenador do Fórum Mineiro de Engenharia de Produção (FMPEP); diretor Regional MG da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE); avaliador de cursos de Engenharia de Produção do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP); membro da Comissão de Engenharia de Produção do ENADE/2005 do INEP.