



# REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

V.6 - nº 2 - 2º semestre de 1987  
ISSN-0101-5001

Prof João Sergio Condeiro

# REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

V.6 – nº 2 – 2º semestre de 1987

ISSN-0101-5001



## ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA - ABENGE

Rua Bento Freitas, 178 - 3º andar - cj. 31  
01220 - São Paulo - Brasil - Fone: (011) 222-0203

### Presidente

Paulo Alcântara Gomes

### 1º Vice-Presidente

Francisco Luiz Danna

### 2º Vice-Presidente

Marcus F. Giorgetti

### Diretor-Secretário

Antonio Braga Coscarelli

### Diretor-Financeiro

Roberto Atienza

### REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Edição semestral da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia com 4 seções: Forum ABENGE, Artigos, Comunicações e Cartas à Redação

### Editor Responsável

Prof. Marcus F. Giorgetti

### Editor Adjunto

Prof. Eduardo Cleto Pires

### Produção

Serviço Gráfico da Escola de Engenharia de São Carlos – USP

Composição: Rita de Cassia Deffune Barros Margarido

Artes Gráficas: João Paulo Moretti

### Impressão

Artes Gráficas Pitombeira Ltda. - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: 290-2241

### Distribuição

Enviada a todos os associados da ABENGE.

Os interessados poderão recebê-la através de assinatura ou número avulso.

### Preços

Assinatura Anual – Cz\$50,00

Exemplar Avulso – Cz\$25,00

### Apoio

CNPq Processo 408066/86.5-EC

### Correspondência

Prof. Marcus F. Giorgetti

Escola de Engenharia de São Carlos - USP

13.560 – São Carlos, SP – Brasil

Caixa Postal 359 – Fone: 72-6222

## CONTEÚDO / CONTENTS

NOTA EDITORIAL. EDITORIAL . . . . .	97
<b>ZANOTTO, Edgar Dutra; ALCANTARA, Nelson Guedes de</b> – SERVIÇOS À COMUNIDADE: A EXPERIÊNCIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UFSCar. UNIVERSITY - INDUSTRY INTERACTION, THE EXPERIENCE OF THE MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT OF THE UFSCar . . . . .	99
<b>SILVA, José Carlos da; VESSANI, Paulo Gilberto</b> – PROCEDIMENTOS NORMATIVOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA. STANDARD PROCEDURES FOR ENGINEERING PROJECT DEVELOPMENT. . . . .	104
<b>STROBEL, Orlando M.</b> - NOVOS CURSOS UNIVERSITÁRIOS? AMPLIAÇÃO DE VAGAS? NEW UNDERGRADUATE SCHOOLS? INCREASE OF VACANCIES? . . . . .	108
<b>PHILIPPI, Luiz Sérgio</b> - ENGENHARIA SANITÁRIA: IMPORTÂNCIA E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL. SANITARY ENGINEERING: IMPORTANCE AND PERSPECTIVES TO THE NATIONAL DEVELOPMENT. . . . .	112
<b>SCHAEFFER, Lírio; CROSARA, Bruno</b> - LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA / UFRGS: UMA EXPERIÊNCIA DE INTEGRAÇÃO COM EMPRESAS. LABORATORY OF MECHANICAL TRANSFORMATION / UFRGS: AN EXPERIENCE OF COLLABORATION WITH INDUSTRIES. . . . .	119
<b>ABOUTBOUL, Henri</b> - O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NOS CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA - A NECESSIDADE DE UMA VISÃO MULTIDISCIPLINAR. BIOTECHNOLOGY TEACHING IN CHEMICAL ENGINEERING COURSES - A MULTIDISCIPLINARY APPROACH. . . . .	124
<b>ALTAFIM, Ruy Alberto Corrêa; DONAIRES, Omar Sacilotto</b> – UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE PROJETO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO-SE DO MICROCOMPUTADOR. A DIDACT EXPERIENCE IN THE TEACHING OF PROJECTS IN TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LINES USING MICRO-COMPUTER. . . . .	129
<b>OLIVEIRA, S.A.G.; GOMIDE, H.A.</b> - FOTOELASTICIDADE DE REFLEXÃO - UMA TÉCNICA EXPERIMENTAL NO ENSINO DE ENGENHARIA. PHOTOELASTIC COATING - AN EXPERIMENTAL TECHNIQUE TO BE USED IN ENGINEERING COURSES. . . . .	133
<b>CASTRO, João Ernesto E.; BORBA, Mirna de; PEREIRA, Vera Lúcia V.</b> –A EXPERIÊNCIA DA UFSC NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. THE UNIVERSITY OF SANTA CATARINA PAST EXPERIENCE IN THE PRODUCTION AND SYSTEM ENGINEERING UNDERGRADUATE COURSES. . . . .	140
<b>HEINECK, Luiz Fernando; TORALLES, Berenice Martins; SCHMITT, Carin Maria</b> – ENSINO DE ORÇAMENTAÇÃO DE EDIFÍCIOS - FILOSOFIA, METODOLOGIA, CONTEÚDOS E BIBLIOGRAFIA. BACKGROUND, METHODOLOGY, SYLLABUS AND BIBLIOGRAPHY FOR BUILDING ESTIMATING TEACHING. . . . .	148
<b>TURQUETTI Filho, Reynaldo</b> – LABORATÓRIO DE DESENHO: SOLUÇÃO PRÁTICA PARA ENSINO DE DESENHO NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UnB. DRAWING LABORATORY: A PRACTICAL SOLUTION FOR THE TEACHING OF DRAWING IN THE UnB MECHANICAL ENGINEERING COURSE. . . . .	156

# REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

V.6 - nº 2 - 2º semestre de 1987  
ISSN-0101-5001

---

## NOTA EDITORIAL

O Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE - 88) realizar-se-á este ano em Salvador, no período compreendido entre 4 e 6 de setembro, com o apoio da Universidade Federal da Bahia.

Foram selecionados para o COBENGE - 88 os seguintes temas:

### *I - Integração Latino-Americana,*

com o intuito de colocar em discussão as questões relacionadas com o ensino de engenharia em diversos países da América Latina e procurar estabelecer as bases para a intensificação de projetos e programas conjuntos, intercâmbio docente e a disseminação de informações.

### *II - Polos de Alta Tecnologia,*

tema que pretende colocar em discussão as vantagens e desvantagens dos polos de alta tecnologia e sua eficiência como mecanismo de integração universidade-empresa.

### *III - Adequação da Graduação e da Pós-Graduação às Especificidades Regionais,*

em que se dará continuidade ao processo de discussão já

iniciado no COBENGE - 87 onde foram abordados os principais aspectos da formação do engenheiro e de suas ligações com os grandes projetos nacionais.

Durante o COBENGE - 88 será distribuído o próximo número da Revista de Ensino de Engenharia, que abordará em sua seção FORUM ABENGE o tema "A Questão do Projeto nos Cursos de Engenharia" com matérias apresentadas no COBENGE - 87 e comentários sobre as mesmas feitas *a posteriori* por diversos eminentes professores, dirigentes e empresários.

Finalmente uma palavra de agradecimento a duas instituições, à Escola de Engenharia de São Carlos, da USP, e à Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo inestimável apoio técnico e logístico dados durante a preparação e produção deste número da revista.

A DIRETORIA

## SERVIÇOS À COMUNIDADE: A EXPERIÊNCIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UFSCar\*

Edgar Dutra Zanotto\*\*  
Nelson Guedes de Alcântara\*\*\*

ZANOTTO, Edgar Dutra; ALCÂNTARA, Nelson Guedes. Serviços à comunidade: A experiência do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 99-103, 2º sem. 1987.

Apresenta-se o histórico, os objetivos e uma descrição do SEC (Serviços à Comunidade) do Departamento de Engenharia de Materiais - DEMa, da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Em seguida é efetuada uma avaliação dos serviços já prestados, incluindo ensaios, pesquisas, desenvolvimento de materiais e processos, e treinamento de profissionais ligados as indústrias, institutos de pesquisa e outras universidades. A conclusão final é que esta atividade traz inúmeros benefícios a ambas as partes, e deve ser incentivada.

Serviços a Comunidade, Interação Universidade-Indústria, Serviços Externos, Consultoria.

ZANOTTO, Edgar Dutra; ALCÂNTARA, Nelson Guedes. University - industry interaction. the experience of the materials engineering Department of the UFSCar. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 99-103, 2nd. sem., 1987.

The historical development and objectives as well as a description of the mechanisms of university industry/interaction experienced by the Materials Engineering Department of the Federal University of São Carlos are presented. A critical evaluation of different ways of interacting, e.g. technical tests, applied research, development of materials and processes, and professional training is given. The final conclusion indicates that this activity is highly beneficial for both parts and should be pursued more intensively.

University/Industry Interaction, Advisory Service, Consultancy.

### 1 INTRODUÇÃO

Os objetivos da universidade envolvem a formação de pessoal qualificado, o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada, ampliando as fronteiras do conhecimento, isto é, desenvolvendo produtos e processos de interesse da comunidade visando o bem estar social e o progresso da nação.

Um curso de engenharia deve visar a formação de profissionais aptos a conviver em contato direto com o meio produtivo. Esses profissionais, recém egressos da universidade, devem ter um razoável cabedal de conhecimentos e informações sobre sua área específi-

ca aliados a noções, que se aprofundam com a experiência profissional, de gerenciamento, organização industrial, relações humanas, etc. Além disso, é fundamental o domínio de certas técnicas de trabalho, por exemplo, métodos estatísticos e computacionais, desenho e métodos experimentais e uma forte dose de criatividade. Esse conjunto de qualidades desejáveis serão tanto melhores quanto maior for a interação com o meio produtivo durante o curso de graduação ou pós-graduação. Por outro lado, os cursos de ciências básicas como matemática, física, química e biologia podem, em alguns casos, desprezar a interação com indústrias e se concentrar somente nos aspectos científicos mais fundamentais.

De maneira geral, a universidade conta com recursos humanos (corpo técnico e docente) qualificados para pesquisa e desenvolvimento, além de sofisticados laboratórios. Já as indústrias são detentoras de capital (tão necessários às atividades de pesquisa) e

\* Trabalho apresentado no COBENGE-86, promovido pela ABENGE no Rio de Janeiro (RJ), entre 28 e 30 de julho de 1986.

\*\* Professor Adjunto e Assessor de Relações Externas do DEMa - UFSCar.

\*\*\* Professor Adjunto e Chefe do DEMa - UFSCar, Via Washington Luiz, km 235, C.P. 676, 13.560 - São Carlos - SP.

geram continuamente problemas reais relacionados ao desenvolvimento de produtos, processos, controle de qualidade, etc. Uma forte interação universidade-indústria pode criar uma atmosfera propícia aos estudantes, técnicos e docentes/pesquisadores para receber uma formação prática com entendimento científico de seu trabalho. Nestas condições pode-se, por exemplo, aprender que os problemas reais, em contraste aos problemas de livros textos, apresentam soluções alternativas, cabendo ao engenheiro escolher a mais apropriada.

Neste artigo apresentaremos um breve resumo sobre a experiência do DEMa – UFSCar em relação as atividades de extensão ou interação com o meio produtivo. Serão dados exemplos dos mecanismos de interação utilizados e tiradas algumas conclusões e sugestões visando incentivar e ampliar essas atividades conjuntas.

## 2 HISTÓRICO

Desde a criação do DEMa, em março de 1972, os seus profissionais iniciaram contatos com o setor industrial, visando delinear interesses mútuos em pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e processos, bem como abrir vagas para estágio dos alunos do curso de Engenharia de Materiais.

De maneira efetiva tal interação teve início em abril de 1973 com instalação dos três primeiros edifícios do DEMa, contendo equipamentos adquiridos com verba orçamentária da UFSCar. Já os alunos de Engenharia de Materiais iniciaram seus estágios no Segundo Semestre de 1973, sob orientação de professores da universidade e orientadores indicados pelas indústrias.

Em julho de 1974 foi iniciado o Projeto BID-FINEP "Criação de um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Materiais em São Carlos" no valor de US\$ 1,5 milhão, com a implantação no DEMa de um dos mais completos e sofisticados laboratórios de materiais do país. O DEMa passa então a contar com equipamento altamente especializado para o ensino pesquisa de materiais metálicos, cerâmicos, poliméricos e seus conjugados. Como nem todos os equipamentos eram utilizados em tempo integral, o DEMa foi pioneiro na UFSCar em atender solicitações de serviços a comunidade a fim de utilizar o tempo ocioso destes equipamentos. De um modo geral os serviços eram cobra-

dos e os recursos obtidos convertidos para manutenção dos equipamentos. O sucesso desta iniciativa foi tal que em 1978 implantou-se a regulamentação para estes serviços à comunidade, o SEC-DEMa, que através de um catálogo explicitava a regulamentação, os laboratórios e seus equipamentos, a tabela de serviços executados e seus respectivos preços.

A sistemática que imbuíu o SEC-DEMa e permanece até hoje, é a de que são prioritárias, as atividades de ensino e pesquisa, sendo então atendidas as solicitações da comunidade. Procura-se desta forma não deixar que as atividades essenciais da universidade sejam atropeladas por serviços que possam ser realizados em empresas.

Em abril de 1979 foi implantado o curso de Mestrado em Engenharia de Materiais e uma nova fase de interação com a indústria se iniciou. Algumas indústrias passaram a financiar alunos de mestrado em temas de dissertação de interesse mútuo. Em 1985 foi assinado com a USIMINAS-MG um convênio singular, no qual as disciplinas e trabalho experimental de mestrado são desenvolvidos inteiramente dentro da indústria.

Em novembro de 1985 foram inauguradas as novas instalações com mais de 6.000 m<sup>2</sup> de área construída.

## 3 MECANISMOS DE INTERAÇÃO

### 3.1 Ensaio Físico-Químicos

Estes ensaios se prestam a caracterização das propriedades químicas, térmicas, óticas, elétricas e mecânicas de minerais, pós, matérias-primas beneficiadas, vidros, refratários, cimentos, cerâmicas elétricas e eletrônicas, plásticos, borrachas, resinas, ligas metálicas, fibras, aços, madeira e outros materiais. Geralmente são solicitados por empresas que tem interesse na aquisição de novos materiais ou matérias-primas, desenvolvimento de produtos ou processos, controle de qualidade de caráter eventual, etc.

Esta atividade tem se constituído numa fonte importante de recursos para o DEMa, já que os recursos orçamentários são escassos, além de atuar como agente de divulgação das atividades científico-acadêmicas. Outras vantagens são a utilização dos equipamentos nos períodos ociosos (e nunca prejudicando as atividades rotineiras de ensino e pesquisa) e o treinamento do corpo técnico e docente, tendo em vista a

enorme responsabilidade na assinatura de laudos técnicos. Deve-se enfatizar ainda que grande parte dos convênios de pesquisa, celebrados entre o DEMa e diversas empresas, tiveram seu início com simples ensaios efetuados para indústrias.

A tabela 1 mostra o volume de recursos obtidos através de ensaios (SEC) em comparação com a dotação orçamentária UFSCar e de outras fontes financiadoras. Pode-se observar que a receita referente a ensaios vem aumentando substancialmente, tendo praticamente se igualado aos recursos orçamentários internos em 1985. Estes recursos (SEC) tem tido papel fundamental para a manutenção dos equipamentos, além de auxiliar enormemente as despesas com atividades de ensino e pesquisa.

**TABELA 1 - Recursos Financeiros do DEMa (ORTN).**

ANO	INTERNOS	SEC	EXTERNOS	ORTN DEZ (Cr\$)
1983	2.856	452	16.988	7.013,00
1984	3.401	1.585	4.982	22.110,50
1985	3.547	3.331	28.154	70.613,70

Dado que o objetivo central da universidade é a geração e divulgação do conhecimento, o DEMa procura não fazer de seus laboratórios meros executores de serviços rotineiros ou mesmo de controle de qualidade periódico das indústrias. Neste caso orienta-se a indústria para que procure empresas especializadas.

### 3.2 Estágios

Todo graduando em Engenharia de Materiais obrigatoriamente se dedica seis meses em tempo integral a uma indústria de sua escolha. Findo o estágio o aluno retorna à universidade para finalizar seu curso em seis meses ou um ano. Este programa de Integração Empresa-Escola-Governo (PIEEG) foi amplamente discutido por Spinelli e Bueno (1) e Basso (2), e é um dos aspectos mais favoráveis do curso de Engenharia de Materiais. Até o segundo semestre de 1985, 508 alunos estagiaram em 105 empresas.

Além de introduzir o estudante a problemática da engenharia e desenvolvimento de produto, engenharia industrial, gerenciamento, controle de qualidade, relações humanas, e demais aspectos, vistos em forma apenas teórica e geralmente superficial na universidade, há uma alta correlação entre emprego futuro e es-

tágio industrial. Em muitos casos, o engenheiro retorna a mesma empresa em que estagiou. Para a empresa isto é altamente benéfico pois contrata um profissional conhecido e parcialmente treinado. Todo estagiário tem um professor orientador na universidade e um orientador indicado pela empresa. O professor orientador faz de duas a três visitas de acompanhamento ao estagiário e seu programa de trabalho. Nestes contatos com o orientador indicado pela empresa, muitas vezes são discutidos problemas tecnológicos que muitas vezes geram temas de pesquisa entre a empresa e a universidade.

Finalmente, o estágio periódico de docentes e técnicos em empresas, até hoje praticamente inexistente, deve ser a próxima etapa a ser vencida pelo DEMa, com a recente aprovação do projeto "Estágio de Professores e Técnicos em Empresas" dentro do Programa Nova Universidade do MEC. Este projeto tem como objetivo possibilitar uma melhor interação entre o DEMa e a realidade do parque industrial nacional.

### 3.3 Projetos de Pesquisas

Projetos financiados por fontes governamentais tais como FINEP, CNPq, FAPESP, FTI e FINEP, cujos temas geralmente são de iniciativa dos pesquisadores, constituem a devastadora maioria das pesquisas em andamento nas universidades brasileiras. A fração desses projetos que resultam em produtos ou processos repassados ao meio produtivo e efetivamente comercializados é, provavelmente, irrisória. Obviamente, a concessão de financiamento não deveria ser condicionada a pesquisa aplicadas (e não é), mas urgem determinações estatísticas neste âmbito e atitudes efetivas para incrementar a transferência de conhecimento da universidade para as indústrias. Na maioria dos casos os resultados obtidos em pesquisas são divulgados abertamente a comunidade através de congressos ou trabalhos publicados em revistas especializadas.

Projetos financiados por empresas públicas ou privadas ainda são em pequeno número, mas geralmente tem uma participação efetiva, quando não majoritária, da indústria na escolha do tema de pesquisa, cabendo ao pesquisador a elaboração do plano de trabalho. Os prazos são menos elásticos e a cobrança (seminários, relatórios, etc.) mais constante. Essas características forçam o pesquisador e seus estudantes, geralmente de mestrado ou iniciação científica, a ati-

tudes de elevado senso de objetividade e profissionalismo. Além disso, os problemas reais trazidos para a universidade criam uma atmosfera propícia para professores e alunos receberem um treinamento prático com entendimento científico do seu trabalho. Usualmente requer-se um entendimento antecipado sobre o período para execução da pesquisa, já que muitas vezes o tempo requerido pela empresa é reduzido, tendo em vista que os professores/pesquisadores geralmente mantêm sob sua coordenação outros projetos, além das atividades de ensino e administrativas. Fica patente, então, a viabilidade de projetos a médio e longo prazos.

No DEMa, este tipo de financiamento geralmente envolve o pagamento de bolsistas de iniciação científica (1 a 4 salários mínimos/mês) e mestrado (1 a 9 salários mínimos/mês), material de consumo, peças de reposição, manutenção de equipamentos e ensaios. Atualmente, as seguintes empresas mantêm relações neste nível: COSIPA, NGK, THOMPSON CSF, CERÂMICA SAFFRAN, ALCOA, CROMEX, PIRELLI, EDN e CONSUL. No passado outras indústrias mantiveram vínculo similar com o DEMa.

### 3.4 Cursos de Atualização

Uma atividade pouco utilizada, mas que deverá ganhar impulso com a implantação do plano diretor trienal 86-88 do DEMa (3), é o oferecimento de cursos de atualização a profissionais ligados a indústrias. Reconhece-se que um profissional deve retornar a universidade periodicamente, talvez a cada três anos, a fim de participar de cursos de atualização em sua área de atuação.

### 3.5 Criação de Empresas

A geração espontânea de pequenas empresas de alta tecnologia, cujos proprietários são ex-alunos, técnicos e até professores do DEMa, é uma realidade em São Carlos.

Até 1984 registraram-se duas indústrias metalúrgicas (ENGEMASA e FBM), três indústrias cerâmicas (CETEBRA, KERAMUS e PROCER) e uma indústria de equipamentos para laboratório (EDG).

A implantação da Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos (Paqtc) e do Centro de Desenvolvimento das Indústrias Nascentes (CEDIN), organismos públicos em cujos conselhos diretivos há do-

centes do DEMa, tem como objetivo principal incentivar e auxiliar a criação de empresas de alta tecnologia e vem contribuindo decisivamente para a organização desse processo. Entre 85 e 86 foram criadas outras três empresas (KAPA, MICROCAST e ENGEGER).

### 3.6 Consultoria

A consultoria é um dos mecanismos mais eficientes da interação universidade-empresa. Apesar de utilizada em quase todo o mundo, é proibida ou desencorajada no Brasil por uma distorção do conceito de tempo integral (4).

Esta atividade propicia condições inigualáveis para trazer os problemas industriais reais para o âmbito universitário, levando o treinamento indispensável dos docentes. Além disso, é a forma empregada pelas melhores universidades tecnológicas do mundo para manter um quadro de professores do mais alto nível, com rendimentos compatíveis com os salários oferecidos pelas indústrias. Em se tratando de engenharia, a consultoria deveria ser considerada parte integrante da atividade universitária, como é hoje considerada por exemplo, a participação em comissões de órgãos governamentais. A garantia do caráter eventual da consultoria, sua limitação a um número pré-determinado de horas mensais, e a sua aprovação pelo departamento são algumas condições que podem ser impostas aos docentes interessados em dar consultoria a empresas públicas e privadas (4).

Na UFSCar a atividade de consultoria ainda não é incentivada, a exemplo da devastadora maioria das universidades nacionais e internacionais. Entretanto, este tema é hoje em dia pauta de discussão nos órgãos colegiados da UFSCar, e espera-se para breve sua autorização e regulamentação.

## 4 ANÁLISES E SUGESTÕES

A interação universidade-empresa é altamente favorável a ambas as partes pois:

- Auxilia a pequena e média empresa que não dispõe de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento.
- Os serviços prestados pela universidade as em-

presas em geral podem gerar pesquisas e desenvolvimento de produtos e processos.

- Auxilia outros departamentos, universidades e institutos de pesquisas.
- Traz a realidade industrial para o âmbito da universidade.
- Gera recursos para manutenção das atividades de ensino e pesquisa.
- Viabiliza criação de empresas.
- Propicia treinamento imprescindível a alunos, técnicos, docentes/pesquisadores, e profissionais da indústria.
- Enfatiza a confiança da empresa nos egressos da universidade.
- Auxilia a divulgação dos laboratórios, linhas de pesquisa e profissionais universitários junto às empresas.

Desta forma a universidade poderia obter um pro-

grama de educação e pesquisa mais balanceado e o estudante obteria mais cedo o entendimento da pesquisa e do seu papel na indústria. A indústria teria pesquisadores e profissionais mais produtivos e motivados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SPINELLI, I.M.M. e BUENO, L.O. (Orgs.) - "Projeto Integração Escola-Empresa-Governo", cat. nº 2, UFSCar, São Carlos, 1986, 22 p.
- (2) BASSO, I.S. - "Engenheiro de Materiais: Educação e Trabalho", dissertação de mestrado, UFSCar, São Carlos, 1985, 200 p.
- (3) "Plano Diretor Trienal 86-88", DEMa-UFSCar, São Carlos, 1986, 16 p.
- (4) RIPPER Fº, J.E. - "Universidade-Empresa. A Iteração Possível", *Ciência Hoje*, 4, (19), 82-86, 1985.

## PROCEDIMENTOS NORMATIVOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA

José Carlos da Silva \*  
Paulo Gilberto Vessani \*

SILVA, José Carlos; VESSANI, Paulo Gilberto. Procedimentos Normativos para elaboração de projetos de engenharia. *Ensino Eng.*, São Paulo 6(2): 104-107, 2<sup>o</sup> sem. 1987.

São apresentados os procedimentos metodológicos para a elaboração de projetos de engenharia, visando alunos e profissionais da área. Cada fase da elaboração do projeto é descrita, quanto ao procedimento normativo, destacando os aspectos mais importantes a serem desenvolvidos. Finalmente, são apresentados os procedimentos relativos à parte conclusiva do projeto, com destaque para a composição e estética do mesmo.

Projeto. Procedimentos normativos. Relatório do Projeto.

SILVA, José Carlos; VESSANI, Paulo Gilberto. Standard Procedures for Engineering Project Development. *Ensino Eng.*, São Paulo. 6(2): 104-107, 2nd. sem. 1987.

This paper presents the methodological procedures for the preparation of Engineering Projects, to be used by student and engineers, describing the most important aspects applied to each development phase of the project. The sequence of topics of the technical report, its composition and technical contents are suggested.

Project. Standard Procedures. Technical Report.

### 1 INTRODUÇÃO

Os cursos de engenharia de um modo geral introduzem a prática de elaboração de projetos, nos dois últimos anos de integralização do currículo. Isto ocorre nas disciplinas de formação profissional específica, onde o aluno é posto a idealizar máquinas, sistemas ou edificações a nível de concepção, dimensionamento e desenho, dos seus componentes e conjuntos.

O Projeto, como é uma atividade criadora e sintetizadora de conhecimentos multidisciplinares, não se contém apenas nos limites do tema ao qual está ligado, exigindo, portanto do aluno ou do profissional a capacidade de situar no contexto da engenharia o tema proposto, com clareza e precisão. Para tanto, é necessário por em prática procedimentos metodológicos, que além de facilitar o estabelecimento das relações interdisciplinares do tema do projeto com as di-

versas áreas da engenharia deverão, também, contribuir para a definição de uma estrutura de comunicação sobre a qual o projeto irá se desenvolver.

O presente trabalho apresenta esses procedimentos metodológicos na forma de uma seqüência de pontos importantes que não devem ser ignorados, nas diferentes fases do desenvolvimento de um projeto. A partir daí, alunos e profissionais de engenharia poderão definir e aperfeiçoar os seus próprios procedimentos, adaptando-os às suas necessidades particulares, num processo de aprimoramento contínuo, que poderá culminar com a normalização dos mesmos, com evidentes vantagens para a qualidade do projeto, tanto a nível do ensino como do exercício profissional.

### 2 CONCEITUAÇÃO DE PROJETO

O termo *Projeto* tem servido para designar diferentes atividades técnicas e científicas, todas elas tendo em comum o elevado grau de detalhamento das

\* Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Uberlândia, MG.

ações planejadas, com vistas a objetivos previamente definidos. O Projeto pode ser entendido particularmente como uma atividade de previsão e otimização de resultados, realizada por simulações, adaptações e pela aplicação de modelos físico-matemáticos a sistemas que se deseja construir, como máquinas, equipamentos, edificações, etc. O Projeto é, portanto, tudo aquilo que se refira à ação de desenvolver alguma coisa, no plano das idéias, com suficiente garantia da obtenção dos resultados desejados, quando a coisa projetada tornar-se uma realidade física.

### 3 FASES DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO

Um projeto de engenharia, entendido como atividade geradora de um documento técnico (relatório) que contenha todas as informações relacionadas com os objetivos ligados à produção de um sistema físico qualquer, deve merecer do seu autor ou autores diversos cuidados, especialmente na fase inicial dos trabalhos, quando o tema e os objetivos do projeto precisam ficar muito bem definidos. A partir destes é que as demais fases serão desenvolvidas, resultando uma justa dimensão, tanto do relatório em si, como do tempo necessário para a sua conclusão e dos materiais que serão necessários, do lápis ao computador.

#### 3.1 Título, Proposição e Objetivos do Projeto

Esta fase agrupa os três aspectos do projeto que servirão de base para a definição das fases subsequentes. Dependendo de onde o projeto vá ser desenvolvido, na escola ou na empresa, os seus empreendedores poderão ter uma maior ou menor participação desses itens. De qualquer modo, entretanto, é essencial que todos os envolvidos com o projeto assimilem totalmente os objetivos visados, pois esta é a melhor maneira de manter altos os níveis de consciência e compromisso com que cada um deve portar-se na execução das tarefas.

O título deve ser curto, preciso e significativo. A proposição nada mais é do que a manifestação oficial do proponente – o professor ou a empresa – que motiva a elaboração do projeto. Os objetivos devem ser formulados de acordo com as necessidades que o projeto deverá satisfazer. Caso venham definidos juntamente com a proposição do projeto, devem ser interpretados até a total compreensão dos mesmos.

#### 3.2 Memorial Descritivo

O memorial descritivo é parte do relatório do projeto que descreve, de modo claro, preciso e pormenorizado, o equipamento, sistema ou edificação a ser projetado, informando não somente a sua caracterização física, de funcionamento e de operação ou uso, como também a sua interação com o meio onde estará inserido. Deve dar, ainda, outras informações, como: lista de materiais, custo, pessoal necessário, infraestrutura requerida, etc. O memorial descritivo deve conter, portanto, as informações enumeradas a seguir, a menos que uma ou outra seja dispensável nos casos particulares. I - Disposição ou localização física do equipamento, sistema ou edificação a ser projetado, dentro de uma determinada área ou setor. Isto implica na elaboração de um "lay-out" que deve conter referências do tipo: coordenadas topográficas, referências de nível, cotas principais com relação a outros equipamentos, sistemas ou edificações; orientação de norte magnético, etc. Havendo necessidade, o memorial descritivo poderá indicar a existência, no anexo do relatório, de um desenho de conjunto BÁSICO, contendo mais informações deste tipo. Tal desenho destacaria, através de hachuras ou traços mais fortes, a posição contextual do que se vai projetar, podendo-se destacar também, por linhas tracejadas, futuras expansões, se for o caso; II - Condições ambientais que envolverão e suportarão o equipamento, sistema ou edificação, exercendo alguma influência sobre ele. Por exemplo: condições atmosféricas, características da bacia hidrográfica local, direção e velocidade de ventos predominantes, características do solo e do sub-solo, nível de poluição local, energia elétrica disponível, sistema viário da região, etc; III – Caracterização: construtiva, de funcionamento e de operação ou utilização do equipamento, sistema ou edificação a ser projetado. Isto pode implicar na especificação de diversas dimensões físicas, como altura, largura, profundidade, peso, volume, áreas e temperaturas de superfícies, velocidades de deslocamento, fluxo de massa ou volumétrico, capacidade, carga, regime de trabalho, voltagem, corrente elétrica, potência, etc. Neste item, ao se referir, a um elemento do conjunto, deve-se citar o material de que será feito o elemento; IV – Lista de materiais necessários para a construção do equipamento, sistema ou edificação em projeto. Esta lista deve ser organizada no formato de uma tabela, cujas colunas informem: as especificações dos materiais, as

quantidades necessárias e, se possível, os fornecedores; V – Custo estimativo de construção e montagem do equipamento, sistema ou edificação; VI – Tempo necessário para a execução do projeto e, finalmente, VII - Condições necessárias de pessoal e infraestrutura para a execução do projeto.

### 3.3 Memorial de Cálculo

Como já foi dito, o projeto de engenharia é multidisciplinar, podendo abranger diversos assuntos de uma mesma área ou de áreas diferentes da engenharia. As relações interdisciplinares envolvidas no projeto precisam ser, desde logo, bem conhecidas, porque poderão influir nos cálculos a serem realizados, ao mesmo tempo que ajudarão a definir os tipos de profissionais que se responsabilizarão pelos mesmos. Quando tratar-se de um projeto escolar, as relações interdisciplinares servirão tanto para uma possível distribuição de atividades de cálculo pelos elementos do grupo (alunos), como para um melhor apoio bibliográfico a cada tipo de cálculo a ser realizado.

Os cálculos devem ser apresentados dentro de uma estrutura uniforme, caracterizada por informações como as que são sugeridas a seguir.

I - Título do item a ser calculado; II - Normas técnicas utilizadas; III - Croquis ou esquemas ilustrativos, com o uso de simbologias padronizadas para as representações diversas; IV - Materiais, peças, sub-conjuntos, acessórios, etc., adotados para o cálculo; V - Sistema de unidades adotado; VI - Equações básicas utilizadas, acompanhadas das hipóteses simplificadas admitidas; VII - Equações resultantes das equações básicas e os resultados numéricos obtidos com elas; VIII - Análise crítica dos resultados numéricos, que justificaram a sua aceitação; IX - Desenho de diagramas de carga e de quaisquer gráficos que mostrem as relações entre grandezas envolvidas nos cálculos e, finalmente, X - Planilha de resultados, que mostre os valores das grandezas de maior interesse, obtidos durante todo o processo de cálculo.

### 3.4 Desenhos

Os desenhos de conjunto e de detalhamento podem ser anexados na parte final do relatório do projeto ou constituir um volume independente, conforme a sua quantidade e dimensões. O seguinte procedimen-

to é recomendado na confecção dos desenhos de um projeto:

I - Utilizar formatos padronizados para todos os desenhos (A0, A1, A2, etc); II - Fazer um ou mais desenhos de conjunto, contendo a indicação dos componentes feita por números inseridos num círculo. Estes são chamados “desenhos de marcas ou de referência”; III - Elaborar uma prancha onde, a cada marca do desenho de referência, corresponda uma indicação dos desenhos de detalhamento ou de conjunto parciais; IV - Confeccionar os desenhos de detalhamento, devidamente cotados e com todas as indicações de tolerâncias e ajustes, bem como todos os tipos de acabamento superficial requeridos; V - Às vezes, é necessário esclarecer determinados pontos, no desenho de detalhamento. Isto se faz através de “detalhes”, desenhados em tamanho maior, de preferência na mesma prancha onde foram requeridas; VI - Elaborar, sobre a legenda de cada desenho, uma “lista de materiais ou de componentes”, contendo: posição, especificação, quantidade e unidade de medida (peso, número de unidade, etc.) de cada componente enumerado na prancha. Esta lista deve ser composta no sentido ascendente; VII - Desenhar ao lado da legenda uma “coluna de informações”, que poderá conter: indicação de ensaios não destrutivos, especificação de eletrodos, tratamentos térmicos, etc. Finalmente, VIII - Desenhar em cada prancha uma “coluna de revisões”. Sempre que for revisado um determinado item do desenho, o número de ordem da revisão deve ficar inserido num pequeno triângulo e o local da revisão deve ser destacado por uma “nuvem” ou “ameba”.

### 3.5 Conclusões e Recomendações

Neste capítulo procurar-se-á enfatizar alguns aspectos mais importantes do projeto, os quais, mesmo tendo sido abordados anteriormente, devem ser merecedores de maior atenção e cuidado das pessoas envolvidas.

### 3.6 Bibliografia Utilizada

É muito importante citar toda a bibliografia utilizada durante a elaboração do projeto, seja ela: livros, revistas técnicas, catálogos, “papers”, etc. Isto deve ser feito de acordo com a NB-66.

### 3.7 Anexos

Os anexos que devem constar do relatório do projeto são os seguintes: desenhos, caso estes não constituam um volume à parte; catálogos, destacando-se os produtos ou componentes deles selecionados; tabelas e gráficos, destacando-se os valores ali utilizados e, finalmente, quaisquer outras informações de interesse.

### 3.8 Montagem do Relatório do Projeto

O relatório do projeto pode ser montado em um ou mais volumes, dependendo da quantidade de papel existente, entre parte descritiva, desenhos, anexos, etc. Fica como sugestão, a seguinte sequência de montagem:

– Capa, Folha de rosto, Encaminhamento, Sumário, Proposição e objetivos do projeto, Memorial descritivo, Memorial de cálculo, Desenhos, Conclusões e Recomendações, Bibliografia, Anexos e Capa.

## 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os procedimentos aqui apresentados para a elaboração de projetos destinam-se principalmente aos alunos de engenharia. Mas, são indicados, também, a todos aqueles que ainda não tiveram a oportunidade de experimentar as vantagens do exercício profissional guiado por esses padrões técnicos de conduta, que podem melhorar a qualidade do projeto e proporcionar uma imagem muito mais atraente e inteligível do mesmo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BELCHIOR, Procópio G.O. Planejamento e Elaboração de Projetos. Rio de Janeiro, Torres, 3 ed., 1978.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NB-66, Rio de Janeiro, 1978.

## NOVOS CURSOS UNIVERSITÁRIOS? AMPLIAÇÃO DE VAGAS?

Orlando M. Strobel \*

STROBEL, Orlando M. Novos Cursos Universitários? Ampliação de Vagas? *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 108-111, 2º sem. 1987.

Cursos de Engenharia de alta qualidade são necessários para o desenvolvimento da nação. Entretanto, pelo fato do Conselho Federal de Educação não ser um órgão efetivo, expandiu-se indiscriminadamente os cursos na área tecnológica, o que reduziu drasticamente a qualidade de ensino e criou um exército de desempregados e frustrados. Auto-suficiência e desenvolvimento tecnológico obtém-se com qualidade, e não com quantidade de profissionais. A sociedade deve ser amplamente consultada quando da criação de novos cursos e ampliação de vagas. Apresenta-se propostas concretas no sentido de uma maior conscientização neste aspecto.

Palavras Chaves: Novos Cursos Universitários, Excesso de vagas.

STROBEL, Orlando M. New undergraduate Schools? Increase of Vacancies? *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 108-111, 2nd. sem. 1987.

High quality engineering courses are a necessity for development of the country. However, because the Federal Education Council is not an effective agency, the courses of the technological field have expanded indiscriminately, which has drastically reduced the teaching quality and created an army of frustrated and unemployed professionals. Self-sufficiency and technological development is achieved through quality, and not quantity of professionals. Our community, therefore, has to be amply questioned concerning the creation of new schools and the increase of vacancies. Concrete proposals are presented based on an increased consciousness in this aspect.

Keywords: New Undergraduate Courses, Surplus of vacancies.

A Universidade foi criada e existe em função das vicissitudes da Sociedade, devendo provê-la de profissionais competentes e em número adequado às reais necessidades. Assim, a Universidade deveria continuamente pesquisar o mercado de trabalho, antevendo falta ou excesso de profissionais nas mais variadas áreas, já que haveria um trauma caso não houvesse prontas medidas para a citada adequação. O excesso de profissionais numa área qualquer traz danos à própria Sociedade já que cai a qualidade dos serviços prestados, decorrência direta da luta pela sobrevivência quando os profissionais disputam entre si um mercado pouco elástico e da formação universitária em massa.

Entretanto, o vertiginoso crescimento do número de faculdades e de vagas ocorridos nos últimos 20 anos, ao invés de contribuir decisivamente na melhoria de qualidade de vida da população, pois teoricamente estão ingressando no mercado de trabalho profissionais habilitados, simplesmente deixa um saldo extremamente negativo.

Ao invés de expandir qualitativamente o ensino passou-se ao aberto estímulo do crescimento indiscriminado de vagas ofertadas pelos estabelecimentos de ensino superior. O que importava para o aumento do número de cursos e vagas mesmo que correspondesse a um brutal decréscimo qualitativo do ensino. Num período relativamente curto, decuplicou-se a oferta de vagas para o ensino superior. As vagas oferecidas em profusão pelos estabelecimentos particulares de ensino têm que ser preenchidas, pois empresa privada visa lucro, e lucro é a diferença entre receita e despesa. O educando reduz-se a mera fonte de recei-

\* Professor, Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Hidráulica - Rua Tasso Azevedo da Silveira, nº 121 - Jd. Sta. Bárbara - 80.000 - Curitiba - Pr.

ta: quanto maior a quantidade, melhor, não importando sua origem, qualificação ou o mercado de trabalho. Com a vulgarização da graduação universitária, com a conquista de diplomas de ínfimo valor científico ou cultural, que pouco exprimem, faz-se com que a conclusão de um curso superior passe a ser exigência igualmente trivial para admissão em algum emprego, por mediócras que sejam as exigências das tarefas a serem cumpridas.

O Art. 176 da Constituição Federal estabelece que "A Educação inspirada no princípio da Unidade Nacional e nos ideais de liberdade e solidariedade humana, é direito de todos e dever do Estado, e será dada no lar e na escola". No parágrafo 2º do referido artigo, declara: "respeitadas as disposições legais, o ensino é livre à iniciativa particular, a qual merecerá o amparo técnico e financeiro dos Poderes Públicos". Delegando poderes à iniciativa particular para ministrar ensino, o Poder Público pretendeu, com isso, suprir as suas próprias e gigantescas deficiências nos dois aspectos genéricos, de quantidade e qualidade. Por conseguinte o ensino particular é legítimo e tem prestado relevantes serviços ao país. Entretanto, o ensino superior, no Brasil, entrou mais do que em decadência, entrou em degradingolada a partir do momento em que se instalou a fúria privativista. Abriram-se as comportas das faculdades particulares. Estimulou-se o ganho através do ensino. Transformou-se o ensino em indústria.

Verifica-se também que freqüentemente criam-se faculdades, seja por mera questão de necessidade de demonstração de status de uma cidade ou região, ou seja por grupos de pessoas que, em busca de dividendos políticos pessoais, julgam que a expansão indiscriminada do Ensino Superior seja um benefício à nação, não se atendo ao fato não só dos recursos que o Governo terá que investir em detrimento de outras áreas mais prioritárias, como também dos futuros egressos desempregados e frustrados.

A ânsia do poder político e do lucro excessivo, além do lucro compatível com outros empreendimentos privados, freqüentemente seduz os dirigentes das ditas instituições e a qualidade de ensino deixou de ser a preocupação principal. Professores mal remunerados, carência de equipamento, inexistência de bibliotecas e laboratórios, acarretando ausência de condições para pesquisa, e o descompromisso das mesmas com a comunidade da qual se originam, vem ocasionar graves problemas quando do ingresso dos seus graduandos no mercado de trabalho, na luta pela so-

breviência experimentada por profissionais que disputam palmo a palmo seu espaço.

O Governo, por outro lado, embora com conhecimento da profunda crise pedagógica existente no setor, continua a aprovar o licenciamento de novas faculdades e cursos com excessiva liberalidade, quando o certo seria a eliminação pura e simples do chamariz representado por fábricas de diplomas, muitas das quais aparentemente respeitáveis. De nada resulta abrirem-se as portas do ensino superior para todos com escolas insuficientemente estruturadas. Se começarem a vingar os projetos que visam ampliar o número de cursos de Engenharia e aumento de vagas nesta área, a Universidade perderá todo o seu ideário, deformar-se-á na estrutura e nos objetivos, para adquirir contornos irreconhecíveis. Não se pode permitir que a pretexto de atingir metas quantitativas mais convincentes e alvissareiras, fazendo dúbias comparações com países do norte, os quais possuem realidade social, econômica e tecnológica diferentes da nossa, se venha a prejudicar mais ainda a qualidade do ensino universitário, em nada contribuindo para o seu aperfeiçoamento. Podemos verificar que em face das exigências, o número de engenheiros nas diferentes especialidades corresponde em excesso às solicitações do país, nos diferentes setores de atividades ligadas ao desenvolvimento e à realidade brasileira presente, o que não ocorre, entretanto, no aspecto qualitativo.

A Reforma Universitária provocou inegável queda no rendimento do ensino superior. Há muitos pontos a rever, erros a corrigir, distorções a consertar. Se o País necessita de técnicos de nível superior, os exige bons, formados num esquema compatível com os tempos novos da ciência, da pesquisa, ao nível de um mundo também novo e exigente. Multiplicar o número, sem a preocupação com a qualidade, é um erro em que não pode incorrer a Universidade. No momento em que o País se preocupa com a reavaliação dos métodos e processos tecnológicos que vêm conduzindo a nossa economia, compreende-se a vital importância de Engenheiros habilitados e bem preparados a exercerem conscientemente as atividades inerentes a esse basilar setor da vida nacional, sem o perigo do empirismo e da irresponsabilidade, advindos da instituição pura e simples de mais vagas e cursos em nossas Universidades. Auto-suficiência e desenvolvimento tecnológico se obtém com qualidade de profissionais, e não com quantidade.

Nosso País está aplicando parte de seu PNB em educação. Não questionamos se é muito, se é pouco. Entendemos ser mais importante aplicar bem os recursos disponíveis, com sabedoria e bom senso, do que tê-los abundantes e mal aplicados, sem definição de prioridades, sem a imprescindível adequação das metas à realidade nacional, muitas vezes como instrumento político, como ocorre atualmente. Disso resulta a hipertrofia do ensino superior, agravada em muito porque a matéria-prima dos graus antecedentes está deixando muito a desejar. O Governo precisa declarar a educação, em seu todo, como meta prioritária e prover os recursos necessários e capazes de realizá-la, e de convencer a todos de sua condição de primazia. Este, parece-nos o ponto vital. Fazê-la bem, significa projetá-la adequada ao momento vivido presentemente pelo país, consoante as peculiaridades de cada região e as características que lhe são inerentes. Isso implica em uma verdadeira pesquisa de campo por pessoal especializado, levando em conta a flexibilidade própria de país em desenvolvimento como é o nosso. O fazê-lo bem importa em identificar o modelo adequado, isto é, o que ensinar, como ensinar, para quantos ensinar. Tal postura se faz particularmente necessária agora na era do pacote cruzado, que está inegavelmente provocando um surto de desenvolvimento que poderá fazer com que dirigentes universitários planejem apenas olhando para o futuro, esquecendo-se dos milhares de engenheiros desempregados, subempregados ou que foram forçados pelas circunstâncias a exercerem atividades não tecnológicas.

Neste objetivo se inclui a valorização dos professores pela importância do trabalho que realizam, desvestindo-os dessa visível e errônea aparência de funcionário comum para situá-los na categoria especial em que estão e em que não são reconhecidos. Por outro lado, aos professores impõem-se os deveres de seu estado, sem as distorções que hoje estigmatizam a classe, como rotina, o desinteresse pela auto afirmação, a desatualização e o comodismo. Se perguntarem a professores, na sala de aula, o que estão fazendo, tanto poderá vir a resposta "estou dando aula" como esta outra "estou preparando uma geração". Depende, é claro, do idealismo com que realizam a sua tarefa. Sem estes pré-requisitos, efetivamente não merecem qualquer destaque especial no corpo de administração de uma Universidade. A Pátria tem de ser a meta por excelência. O seu progresso, a sua soberania, a sua riqueza, o seu desenvolvimento, a sua

grandeza. Sem este objetivo a educação é vazia, sem conteúdo, sem civismo. Ensinar para dar profissão simplesmente, ensinar para ganhar a vida somente, é dar à educação uma dimensão muito estreita e pouco convincente, transformando o jovem no próprio agente da insegurança nacional. Nenhum País poderá avançar em seu desenvolvimento além do limite que atinja a sua educação. O desenvolvimento não pode medir-se só pelos bens ou recursos de que dispõe uma comunidade, mas pela qualidade das pessoas que os produzem. A Universidade deve promover junto aos alunos o conhecimento da realidade atual do Brasil de maneira mais objetiva, para recuperar o passado, criar o presente e orientar o futuro.

No entanto a realidade brasileira é o espelho que reflete com perfeição a imagem dos erros e imprudência que estamos cometendo com insistência na montagem e execução de nosso sistema educacional, caso específico do aumento de vagas e cursos em nossas Universidades, inspirada muitas vezes na mais rudimentar demagogia, inércia e despreparo dos dirigentes envolvidos no sistema universitário e de certos setores influentes da Sociedade.

O Conselho Federal de Educação, na análise para o licenciamento de um curso, exige uma fundamentação baseada na necessidade da sociedade, o que é feito através de manifestações de empresas que explicitam a necessidade de um certo número de profissionais/ano. O CFE, após alguns anos, não costuma verificar se tais expectativas foram atendidas, porque se o fizesse, ficaria surpreso com a baixa colocação dos profissionais naquelas empresas.

Verifica-se assim que o Ministério da Educação não possui instrumentos de fiscalização sequer quantitativos, quem dirá qualitativos. Dizer que a própria sociedade elimina o mau profissional é uma falácia, dado o que ocorre na realidade. E qual é o papel dos Conselhos Profissionais Nacionais, como o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) e seus Conselhos Regionais? A estes, segundo a lei, cabe registrar e aceitar os egressos de cursos a eles afetos. Entretanto, cremos que por serem órgãos criados pelo Governo para proteger a Sociedade do mau exercício profissional, devem necessariamente ser ouvidos quando da ampliação de vagas e da criação de novos cursos. Universidades autônomas, sim, mas não isoladas e dissociadas da Comunidade.

O sistema universitário, muito embora com notá-

veis exceções, em sua atual estrutura mais se parece com uma paródia de orquestra desafinada, seja em seus altos Conselhos, seja dentro da maioria das salas de aulas do país: quando o maestro é bom, os executantes deixam a desejar; quando os executantes mostram-se virtuosos, o maestro não tem noção de conjunto e não consegue mais que multiplicar sons desencontrados e agressivos; finalmente as coisas atingem o clímax da calamidade quando maestros e executantes são do mesmo nível e nenhum deles conhece com profundidade suas funções. Mas invariavelmente todos só desejam uma coisa: instrumentos novos, afinados, perfeitos. Nada existe de mais grave para uma nação do que o desperdício dos talentos, sobretudo quando ocorre dentro da própria escola. O sintoma evidente das nossas grandes perdas está na escassez das elites dirigentes em todos os setores da vida nacional, e isso só irá terminar através da educação equacionada em termos compatíveis com as necessidades atuais do país. Parece-nos urgente exercermos séria vigilância sobre a educação superior, não apenas acerca de temas polêmicos mas, principalmente, o custeio de todos os empreendimentos dirigidos à conquista desse inestimável bem que é a educação superior, sem a qual jamais atingiremos a meta, por todos acalentada, de nossa total recuperação política, social e econômica.

#### PROPOSTAS:

1. Que as Instituições de Ensino Superior criem mecanismos internos de constante auscultação do mercado de trabalho, adequando suas vagas a fim de prover a comunidade de profissionais competentes em número adequado às reais necessidades.
2. Que o Conselho Federal de Educação exija das Instituições de Ensino Superior que solicitem criação de novos cursos ou ampliação de vagas, um maior rigor na fundamentação e justificativa, as quais devem sempre ser embasadas nos reais interesses da Sociedade.
3. Que o Conselho Federal de Educação facilite o processo de pedidos de redução de vagas em cursos já existentes e que incentive as Instituições de Ensino Superior a adequar suas vagas em função dos anseios da Comunidade e não em função de interesses internos. A simples relação candidato/vaga não traduz o mercado de trabalho.
4. Que sejam incentivados estudos para modificação da Legislação vigente no tocante à obrigatoriedade dos Conselhos Regionais registrarem os egressos dos cursos universitários, sem questionamento sobre suas qualidades. Se houvesse uma prova de capacitação, esta seria um filtro qualitativo que forçaria as Instituições de Ensino a aprimorar a qualidade de seus cursos.

## ENGENHARIA SANITÁRIA: IMPORTÂNCIA E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL

Luiz Sérgio Philippi \*

PHILIPPI, Luiz Sérgio. Engenharia Sanitária: Importância e perspectivas para o desenvolvimento nacional. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 112-118, 2º sem. 1987.

O presente trabalho traça um paralelo entre as propostas de criação dos Cursos de Graduação em Engenharia Sanitária, seu histórico, e o contexto social. Analisa a visão do Plano Nacional de Saneamento, suas implicações e limitações quando da definição do currículo mínimo desses cursos. Apresenta também um painel da prática da extensão e da pesquisa interdisciplinar no Curso de Engenharia Sanitária da UFSC. Introduz o aspecto da contextualização e regionalização do ensino, pesquisa e extensão, bem como do conceito de ecodesenvolvimento. O trabalho aborda ainda a questão da necessidade de mudanças no que se refere as atribuições, de modo a respeitar as características próprias da atividade profissional e suas particularidades.

Ensino da Engenharia Sanitária. Interdisciplinaridade. Perfil Social. Atribuições.

PHILIPPI, Luiz Sérgio. Sanitary Engineering: Importance and perspectives to the national development. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 112-118, 2nd. sem. 1987.

This work establishes a parallel among the propositions for the creation of Undergraduate Sanitary Engineering Courses, its history and social context. The view of the National Sanitation Plan, its implications and limitations concerning the definition of a minimum curriculum for these courses are analysed. It also presents a panel of the extension practice and of the interdisciplinary research in the Sanitary Engineering Course of the Federal University of Santa Catarina. It introduces contextual and regional aspects of teaching, research and extension, as well as the concept of ecodesvelopment. This work approaches the need of changes concerning to attributions, in order to attend the characteristics of professional activities and their own peculiarities.

Teaching of Sanitary Engineering, Interdisciplinarity, Social Profile. Attributions.

### 1 INTRODUÇÃO

Os Cursos de Graduação em Engenharia Sanitária surgem no Brasil a partir de 1978 conforme Resoluções nºs 048/76 e 2/77 do Conselho Federal de Educação, que estabelece o currículo dos diplomados nesta modalidade. Na época, diversos estudos foram realizados com o objetivo de verificar a necessidade ou não destes cursos. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) no âmbito internacional e do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) no País, apontaram para a necessidade de reverter o quadro precário das condições sanitárias das populações. Nesta ótica,

concluía-se com a necessidade de formação de recursos capacitados para levar adiante a consecução dos objetivos do PLANASA. Definiu-se então a área destes cursos, ou seja, a Engenharia Sanitária integraria a categoria da Engenharia – Modalidade Civil, e as ementas que norteariam a formação dos currículos. Apesar da flexibilidade das ementas, sobretudo no que se referia a regionalização dos conteúdos programáticos, o dimensionamento e o espírito predominante era no sentido de se formar um profissional para atuar no sistema estabelecido pelo PLANASA. Deste modo, iniciam-se os cursos distribuídos regionalmente conforme segue: Universidade Federal do Pará, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade Federal de Santa Catarina e posteriormente a Católica de Campinas e Escola de Engenharia Mauá (SP). As dificuldades surgiram já no

\* Professor Adjunto e Chefe do Departamento de Engenharia Sanitária da UFSC. – Depto. de Engenharia Sanitária, CTC-UFSC – Caixa Postal 476 – 88.049 - Florianópolis - SC.

início destas implantações com a inexistência de um programa específico de formação de docentes, carência de recursos para laboratórios e bibliografia. Outro aspecto negativo foi a falta de apoio aos grupos de pesquisas emergentes em decorrência desta nova situação. Ora, se por um lado a criação dos cursos apresentava objetivos claros, a conseqüente consecução para os fins a que se propunha não eram esquecidos. Poder-se-ia dizer que a "criança" fora largada sem o mínimo de atenção e acompanhamento. No início deste processo, o CNPq esboçou alguma preocupação quanto a equipar e apoiar estes grupos, mas de concreto quase nada ou muito pouco foi feito. É neste ambiente hostil que os novos cursos de Engenharia Sanitária terão que abrir espaços como que para provar que sua importância transcende um ato ministerial que os regulamenta. Num país onde quase tudo está por fazer, onde as condições de saúde da população são precárias, onde o crescimento de alguns impõe o empobrecimento de milhões e a destruição paulatina do meio ambiente, a Engenharia Sanitária deveria ser a mais apoiada e considerada.

Se a situação já era aguda desde o início, acentuou-se mais ainda com o passar do tempo. Apresentaremos no decorrer deste trabalho, um pouco dos aspectos desta constatação, principalmente no que se refere à situação por nós vivida aqui em Santa Catarina.

De um lado estava o PLANASA, distanciado de suas metas, e o Banco Nacional de Habitação (BNH) gerindo recursos com base em análises tipo benefício-custo, e de outro uma parcela cada vez mais significativa da população sendo marginalizada pelo sistema de saneamento. Mas saneamento é saúde. Foi utilizado este conceito para a criação dos Cursos de Engenharia Sanitária. No entanto, devido a crise constante da economia do País, o PLANASA já não era esperança para os graduandos em Engenharia Sanitária. As primeiras turmas que se formaram, já encontraram o sistema em bancarrota.

Enquanto o PLANASA atuava ou devia atuar somente através das Companhias Estaduais de Saneamento e as municipalidades conveniadas, e isto no que se refere ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, os problemas se acentuavam na zona rural, nos municípios não conveniados e ainda nas periferias das cidades. Tudo isto que se coloca é para melhor situar nossa exposição quanto aos itens posteriores, onde abordaremos a importância da Engenharia

Sanitária para o desenvolvimento do país, e a necessidade de se adequar os mecanismos de apoio à pesquisa e à extensão universitária no sentido de superar as carências da população.

Outro aspecto relevante que pretendemos abordar é quanto às atribuições do profissional em Engenharia Sanitária. Cabe ao Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), com base nas ementas e currículos das Escolas, o estabelecimento e definição de atribuições que sejam compatíveis com a prática profissional. Os graduandos em Engenharia Sanitária até o presente momento não possuem atribuições adequadas. Este é o espírito deste trabalho; tentar analisar criticamente a implantação dos Cursos de Graduação em Engenharia Sanitária a partir de 1978 pelo MEC e as dificuldades e desencontros dos Sistemas Nacionais de Saneamento, Pesquisa e Trabalho.

## 2 NOVO CONTEXTO DA ENGENHARIA SANITÁRIA

O PLANASA conforme foi concebido e já situado na introdução, apresentava um caráter centralizador, conseqüentemente excluindo os municípios do processo decisório, não priorizando aspectos sociais, gerando a execução de projetos com padrões acima das realidades locais em detrimento de soluções mais modestas, e compatíveis com a conjuntura da sociedade. Além disso, constata-se que a Política de saneamento não considerou os serviços de água e esgoto como atividades preventivas de saúde, restringindo-se em parte ao atendimento da população urbana, capaz de garantir o retorno do capital investido, favorecendo uma urbanização desordenada.

Estes aspectos vão estar presentes no currículo inicial do Curso de Engenharia Sanitária da UFSC. Alunos e professores concordam que para se proceder melhorias no currículo, devem ser analisadas as tendências do curso a partir de políticas e programas de saneamento básico e ambiental como um todo, além das características regionais e das condições do exercício profissional. Por outro lado, a triste realidade em que se depara o ensino, impõe a necessidade urgente de uma reforma universitária. Esta, é marcada pela evasão escolar, pelas formas autoritárias e ainda pelo total alheamento aos problemas do país.

É neste quadro que se impõe algumas questões que passam a merecer uma análise mais detalhada e

que configura um novo contexto para a Engenharia Sanitária. Cabe à Universidade pesquisar e propor novas alternativas tecnológicas, de modo a desempenhar seu papel a frente das tendências conservadoras das políticas estabelecidas. Esta não pode se ausentar da discussão e da indicação de soluções mais apropriadas e em conformidade com a situação regional e nacional. Neste sentido, propomos uma abordagem de modo a contemplar os aspectos seguintes:

## 2.1 A Extensão Universitária como Prática para uma Nova Postura

A extensão universitária desenvolvida no Curso de Engenharia Sanitária da UFSC, dá-se inicialmente em função das necessidades e realidades dos municípios catarinenses. Esta atuação não é sistemática, mas ocorre em função de solicitações ou contatos com as comunidades. A extensão, apesar de ser um objetivo da Universidade, não consegue impor-se como prática totalmente consequente, uma vez que não existe internamente condições, nem políticas ou estruturas adequadas. Mas, voltaremos ao caso da extensão na Engenharia Sanitária onde esta tem-se dado a partir de um processo de reflexão-ação. Entendemos que a comunidade a ser trabalhada, deva ter consciência de seu papel transformador. Na reflexão-ação, a comunidade identifica seus problemas, suas causas e consequências e aí então se define que tipo de ação ou ações, são necessárias para modificar a situação.

A Universidade é solicitada para resolver problemas onde os órgãos oficiais não atuam. É importante frisar que o saneamento básico estava a cargo do PLANASA e das Companhias Estaduais, mas além do abastecimento de água nas cidades, muito pouco era feito em termos de esgotamento sanitário e saneamento rural. No entanto, os problemas das comunidades eram maiores e estas reclamavam uma atuação que refletisse numa visão mais ampla de saúde pública. Ora, esta não era a prática do então BNH através do PLANASA e de todo o Sistema. Não se pode esquecer é claro, o avança que se fez em termos de abastecimento público nas cidades, mas isto ocorreu a custo de muito dinheiro. Porém o tipo de "desenvolvimento" existente no país agravou ainda mais um quadro que era difícil de se alterar. Grandes afluxos de população vinham se concentrar nas periferias das cidades, ocupando baixadas alagadiças, mangues, en-

costas, enfim, uma ocupação desordenada e preocupante. Deste modo, esgotos a céu aberto, inexistência de coleta e de destino adequado para o lixo (e suas consequências como roedores, artrópodes, o próprio contato pessoal, etc.), a necessidade de programas de educação sanitária, o controle da poluição ambiental, a devida ocupação do solo, tudo isto está para ser equacionado.

O que queremos chamar atenção neste painel, é quanto a necessidade de se pensar o social como reflexo de um modelo econômico injusto e totalmente aleatório. São estes elementos do social, este enorme contingente de pessoas que vivem à margem da sociedade, um dos aspectos da extensão que se faz na Engenharia Sanitária. Mas ela não pára aí, pois que no interior, as prefeituras vivem situações idênticas de abandono. A inexistência de recursos humanos adequados, somado à crise financeira dos municípios, faz com que o quadro sanitário destes, seja muito grave. Todas estas situações são de grande importância e revelam a ausência da atuação oficial. Além do que, servem para se refletir o papel da Universidade, a necessidade de uma formação mais engajada com estes problemas, e práticas que permitam a superação dos mesmos.

Foi na extensão que o Curso de Engenharia Sanitária vislumbrou um potencial que não estava claro, tanto a nível de ação como de futuro mercado de trabalho. Com o congestionamento do PLANASA e a apatia da Companhia Estadual de Saneamento, a solução era buscar novos horizontes para empregar o graduado. E estas contratações começam a dar-se a partir da prática da extensão. Como a Companhia de Saneamento centralizava "o que fazer", era somente através dela que se liberavam recursos, às prefeituras cabia uma parte ingrata deste trabalho, pois que a maior parte dos problemas não eram atendidos.

Assim, com problemas acentuados nas favelas, periferias e nas faixas de população de baixa renda, as prefeituras buscam apoio na Universidade. A saída à campo, porém, fazia refletir uma prática de saúde globalizante encarando aspectos sócio-econômicos e culturais da população. A alimentação, moradia, emprego, educação, lazer são aspectos da saúde e num trabalho de campo aparecem, embora não estejam bem refletidos nos currículos e nas aulas teóricas do curso. Desta forma, havia necessidade de agir interdisciplinarmente, não apenas com base no universo da Engenharia Sanitária, mas sim de outras profissões

que se encontram no trabalho de campo, ou seja: Serviço Social, Medicina, Arquitetura e Urbanismo, Nutrição, Antropologia, Educação. Nem sempre se observou nestes trabalhos, uma visão completa, mas na medida do possível, e sem programas de extensão da Universidade, isto era realizado. É neste panorama que o Curso passa a ter um ponto de apoio maior. É quando se coloca um Antropólogo a trabalhar e a coordenar a extensão. Agora, esta interface fica mais nítida e a ação da Engenharia Sanitária começa a ganhar contornos mais definidos.

## 2.2 Participação Estudantil

Os estudantes dos Cursos de Graduação em Engenharia Sanitária, apesar das grandes distâncias que separam os Cursos, vem se organizando ao longo deste tempo e tem produzido Encontros e participação em Congressos, de forma bastante produtiva. Assim, num documento de conclusões de um destes encontros, lê-se "A função social do Engenheiro Sanitarista baseia-se no princípio de agir política e tecnicamente na realidade da nossa sociedade, de maneira crescente e gradativa. Sendo assim, se faz necessária uma análise crítica de nossa realidade e como essa foi moldada". E ainda "Para tal devemos ter claro que também o Engenheiro Sanitarista pode vir a ser um agente transformador da sociedade". Este caráter organizativo e a postura crítica, são aspectos que irão marcar sobremaneira a atuação destes estudantes no contexto da Universidade. Situados na área tecnológica, seu perfil profissional é eminentemente social. A realidade das situações de pauperismo dos locais onde atuam os forja numa consciência mais crítica e atuante. Deste modo, sua participação em projetos de campo através da Extensão é grande e entusiasta. Tem participação ativa nas discussões sobre currículo, extensão e perfil profissional. Porém, sua presença não termina aí; no Curso de Engenharia Sanitária da UFSC, eles estão atuantes nos projetos junto com os professores, de modo a se criar um corpo único entre docentes e discentes. É muito importante introduzir este item, pois que entendemos que a Universidade deve ser um ambiente fervilhante de questionamentos, de trocas de experiências, e não apenas local de se ter aulas, como muitas vezes ocorre em algumas escolas.

## 2.3 Pesquisa Interdisciplinar

Inicialmente a partir da extensão, onde a prática interdisciplinar se faz presente é que se quebra a visão unívoca dos conteúdos. A realidade plasma as partes numa única corrente de vida. Só enquanto ciência é que dividimos mais e mais os objetos de nossa investigação. Na medida em que tratarmos do homem, envolvido no seu meio, teremos que observá-lo como soma das diversas interações. Esta postura nos leva a pensar interdisciplinarmente.

A pesquisa tradicional que se observa nas Universidades, é disciplinar. Embora exista a necessidade das especificidades, elas por si só não resolvem o problema. Muitas vezes, de pouco vale conhecermos e pesquisarmos a melhor forma de se obter uma perfeita decantação, se isto não serve para levarmos água potável a uma comunidade que fica a 20 km da Universidade, e bebe água sem condições de potabilidade. Acreditamos que está na hora de se pensar currículos de modo a atender esta questão.

A Engenharia Sanitária estuda o saneamento básico e ambiental, e o meio ambiente é tudo que nos cerca. Precisamos partir da visão global para as partes, para não pensarmos de forma compartimentada.

Como já abordamos no item I, é necessário traçar um paralelo entre as condições de saúde, saneamento e conservação ambiental com o desenvolvimento industrial e urbano no país. Trataremos desta questão no próximo item.

É então, a partir desta constatação do âmbito de atuação da Engenharia Sanitária, que se procurou inserir a pesquisa interdisciplinar como elemento a se pensar a problemática regional em primeiro plano, de modo a se direcionar as linhas de pesquisa voltadas à superação desta.

Tomando como ponto de reflexão as variáveis que incidem sobre a degradação ambiental, verifica-se a necessidade de se pensar o ambiente como um todo, não apenas analisando um aspecto do problema, mas as diversas interações que levam a esta situação. Além do que, é necessário ainda contextualizar a pesquisa de modo a se obter respostas ou indicativos que possam ser adotados pela comunidade e/ou pelos órgãos oficiais.

Assim, refletindo sobre a realidade que nos cerca, tomaremos para exemplificar esta situação, fenômenos de aspecto catastrófico como foram as enchentes de 83 e 84 em Santa Catarina. Estes acontecimentos

passam a mostrar claramente aspectos que até então não haviam sido considerados. A saber, inicialmente um tratamento da questão das cheias periódicas, e sua relação com o modo de ocupação e uso do solo e dos fenômenos daí decorrentes. Neste momento, surge na UFSC, o Grupo de Trabalho em Hidrologia e Controle de Enchentes (GTHidro) que passa a levantar além dos aspectos hidrológicos do fenômeno "Enchente"; toda uma gama de questões que interagem sobre o fenômeno em si. Esta postura revelou um trabalho que apontava para uma necessidade de se pensar o espaço ocupado, a bacia hidrográfica, de forma mais abrangente, mais racional. Como resultado deste trabalho, o GTHidro apontava na direção de uma visão interdisciplinar como única forma de minorar as consequências dos fenômenos hidrológicos. Atualmente, este Grupo, agora denominado Grupo de Trabalho em Hidrologia e Controle Ambiental, busca atuar de forma integrada, absorvendo a interdisciplinaridade, de modo a se estudar a dinâmica ambiental como um todo.

Outro exemplo desta reflexão sobre a realidade imediata, é o projeto de "Tratamento de Água para Situações de Emergência". Considerando os graves problemas de abastecimento de água potável durante as já referidas cheias de 83 e 84, em que grande parte do Estado ficou com seus sistemas inoperantes, desenvolveu-se um projeto cuja finalidade era o de suprir as cidades com água potável. Este projeto, partiu da perspectiva de se trabalhar com módulos facilmente adaptáveis e flexíveis, a partir de elementos disponíveis em qualquer região, como galões, tubos, caixas de água, etc. Deste modo, poder-se-ia construir estações de emergência, que garantissem água potável.

Estes dois exemplos mostram a importância de se contextualizar a Engenharia Sanitária, primeiramente à nível regional e depois nacional. Além disto, aponta para a necessidade da pesquisa interdisciplinar como forma de superar os problemas prementes da população brasileira.

## 2.4 A Visão do Ecodesenvolvimento

A introdução deste tópico na presente reflexão não tem o intuito de apresentar teorias do ecodesenvolvimento, mas sim o de chamar atenção a este conceito que vem ganhando espaço atualmente.

São vários os pesquisadores e de diversas partes do mundo que tem escrito a respeito do entendimento

da questão ambiental diferente da forma como pensou a engenharia. Esta, de modo geral, abordou a questão apenas na fase final de um processo, seja de ocupação populacional, ou de produção industrial, ou como resultado de uma atividade agrícola, etc. Nos tradicionais compêndios de engenharia, a questão dos resíduos produzidos pelo homem e suas inúmeras atividades sempre foi visto o equacionando, como uma ação que necessitasse da prática da engenharia para controlar, diminuir os danos, ou até mesmo planejar estas atividades.

Esta visão compartimentada da Engenharia nos forneceu uma Engenharia Sanitária e Ambiental que se ocupam basicamente em projetar equipamentos de modo a diminuir a carga poluidora cada vez maior, produzida por um modelo de desenvolvimento mais e mais centralizador e destrutivo. Em nenhum momento, esta engenharia se preocupou em questionar o modelo de desenvolvimento e as possíveis alternativas tecnológicas. Ora, os modelos atuais de desenvolvimento utilizam tecnologias que geram um alto grau de deterioração do meio ambiente.

Verifica-se uma destruição dos recursos naturais, com benefícios para uma classe privilegiada em detrimento do resto da população. E estas práticas acumulativas tendem a maximizar a destruição dos recursos naturais e a aumentar a produção de quantidades crescentes de poluição que trazem prejuízos irreversíveis à vida humana. Diante destas perspectivas, torna-se inócua qualquer tentativa de se minorar o efeito pontual de uma fonte de poluição, pois caminhamos para um ponto de desequilíbrio. Para compreendermos isto, basta ler os economistas, que apresentam as tendências que o "desenvolvimento" que vem sendo adotado impõem.

Nosso intuito é, como já foi dito anteriormente, situar alguns conceitos do ecodesenvolvimento e traçar um paralelo com a prática da Engenharia Sanitária. Segundo Ignacy Sachs, "o ecodesenvolvimento é acima de tudo, uma abordagem que convida o planejador a mudar sua visão tradicional do processo de desenvolvimento. Nele, dá-se ênfase à diversidade de situações e, conseqüentemente, de caminhos para o desenvolvimento, às possibilidades de complementaridade entre as atividades propostas a fim de se evitar o desperdício de recursos e minimizar a perda residual gerada pelos produtos, e à necessidade de buscar-se sustentação mais firme nos esforços internos e na originalidade de projetos locais".

Seguindo um pouco o pensamento de Sachs, eis o que ele nos apresenta: "Evidentemente, o ecodesenvolvimento envolve também uma mudança na ordem das prioridades e no estilo da pesquisa científica. Em vez de seguirem as fórmulas alienadas ditadas pelos centros científicos externos, os especialistas em pesquisa deverão adotar uma escala diferente de valores, que dê mais importância em particular, à solução de problemas locais, à simplicidade das técnicas propostas e a sua melhor avaliação do ângulo ecológico e cultural do que exclusivamente pela eficiência das mesmas em termos de obtenção de performance máxima". Estes dois pontos, abrem um espaço para uma discussão maior da ação profissional não apenas da Engenharia Sanitária, mas de qualquer outra profissão.

O que nos interessa deixar neste ítem, é um questionamento a respeito da visão estanque que a Universidade apresenta. É preciso ainda, sair da casca da tecnologia e se questionar aonde tudo isto vai dar. Acreditamos que este aspecto não deva dizer respeito apenas à Engenharia Sanitária, mas a toda a Universidade. Enfim, é preciso e urgente que a Universidade se assuma como Instituição comprometida com mudanças da realidade, com alternativas econômicas, políticas e sociais.

### 3 NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO DAS ATRIBUIÇÕES DO ENGENHEIRO SANITARISTA AS CONDIÇÕES DA REALIDADE REGIONAL E NACIONAL

A habilitação Engenharia Sanitária derivada da modalidade Civil, é criada e implantada no Brasil através das Resoluções de números 48/76 e 02/77 do Conselho Federal de Educação (CFE). Estas resoluções definem as grandes áreas de Categorias da Engenharia e os respectivos currículos mínimos que deverão nortear a formação dos diplomados.

O estabelecimento das atribuições compete ao sistema CONFEA/CREAs, com base na Lei nº 5.194/66. E conforme o parágrafo único do artigo 10º da Lei nº 5.194/66, "Cabe às Congregações das Escolas e Faculdades de Engenharia, Arquitetura e Agronomia indicar, ao Conselho Federal, em função dos títulos apreciados através da formação profissional, em termos genéricos, as características dos pro-

fissionais por ela diplomados". Considera-se ainda a Resolução nº 218/73 do CONFEA, que "discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Urbanismo".

Assim, as primeiras atribuições do Engenheiro Sanitarista foram regulamentadas pelo artigo 18 da Resolução nº 218/73. Anterior portanto as Resoluções nº 48/76 e 02/77 do CFE. Em 1983, aconteceu uma alteração através da Decisão Normativa nº 009/83 que discriminava em caráter provisório, as atividades profissionais do Engenheiro Sanitarista. Embora ainda não atendendo o que era pensamento dos profissionais e dos professores e estudantes dos Cursos de Engenharia Sanitária, esta Normativa trazia uma discriminação maior das atividades.

Porém, alguns aspectos dessa Normativa apresentavam um caráter bastante subjetivo, superposto, com repetição e ainda omissão de alguns termos.

A Decisão Normativa nº 009/83 vigorou até recentemente, quando em 23 de julho de 1986, o CONFEA baixa a Resolução nº 310/86. Esta Resolução, no entanto, ao referir-se à competência do Engenheiro Sanitário, é omissa, confusa e contraditória. Podemos assinalar alguns pontos, tais como:

- Atribuições não compatíveis com o que determina o currículo mínimo estabelecido pelo CFE;
- Não discriminação das etapas referentes a sistemas de abastecimento de água e outros;
- Omissão de competências garantidas pela obrigatoriedade de matérias do currículo mínimo;

Estas atribuições, assim definidas pela Resolução nº 310/86, vem no sentido oposto do fortalecimento da Engenharia Sanitária e Ambiental. É inconcebível, que num quadro como o descrito anteriormente, de carências profundas a nível de saneamento básico e atividades correlatas, o futuro profissional ainda veja seu leque de atribuições diminuído, contrariando inclusive a sua formação. Entendemos que, matérias que sejam obrigadas a fazer parte do currículo mínimo de um curso, também o sejam quando da definição das atribuições dos profissionais.

### 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A necessidade de desenvolver a Engenharia Sanitária está estritamente vinculada a qualquer entendi-

mento que se tenha da perspectiva de desenvolvimento do país. Quer seja do ponto de vista da melhoria da qualidade de vida da população, urbana ou rural, ou mesmo da proteção ambiental como um todo, verificasse urgência de políticas que sejam realidades e transformadoras do atual quadro brasileiro.

Já no III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – 1980/1985 (III PBDCT), deu-se prioridade entre outros, ao desenvolvimento da saúde pública, habitação, saneamento básico, o meio ambiente, os recursos naturais e os recursos humanos, todos referentes a Engenharia Sanitária e Ambiental. Atualmente, o IPND da Nova República – 1986/1989, também levanta a questão do desenvolvimento regional e prioriza entre outras, o saneamento básico urbano e rural. O próprio Plano analisa as deficiências das políticas anteriores e aponta para a resolução dos problemas ambientais. E uma grande parcela deste desenvolvimento se dá via a Universidade através do ensino, da pesquisa e da extensão. É fundamental portanto, que existam ações concretas de modo a se alcançar os objetivos e metas dos Planos Nacionais de Desenvolvimento.

Deste modo, este trabalho teve o intuito de revelar um quadro institucional da Engenharia Sanitária da UFSC e o que se vem buscando fazer, apesar das dificuldades anteriormente levantadas, para fortalecer o entendimento da mesma na região e no País.

Entendemos porém, que para se fazer o ensino, a pesquisa e a extensão universitárias, é necessário que hajam condições de trabalho e ao mesmo tempo, perspectivas para o profissional que se pretende colocar no mercado; de tal modo que este possa contribuir para o desenvolvimento da sociedade.

Neste sentido, traçaremos algumas propostas de recomendações que possam representar um esboço das necessidades a serem respondidas:

- Maior apoio do Ministério da Educação no que se refere a instalação de laboratórios básicos, seja a nível de ampliação do espaço físico como de equipamentos;
- Que os órgãos financeiros de pesquisa apoiem os grupos emergentes da Engenharia Sanitária;
- Que os órgãos financiadores de pesquisa incentivem e apoiem pesquisas que visem o estabelecimento de padrões e indicadores de qualidade do meio ambiente e adequados às realidades regionais e nacionais;
- Que os órgãos administrativos estaduais e federais

que trabalham o meio ambiente atuem em conjunto com as Universidades;

- Maior apoio e condições para a formação de recursos humanos;
- Reformulação das resoluções do CFE que estabelecem os currículos mínimos;
- Revisão imediata por parte do CONFEA/CREAs da Resolução nº 310/86.

Este painel da necessidade, importância e perspectivas da Engenharia Sanitária, não teve como objetivo uma abordagem de todos os aspectos do setor, uma vez que hoje se observa um grande movimento dinâmico e social em relação às condições de qualidade de vida, mas sim uma pequena reflexão do papel que cabe à Universidade nesta transformação.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 7.486 de 06.06.1986. I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) da Nova República - 1986/1989. Brasília, 1986, 261 p.
- CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 048/76 de 27.04.1976. A Nova Concepção do Ensino de Engenharia no Brasil. Brasília, 1977, 227 p.
- CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 2/77 de 16.02.1977. A Nova Concepção do Ensino de Engenharia no Brasil. Brasília, 1977, 227 p.
- CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Leis – Decretos e Resoluções. 3ª ed. Brasília, 1987, n. p.
- III ENCONTRO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA SANITÁRIA. Caderno de Conclusões. Salvador. 1984, 21 p. Mimeografado.
- POVINELLI, Jurandir. Engenharia Sanitária. Avaliações & Perspectivas. Brasília. CNPq/Coordenação Editorial, V.1, p.147-152, 1982.
- SACHS, Ignacy. Ecodesenvolvimento: Crescer sem Destruir. São Paulo. Ed. Vértice. 1986. 207 p.
- SAMOHYL, R.W. Acumulação de Capital e Desacumulação do Meio Ambiente. In: Economia & Desenvolvimento. São Paulo. Ed. Cortez, (2): p. 95-127, fev. 1982.
- II SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA DA UFSC. Florianópolis. 1984, 25 p. Mimeografado.

## LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA / UFRGS: UMA EXPERIÊNCIA DE INTEGRAÇÃO COM EMPRESAS

Lírio Schaeffer\*  
Bruno Crosara \*\*

SCHAEFFER, Lírio; CROSARA, Bruno. Laboratório de conformação mecânica / UFRGS: Uma experiência de integração com empresas. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 119-123, 2º sem. 1987.

Consolidado em 1974, o Laboratório de Conformação Mecânica da UFRGS, faz parte do Departamento de Metalurgia e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais. Estão resumidas, neste trabalho, as experiências bem sucedidas de integração com indústrias regionais e a contribuição que a prestação de serviços técnico-científicos fornece para o aprimoramento da formação do engenheiro ligado a área metal-mecânica. Definem-se os objetivos filosóficos perseguidos, as metodologias tentadas para atingi-los e os resultados obtidos.

Integração com empresas, graduação, metodologia.

SCHAEFFER, Lírio; CROSARA, Bruno. Laboratory of mechanical transformation / UFRGS: An experience of collaboration with industries. *Ensino Eng.*, São Paulo 6(2): 119-123, 2nd. sem. 1987.

The Laboratory of Mechanical Transformation – within the Department of Metallurgy and the Graduate Program of Metallurgy and Materials Engineering at UFRGS – began its activities in 1974. This paper describes successful experiences of joint collaboration in R. & D. with Regional Industry, and how this contributed to an improvement in the education of the metal-mechanic engineer. The philosophical objectives and the methodologies employed to achieve them are defined and the results obtained with this approach are present.

Joint collaboration with industry, education, methodology.

### 1 INTRODUÇÃO

Elaborar e implementar uma metodologia de integração entre o Laboratório, caracterizado como pequena célula da Universidade, e as empresas do ramo metal-mecânico, tomadas na sua realidade regional, sem descaracterizar as vocações naturais de cada parte envolvida, requer um posicionamento bem definido de ambos os lados, apoio mútuo, competência e finalmente um comportamento ético compatível (1).

Partindo do pressuposto de que as atividades e objetivos fundamentais de cada entidade são aparentemente independentes, tenta-se mostrar os caminhos que levam as mesmas a se complementarem mutua-

mente. Através da interação o Laboratório beneficia diretamente a formação dos alunos de graduação e obtém subsídios para os alunos de pós-graduação. A empresa recebe em contrapartida aquilo que solicitou, desde uma prestação de serviço até uma pesquisa aplicada de curto ou médio prazo.

Conceitualizar a atividade de formação profissional é o primeiro passo. O segundo implica em também conceitualizar a atividade produtiva industrial. E finalmente traçar uma "reta" que una os dois conceitos. E é nesta "linha" que o benefício é mútuo.

### 2 FORMAR E PRODUZIR

O Laboratório centra o conceito de formas profissionais através das seguintes atividades complementares.

\* Engenheiro Mecânico, M.Sc., Doutor em Engenharia – UFRGS/PPGEMM - Porto Alegre - RS.

\*\* Engenheiro Op. Mec., M.Sc. em Engenharia Metalúrgica – UFRGS/PPGEMM - Porto Alegre - RS.

- 1) Graduação  
Disciplinas de Conformação Mecânica ENG 617 e ENG 618 (últimos semestres). A estrutura básica das disciplinas compreende três blocos: a) teoria, b) trabalhos práticos, c) trabalhos de pesquisa.
- 2) Pós-Graduação  
Cadeira de Conformação Mecânica – MTMM-22  
Orientação de alunos de Pós-Graduação para a obtenção do Mestrado em Conformação Mecânica (a partir de 1987 doutorado)
- 3) Projetos de Pesquisa  
FINEP, FIPPEC, CNPq, PADES, etc. nas áreas de Conformação, Instrumentação extensométrica e simulação de processos com auxílio de computadores.
- 4) Projetos Industriais  
Pesquisas aplicadas de curto prazo  
Consultoria  
Desenvolvimento de produtos/processos  
Prestação de serviços

Por outro lado, a indústria centra a sua atividade produtiva em função da obtenção de resultados econômica e tecnicamente viáveis e competitivos. Definidas então as atividades, resta achar o ponto de intersecção das mesmas, ou seja o intervalo em que ambos podem cooperar sem interferência nem desvirtuamento dos objetivos essenciais de cada entidade (1).

### 3 TECNOLOGIA E FORMAÇÃO

Dentro de um processo de desenvolvimento tecnológico, os interesses das entidades envolvidas são diferentes: para a empresa interessa o resultado, independentemente do caminho seguido para obtê-lo, e para o Laboratório interessa o caminho, em conjunto com o resultado. Devido a importância dada ao caminho a seguir pode ocorrer um impasse, que somente pode ser resolvido através de uma negociação entre as partes. É exatamente nesta negociação e nos argumentos e princípios da mesma, que a integração toma lugar e se transforma uma atividade progressiva e útil para as duas entidades (1).

Dependendo do tipo da atividade conjunta, esta negociação torna-se mais ou menos flexível, envolvendo estudantes da graduação e da pós-graduação de uma forma participativa com a indústria.

### 4 TIPO DE ATIVIDADE, TIPO DE PARTICIPAÇÃO E BENEFÍCIOS MÚTUOS

De que maneira o aluno pode participar de atividades conjuntas e em que medida se beneficia com elas? E, por outra parte, em que medida o envolvimento do aluno nestas atividades beneficia as partes envolvidas e sobretudo contribui com os objetivos de cada uma? A resposta a estas questões, varia com o tipo de atividade, tipo de empresa e características do problema detetado.

#### 4.1 Consultoria

O maior requerente é sem dúvida a pequena e média empresa, aquela que raramente conta com engenheiros no seu quadro funcional.

Em geral a solicitação de consultoria por parte da indústria provém dos seguintes aspectos: a) O problema a ser resolvido ultrapassa a capacidade técnica dos membros da empresa e b) Exige soluções rápidas.

Nesses casos o envolvimento do aluno é mínimo. Entretanto a grande contribuição da consultoria são as suas conseqüências diretas: a empresa deteta a necessidade de profissionais da área com uma formação adequada e o Laboratório toma contato com problemas reais da indústria.

#### 4.2 Pesquisa a curto e médio prazo

Nesta situação, que também ocorre em empresas de grande porte, o aluno é o executor direto da mesma, atuando sob a coordenação de uma equipe especializada pertencente ao Laboratório.

É uma oportunidade na qual: 1º) o aluno (ou alunos envolvidos) encontra a oportunidade de aplicar praticamente o aprendido na teoria (treina), 2º) tem a possibilidade de inovar (criar), 3º) vê o resultado da ação. Do lado da empresa, o investimento é considerado capital de risco, mas devido a serem quantias pequenas, o sucesso da pesquisa, sempre tentado (negociação de objetivos) representa um retorno significativo, enquanto o fracasso justificado, uma perda suportável.

### 4.3 Desenvolvimento de produtos/processos

Repete-se aqui praticamente os passos do item anterior, porém com uma pequena diferença: desenvolver um processo ou um produto, implica na aquisição do conhecimento da arte, dos "porquês" e dos "como". É este o objetivo fundamental do Laboratório, ou seja, o processo de criação da tecnologia. Desta forma a empresa solicitante ganha duas vezes: a primeira com o desenvolvimento e a segunda com a possibilidade de que os profissionais que o tornaram viável venham a formar parte do quadro da mesma.

### 4.4 Prestação de Serviços

A prestação de serviços, embora não sendo de grande interesse é uma atividade necessária. É com ela que se realiza os primeiros contatos. Em geral são trabalhos de rotina e ocorre algumas vezes uma exagerada repetibilidade contribuindo então muito pouco com a formação dos alunos.

Os benefícios naturais que os executores obtêm da operação e utilização responsável do equipamento, são decorrentes do treinamento que os mesmos atingem. O Laboratório se beneficia conseguindo recursos financeiros para sustentar a própria estrutura, recursos estes não institucionais e provenientes de um benefício direto fornecido a comunidade industrial.

## 5 EXEMPLOS

### 5.1 Pesquisa aplicada de curto prazo

- Empresa nacional de porte médio com as seguintes atividades: manutenção de aviões de pequeno porte, produção de instrumentos de voo e mobiliário de aviões.
- Problema que originou a pesquisa: obter em alumínio forjado, um componente de poltrona normalmente usinado.
- Equipe do Laboratório que foi vinculado à pesquisa: 1 coordenador (Chefe do LACON), 2 mestrandos, 2 estudantes de graduação.
- Objetivo da pesquisa: definir a viabilidade do forjamento, o processo a ser usado, os custos envolvidos no processo, definição de equipamentos, previsão da qualidade metalúrgica do forjado, tratamen-

tos térmicos vinculados e finalmente obtenção de um protótipo.

Na Figura 1 está mostrado o resultado parcial da pesquisa e o equipamento principal envolvido no processo (Figura 2).

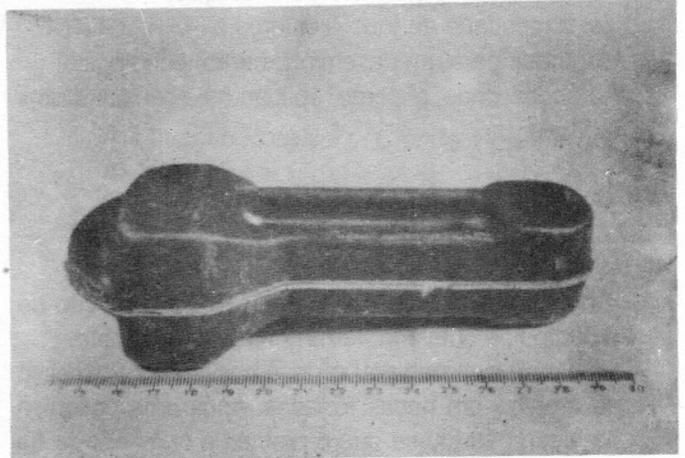


Fig. 1- Exemplo de peça forjada na UFRGS (material AlMg-Si 1)

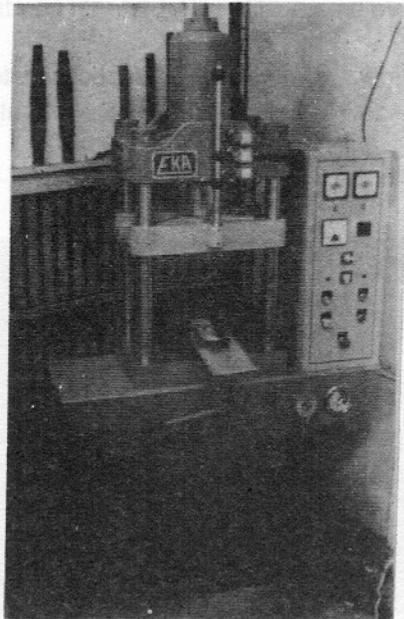


Fig. 2- Prensa hidráulica existente na UFRGS (cap. 40 ton)

- Benefícios relativos à formação dos participantes:  
Aprender a se posicionar frente a um problema concreto.

Sentir a necessidade da recorrência bibliográfica  
 Estruturar uma metodologia de trabalho.  
 Aplicar uma metodologia científica a cada etapa.  
 Aprender a discutir resultados.  
 Sentir a responsabilidade de execução.  
 Ver o resultado de todo o esforço.  
 Contribuir para um desenvolvimento tecnológico.  
 Aprender onde e como aplicar os conhecimentos teóricos.

## 5.2 Desenvolvimento de produtos/processos

- Empresa de grande porte, dedicada a produção de produtos de cutelaria, ferramentas forjadas, etc.
- Problema que originou o desenvolvimento: excesso de rebarba em peças forjadas. Após uma pesquisa no local, detetou-se que o problema originava-se na metodologia de projeto de geratrizes, que estava sendo aplicada com erros e reservas, havendo grande imprecisão nos cálculos.
- Produto sugerido pelo LACON: criar um software aplicativo para auxílio ao projeto de geratrizes.

Na Figura 3, parte de resultados deste software desenvolvido. Na Figura 4 o equipamento utilizado.



Fig. 3- Exemplo de pré-forma de forjado. Calculado com auxílio do computador.

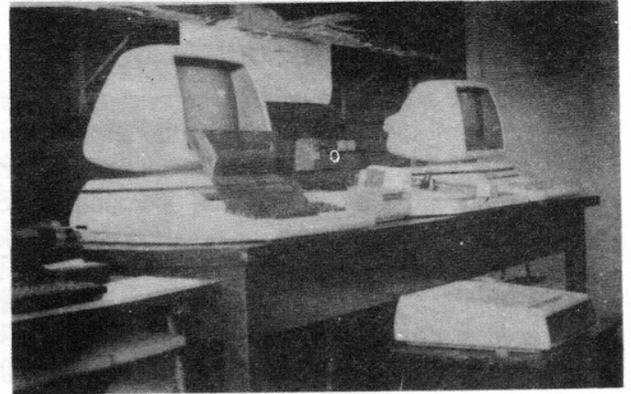


Fig. 4- Centro de Computação (vista parcial) do Laboratório de Conformação Mecânica / UFRGS.

- Participantes: 1 coordenador - Chefe do Laboratório, 1 mestre, 2 estudantes de graduação.
- Benefícios obtidos no desenvolvimento: após a definição do sistema de projeto e da metodologia da implantação, os estudantes desenvolveram o programa e implementaram no computador do Laboratório. Dois estudantes de último ano aplicaram conhecimentos das mais diversas áreas, fizeram levantamentos bibliográficos, enfim, percorreram de forma orientada, todas as etapas necessárias e indispensáveis ao sucesso do produto (e à sua própria formação).
- Benefícios para a empresa: atendimento ao objetivo que gerou o produto.
- Tempo do desenvolvimento: 1 ano.-

## 5.3 Prestação de serviços

O Laboratório de Conformação Mecânica conta com uma estrutura bastante diversificada em relação a equipamentos disponíveis. As prestações de serviços destacam-se nas seguintes áreas:

Laminação: ação de tiras especiais (estanho e níquel).

Ensaio Mecânicos: determinação de características mecânicas dos materiais.

Eletroerosão: confecção de matrizes para forjamento.

Trefilação: avaliação de lubrificantes.

## 6 CONCLUSÕES

Foi pretendido mostrar que com uma infra-estrutura mínima pode-se participar intensivamente em termos de formação de recursos humanos e desenvolvimento de tecnologia, apoiando desta forma a indústria local. São mostrados alguns resultados positivos decorrentes da integração da universidade com o setor produtivo. O caminho percorrido até o presente momento foi difícil e penoso pois, para que tenhamos

apoio da indústria é necessário primeiro mostrar o que se pode fazer. Nem sempre é esta a ordem natural dos fatos.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- (1) RIPPER Filho, J.E. "Universidade – Empresa, A Interação Possível". "Ciência Hoje". Vol. 4, nº 19, p. 82-86.

## O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NOS CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA A NECESSIDADE DE UMA VISÃO MULTIDISCIPLINAR \*

Henri Aboutboul \*\*

ABOUTBOUL, Henri. O ensino da biotecnologia nos cursos de engenharia química. A necessidade de uma visão multidisciplinar. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 124-128, 2<sup>o</sup> sem. 1987.

A Biotecnologia tem marcado, ultimamente, presença constante no cenário nacional, seja nos meios de comunicação assim como através de debates pela comunidade científica e tecnológica. Desta forma, na condição de tecnologia em desenvolvimento, tem despertado cada vez mais o interesse dos alunos de Engenharia. O presente trabalho procura analisar, dentro de um contexto atual, como vem ocorrendo o ensino da Biotecnologia nos cursos de Engenharia Química. Nesta análise abordamos a importância da presença, neste ensino, de uma visão multidisciplinar, uma vez que a atuação profissional envolve áreas do conhecimento tratadas tradicionalmente de maneira isolada.

Biotecnologia, Engenharia Química, Visão Multidisciplinar.

ABOUTBOUL, Henri. Biotechnology teaching in chemical engineering courses – A multidisciplinary approach. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 124-128, 2nd. sem. 1987.

Biotechnology has lately been a constant presence in the national mass media and also in discussions promoted by the scientific and technological community. Thus regarding new technology condition, Biotechnology has increasingly raised the Engineering student's interest. This paper analyses, within recent context, how the teaching of Biotechnology in Chemical Engineering, courses has happened. In this analysis we present the importance of a multidisciplinary approach in this teaching, since the professional performance involves areas of knowledge which are traditionally studied in a separate way.

Biotechnology, Chemical Engineering, multidisciplinary approach.

### 1 INTRODUÇÃO

A Biotecnologia pode ser conceituada como o estudo e uso de agentes e materiais biológicos (células ou derivados de microorganismos, plantas ou animais), com o objetivo da produção de bens e serviços para o usufruto do homem.

Embora esta seja uma conceituação bastante comum, convive com uma série de outras, melhores e piores, visto que a Biotecnologia pertence ao conjunto de informações, que vão tendo seu significado deturpado por sua frequente presença nos meios de comunicação. Isto acaba criando uma imagem, muitas vezes até falsa, junto à sociedade, que a afasta do seu real significado e dificulta sua absorção como tecnolo-

gia emergente.

Conforme Bjustrom (1), Biotecnologia é uma nova nomenclatura para processo que tem suas raízes na antiguidade. Conforme se vê no Quadro 1, há milhares de anos atrás, o homem, já produzia vinho, queijo e pão através de processos fermentativos. No entanto, pode-se dizer que o homem começou a entender melhor o mecanismo de uma fermentação quando, em 1857, Pasteur atribuiu a seres microscópicos esta capacidade de transformação. O início da fermentação industrial cobre as primeiras décadas do nosso século, cumprindo destacar do ponto de vista da Engenharia do processo, a efetiva produção da penicilina em larga escala durante a 2<sup>a</sup> Guerra Mundial.

Muitos consideram este último acontecimento como o início da Engenharia Bioquímica. Os anos 50 e 60 se caracterizaram por uma participação da fermentação industrial limitada principalmente aos produtos farmacêuticos, ocasionada pela não competitividade

\* Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 87, Florianópolis, julho de 1987.

\*\* Professor Assistente do Depto. de Engenharia Química da Escola Politécnica – USP, Caixa Postal 61.548 – São Paulo - SP.

de com os processos que usavam a rota petroquímica. Nos anos 70, esta situação sofreu modificações significativas, em parte pela alteração no panorama econômico ligado ao petróleo, mas principalmente pelo surgimento da Engenharia Genética.

Ainda segundo Bjustrom (1), esta poderia se definir como uma tecnologia de laboratório usada para modificar o código de hereditariedade de células vivas, conferindo as capacidades inéditas ou singulares.

Com a Engenharia Genética houve uma euforia, gerada pelo grande potencial dos microorganismos obtidos, em produzir substâncias até o momento não consideradas como viáveis.

Humphrey (2) considera que a comercialização de produtos em Biotecnologia no momento tem oportunidades ilimitadas. O que é necessário, no entanto, é a transposição de esquemas em escala laboratorial para sistemas de escala comercial o que depende do desenvolvimento da Engenharia destes processos.

Se nas décadas anteriores havia a limitação quanto aos produtos viáveis, os processos de produção em larga escala e recuperação era pouco exigidos em sofisticação. Este quadro, no entanto, sofreu uma reversão total com as perspectivas criadas pela Engenharia Genética, exigindo uma evolução da Engenharia Bioquímica.

QUADRO 1 – Panorama histórico do desenvolvimento da Biotecnologia (1)

DATA	EVENTO
6000 a.C	Bebidas alcoólicas, pão e queijo são produzidos por fermentação
1857	Pasteur demonstra que a fermentação é causada por microorganismos
1900	Surgimento da fermentação industrial
1923	Ácido cítrico é produzido por fermentação industrial
1944	Penicilina é produzida em larga escala nos EUA, durante a 2ª Guerra Mundial
1953	A estrutura do DNA (ácido desoxiribonucleico) é estabelecido por Watson e Crick
1973	Início da Engenharia Genética pela técnica do DNA recombinante (r DNA)
1982	É produzido o primeiro produto comercial obtido por r DNA, insulina humana, pela Lily na Inglaterra

O panorama aqui apresentado, justifica o envolvimento de profissionais de áreas diversas em projetos de Biotecnologia que realmente visem a obtenção de produtos sob uma forma comercial. Esta característica, que coloca em contato profissionais de ciências básicas e aplicada, é a nosso ver marcante para o caso da Biotecnologia e por isso consideramos importante levá-la em conta quando da formação do Engenheiro Químico. Ele precisa estar preparado para participar se for o caso, deste tipo de integração, de forma a poder desempenhar o papel que lhe for solicitado.

## 2 A BIOTECNOLOGIA NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

O Engenheiro Químico desempenha um papel essencial a cada estágio de desenvolvimento biotecnológico, direcionando o projeto de processo em sintonia com as exigências de uma produção comercial. Para isso deve contar na sua formação com disciplinas que lhe forneçam os elementos necessários para a futura atuação profissional.

Nesse sentido é interessante verificar de que forma os cursos de Engenharia Química tem suprido esta formação. O Quadro 2 traz um panorama do número de disciplinas oferecidas, ligadas à Biotecnologia, em nove das instituições de ensino do país que possuem o curso de Engenharia Química. Embora este panorama não liste todos os cursos existentes, permite uma caracterização razoavelmente abrangente.

Para uma melhor compreensão destes dados, cabe aqui algumas observações. Na Universidade Federal de Uberlândia, uma dentre as três disciplinas obrigatórias é ligada à preservação do meio-ambiente, estudando-se ali tópicos relativos à poluição e processos de controle, onde são incluídos os tratamentos biológicos de resíduos. Na Universidade Federal do Rio de Janeiro o mesmo ocorre, sendo que duas das disciplinas optativas são desenvolvidas em laboratório. A Universidade de Campinas oferece uma disciplina de Processos Fermentativos para o curso de Engenharia Química, sendo oferecidas outras disciplinas na área de Biotecnologia para o curso de Engenharia de Alimentos.

Na Escola Politécnica da USP, duas das disciplinas obrigatórias são unicamente teóricas, complementadas por outras duas de laboratório. Uma observação

QUADRO 2 – Disciplinas oferecidas nos cursos de Engenharia Química na área de Biotecnologia

Instituição	Disciplinas Obrigatórias	Disciplinas Optativas	Observações
Universidade Federal de Uberlândia	3	1	1 disc. obrigatória ligada ao meio ambiente
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	1	2	
Universidade Federal de São Carlos	1	1	
Universidade Federal de Santa Catarina	1	—	
Universidade Federal do Rio de Janeiro	3	3	1 disc. obrigatória ligada ao meio ambiente; 2 disciplinas optativas experimentais (laboratório)
Universidade Estadual de Campinas	1	—	oferece outras disciplinas no curso de Engenharia de Alimentos
Escola Politécnica Universidade de São Paulo	4	1	2 disciplinas obrigatórias são experimentais (laboratório)
Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) SP.	2	—	
Escola de Engenharia Mauá – SP.	2	—	

de ordem geral é que não foram incluídas neste quadro resumo disciplinas da área de Tecnologia de Alimentos.

Pode-se extrair assim que, embora de maneira diversa, estas instituições oferecem disciplinas para a formação do Engenheiro Químico que procuram ao menos instrumentá-lo quanto às características dos processos envolvidos na área de Biotecnologia.

Geralmente estas disciplinas procuram abordar um conjunto de tópicos que cobrem desde assuntos mais ligados às ciências básicas (Biologia e Bioquímica), até características de processos industriais (Química Industrial).

Sem dúvida, as modificações que estão frequentemente surgindo no campo tecnológico tem influenciado a abordagem no ensino. Uma análise muito interessante deste fato, é encontrada em artigo publicado por Bailey e Ollis (3), autores de um livro-texto (4) bas-

tante utilizado em vários cursos de graduação e pós-graduação. Neste artigo, ao justificar as modificações introduzidas na segunda edição do livro, dez anos após a 1ª edição, os autores comentam as inovações ocorridas no campo tecnológico, que acabam por solicitar do profissional de processo um novo perfil de conhecimentos. Com o surgimento crescente de novos produtos biotecnológicos, o engenheiro bioquímico deve estabelecer uma sistemática de análise, que permita selecionar dentre as opções viáveis, um sistema microorganismo-processo otimizado em termos de produtividade e rendimento. Do ponto de vista dos autores, estas inovações vão solicitar do engenheiro uma mudança na abordagem macroscópica e empírica, adequada até o momento. É exigida agora uma maior compreensão e modelagem dos mecanismos biológicos, químicos e físicos, que interagem determinando a performance do processo.

É ilustrativo verificar no que, em sua segunda edição, o livro-texto em questão procura dar uma maior ênfase. Observa-se que foram expandidas e atualizadas as seções que tratam dos fundamentos e técnicas referentes à Engenharia Genética. É ainda significativo o surgimento de novos capítulos dedicados às operações unitárias envolvidas nas etapas de separação e purificação de produtos, instrumentação e controle e análise econômica. A importância dada a estes tópicos, desenvolvidos de uma forma particular aos processos biotecnológicos, nos parece uma tendência que se deve pronunciar cada vez mais no ensino da Biotecnologia.

### 3 A VISÃO MULTIDISCIPLINAR NO ENSINO DA BIOTECNOLOGIA

Pelo que foi exposto até aqui, nos parece clara a característica multidisciplinar da Biotecnologia, cabendo agora analisar de que forma isto deve-se refletir no seu ensino. Moo-Young (5) caracteriza esta multidisciplinaridade, através da intersecção entre as Ciências Biológicas, Químicas e da Engenharia, que consistiria então na região abrangida pela Biotecnologia. Outros autores incluem mais áreas como Física e Medicina, mas sempre acabam reafirmando a existência de um caráter bastante abrangente.

Consideramos a visão multidisciplinar no ensino como algo além de um fornecimento de informações de várias áreas do conhecimento, importantes para uma compreensão integral do conteúdo programático de uma disciplina. É necessária uma abordagem integrativa que permita ao aluno identificar estas áreas e a forma com que se relacionam, suas capacidades e limitações, e as regiões que se constituem em zonas de fronteira. Esta abordagem deve promover ainda um ancoramento destas informações das ciências básicas, ao interesse central do aluno de Engenharia pelos aspectos relativos à tecnologia do processo.

É possível visualizar uma influência deste tipo de formação do aluno na sua futura atuação profissional e isto, deve ser explicitado pelo professor. A atuação profissional na área biotecnológica implicará sem dúvida em relações do engenheiro com profissionais de outros campos. Estas relações serão, sem dúvida, mais produtivas na medida em que os papéis e valores estiverem corretamente assimilados por todos. Uma valorização adequada das informações de ciên-

cias básicas recebidas pelo aluno de Engenharia, abre espaço para que no futuro este aluno valorize e interaja da melhor maneira com profissionais dessas áreas.

Podemos classificar as formas de concretização da visão multidisciplinar em três níveis. A nível de curso de graduação, além do ângulo de abordagem da disciplina pelo professor, caberia também a introdução de palestras e debates com profissionais das áreas interativas, de forma a inclusive acostumar o aluno às diferenças de linguagem científica. Em termos de pós-graduação consideramos que já existam condições que favoreçam a instalação de um curso de mestrado em Biotecnologia, procurando formar, agora a nível de pós-graduação, profissionais aptos a desenvolverem esta tecnologia emergente.

Finalmente, consideramos que esta multidisciplinaridade deva se concretizar também no campo da pesquisa, através da integração, através de projetos conjuntos, de grupos de pesquisa nas áreas interativas em questão. Espera-se assim que isto se reflita numa possibilidade mais efetiva de transposição dos avanços na escala de laboratório para escalas mais viáveis industrialmente. Caberia aqui também uma maior interação com o setor produtivo da sociedade de forma a se chegar a um produto biotecnológico comercializado.

### 4 CONCLUSÕES

A nosso ver, é necessário e proveitoso analisar-se as características das tecnologias emergentes, de forma a otimizar a sua introdução nos cursos de Engenharia. No caso particular da Biotecnologia destacamos a multidisciplinaridade como uma característica importante, a ser considerada na atuação docente nas disciplinas da área.

A concretização da visão multidisciplinar no ensino pode se dar na graduação, pós-graduação e nas atividades de pesquisa, contribuindo para que o aluno de Engenharia Química, na sua futura atividade profissional, se relacione de forma mais produtiva com profissionais de outras áreas. Existe ainda o objetivo de incrementar a transposição dos avanços na escala de laboratório para o setor produtivo.

Finalmente gostaríamos de destacar que a abordagem aqui apresentada procura fomentar a análise sobre a forma de introdução das tecnologias emergen-

tes no ensino de Engenharia, estando assim explicitada a necessidade de ampliação do universo aqui estudado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) BJURSTROM, E. Biotechnology Chemical Engineering, 92 (4) 126-58, fev. 18, 1985.
- 2) HUMPHREY, A.E. Introduction to bioreactor design, operation and Control. In: Comprehensive Biotechnology, Moo-Young, M. (ed), Oxford, Pergamon Press, 2: 3-5, 1985.
- 3) BAILEY, J.E. & OLLIS, D.F. A course in Biochemical Engineering fundamentals (revisited), Chemical Engineering Education, 19 (4): 168-71, 1985.
- 4) BAILEY, J.E. & OLLIS, D.F. Biochemical Engineering Fundamentals. New York, Mc Graw-Hill, 2ª ed., 1986, 984 p.
- 5) Moo-Young, M. (ed) Comprehensive Biotechnology. Oxford, Pergamon Press, 4 v., 1985.

## UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE PROJETO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO-SE DO MICROCOMPUTADOR

Ruy Alberto Corrêa Altafim \*  
Omar Sacilotto Donaires \*\*

ALTAFIM, Ruy Alberto Corrêa; DONAIRES, Omar Sacilotto. Uma experiência no ensino do projeto de linhas de transmissão e distribuição de energia utilizando-se do microcomputador. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 129-132, 2º sem. 1987.

Um programa didático para ensino de projetos mecânicos de linhas de distribuição e transmissão é apresentado. Este programa foi elaborado para microcomputador IBM-PC, em linguagem Pascal e tem as seguintes características: é auto-explicativo; possibilita a entrada de diferentes perfis de terreno; possibilita armazenar informações para posterior correção e análise; possibilita verificar resultados. A despeito de sua característica didática, este programa pode também ser usado em ante-projetos.

Ensino de Projetos por Microcomputador, Sistema de Potência, Linhas de Transmissão e Distribuição.

ALTAFIM, Ruy Alberto Corrêa; DONAIRES, Omar Sacilotto. A didact experience in the teaching of projects in transmission and distribution lines using micro-computer. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 129-132, 2nd. sem. 1987.

A didact software for mechanical projects in transmission and distribution lines is presented. This software is devised for IBM-PC Microcomputer, on Pascal language and has the following features: it's self-explanatory; it allows inputs of different ground profiles; it allows the storage of informations for later correction and analysis; it allows the verification of results by video-terminal and by graphic-printer. In spite of its didactical character, this software can also be used in preliminary engineering work concerning those projects.

Use of microcomputer for project teaching, Power Systems, Distribution and Transmission Lines.

### 1 INTRODUÇÃO

No segundo semestre de 1986, durante o curso de projeto de redes elétricas verificou-se a possibilidade de se desenvolver um "software" didático para o ensino de projetos mecânicos de linhas de transmissão e distribuição, onde procurar-se-ia minimizar o tempo empregado nos desenhos das estruturas sobre o perfil do terreno e agilizar os cálculos envolvidos na confecção dos gabaritos parabólicos utilizados no traçado gráfico. Com isso ampliar-se-ia a tempo dedicado aos

estudos de otimizações, parte nobre do projeto.

A escolha da linguagem empregada na elaboração do software recaiu sobre Pascal para microcomputador XT (MICROTEC), por possibilitar, devido a sua característica estruturada, o emprego das rotinas gráficas do TURBO PASCAL (Software aplicativo) e, complementações futuras.

Além de sua finalidade didática intrínseca, este software torna-se uma ferramenta bastante prática para o desenvolvimento de anteprojetos de locação das estruturas.

### 2 METODOLOGIA ADOTADA NO ENSINO DO PROJETO MECÂNICO DE CONDUTORES

O ensino do projeto mecânico dos condutores, se-

\* Professor do Departamento de Eletricidade da Escola de Engenharia de São Carlos - USP (EESC-USP), Mestre em Engenharia Elétrica pela EESC-USP.

\*\* Aluno do curso de Engenharia Elétrica - Eletrotécnica, EESC-USP.

gundo Fuchs e Almeida (1), inicia-se depois de já terem sido feitos os trabalhos de levantamento topográfico e os estudos técnicos e econômicos para a escolha das estruturas. Na primeira fase dos trabalhos são preparados os gabaritos de locação e feita a locação das estruturas sobre o perfil. Durante esta fase as estruturas são verificadas quanto a solicitação que ficam submetidas e seu tipo é especificado. Na segunda fase dos trabalhos e de posse da locação anteriormente efetuada são determinadas as diversas seções de tensionamento e feitos os cálculos para a execução das tabelas de tensionamento; trações x temperaturas e flechas x temperatura.

O ensino do projeto se deu em três fases distintas; a primeira, onde todos os parâmetros relacionados com a determinação dos gabaritos e, com os cálculos das solicitações foram ministrados ao educando; a segunda, onde ele auxiliado pelo programa ora apresentado, confeccionou os gabaritos e locou as estruturas sobre um perfil topográfico previamente escolhido; e a terceira fase, também com o auxílio do computador determinou as diversas seções de tensionamento e obteve as tabelas de tensionamento.

### 3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

O diagrama esquemático da Figura 1 possibilita

uma melhor compreensão do "software" aqui apresentado. Obedecendo sua característica didática, tão logo seja inicializado, uma tela gráfica descreverá todos os seus recursos e procedimentos de entrada.

Através da subrotina "Lêperfil" o programa permite que sejam introduzidos novos perfis de terreno, ou que seja recuperado um anteriormente armazenado. Terminada esta fase, a subrotina "calcula Perfil" aproxima os pontos discretos do perfil por segmentos de retas e indaga ao usuário se este introduzirá os dados referentes às parábolas ou se fornecerá os dados necessários para seus respectivos cálculos.

Na primeira resposta, o usuário fornecerá os coeficientes das parábolas de flecha máxima e flecha mínima; já na segunda, o mesmo terá que fornecer, os dados referentes aos cabos e às hipóteses de cálculo do projeto. De posse desses coeficientes, o programa apresenta uma segunda tela explicativa instruindo o usuário quanto à operação do programa pelo teclado. Para exemplificar um desses possíveis comandos, ao se pressionar a tecla (HOME) todo o desenho mostrado na tela desloca-se para a esquerda de um valor que varia de 10 a 100m.

Posteriormente, à apresentação da tela explicativa o programa desenhará o perfil, os acidentes, os diferentes tipos de vegetação e o gabarito, como ilustra a Figura 2, e permitirá que o usuário, via teclado: movimente o perfil, o gabarito parabólico e as estruturas;

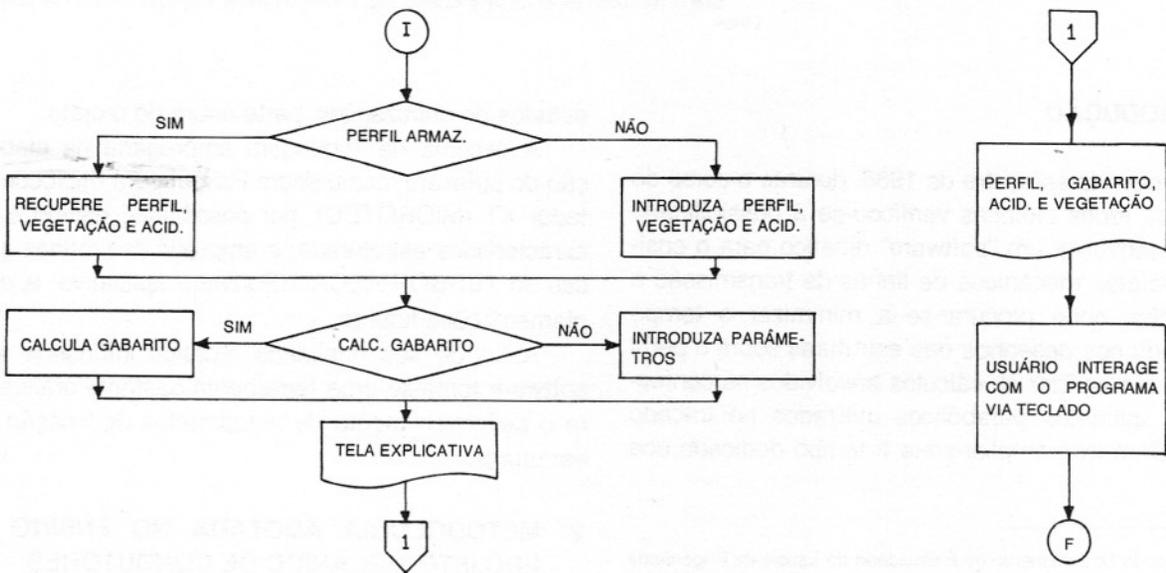


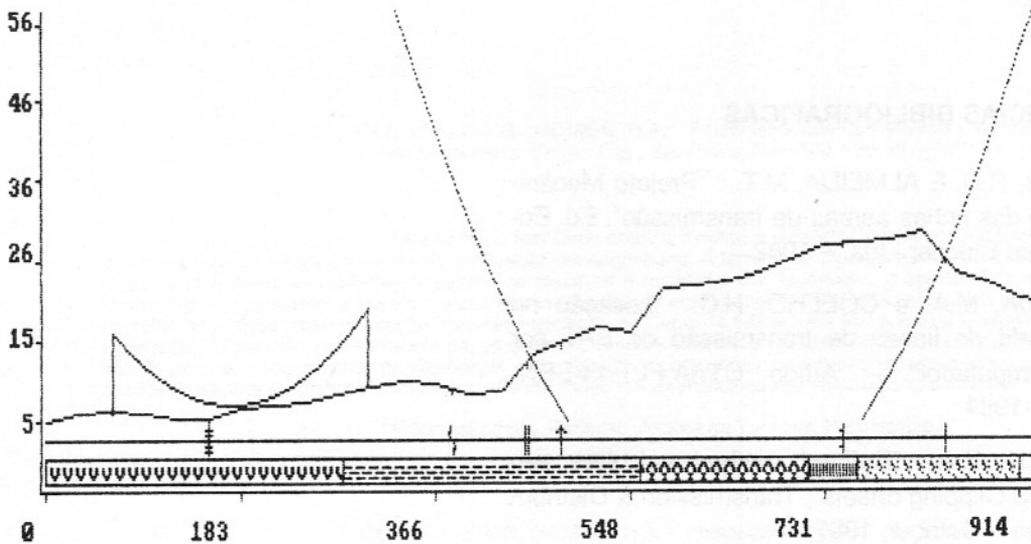
Figura 1 – Diagrama esquemático do Software projeto de linhas

introduza e calcule novos gabaritos; verifique o arrancamento; salve ou apague trecho já projetado; imprima tela gráfica na impressora e encerre o programa e retorne ao sistema operacional.

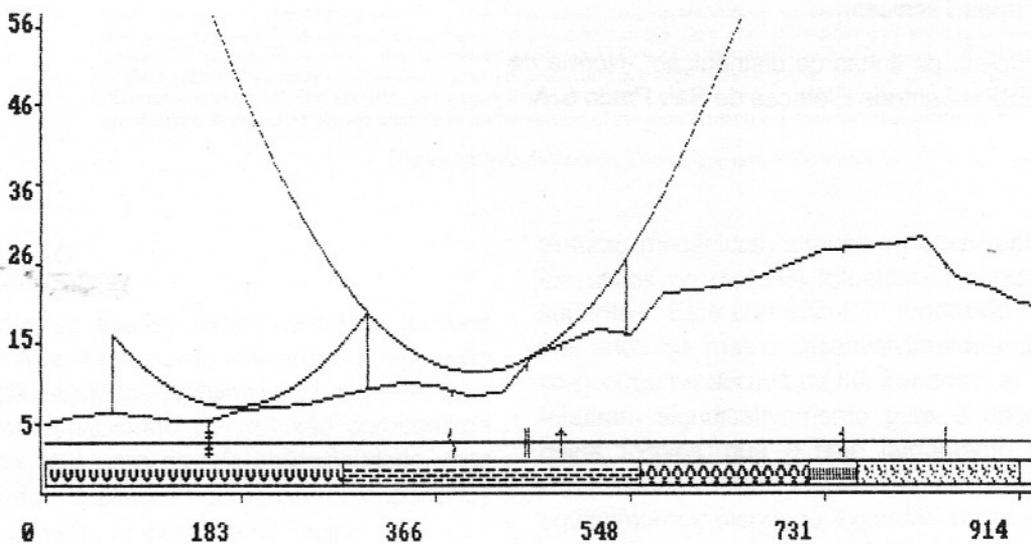
Caso o usuário deseje sair do programa, todos os arquivos internos ao sistema, tais como, perfil do rele-

vo e trecho de linha com as estruturas locadas permanecerão armazenadas no disco flexível.

As Figuras 2a e 2b mostram uma estrutura sendo locada com o auxílio do programa. O método adotado de locação é conhecido como "linha de pé".



(a)



(b)

Figura 2 – Locação das estruturas com a utilização do programa

#### 4 CONCLUSÃO

Com a metodologia de ensino adotada pode-se perceber uma maior rapidez no aprendizado e a concatenação de conhecimentos pela execução de projetos. O interesse do educando cresce a medida que se enfatiza a viabilidade prática do projeto por ele desenvolvido.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) FUCHS, R.D. E ALMEIDA, M.T. "Projeto Mecânico das linhas aéreas de transmissão". Ed. Edgard Blücher Ltda. - 1982.
- 2) ALMEIDA, M.A: e COELHO, H.C. "Locação no perfil de linhas de transmissão de EAT por computador" - Artigo CTAA-FLT-14-SEN-DI-1984.
- 3) SHAVEN, R.A. "Refined method calculates sag and Clipping offsets". Transmission & Distribution - October, 1985.
- 4) PB-45 "Linhas aéreas de distribuição de energia elétrica" - ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).
- 5) N-7 "Projeto de linhas de distribuição". Norma da CESP - Centrais Elétricas de São Paulo S/A.

## FOTOELASTICIDADE DE REFLEXÃO - UMA TÉCNICA EXPERIMENTAL NO ENSINO DE ENGENHARIA

S.A.G. Oliveira \*  
H.A. Gomide \*

OLIVEIRA, S.A.G.; GOMIDE, H.A. Fotoelasticidade de Reflexão – Uma técnica no ensino de Engenharia. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 133-139, 2º sem. 1987.

Este trabalho tem como objetivo mostrar a viabilidade de se ensinar técnicas experimentais de análise de tensões e cursos de graduação em engenharia. A técnica da fotoelasticidade de reflexão, considerada complicada e pouco utilizada por depender de materiais e equipamentos importados, é apresentada neste trabalho de forma simples e acessível a grande maioria das instituições de ensino superior no Brasil. A unidade apresentada é parte do curso de análise Experimental de Tensões ministrado no Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. O trabalho apresenta três partes distintas, sendo a primeira um resumo de teoria de fotoelasticidade de reflexão. A segunda parte consiste da elaboração e construção de polariscópio de reflexão simples e a terceira mostra aplicações práticas para a constatação da potencialidade da técnica e simplicidade do equipamento construído.

Fotoelasticidade, Reflexão, Análise de Tensões, Polariscópio.

OLIVEIRA, S.A.G, GOMIDE, H.A. Photoelastic Coating - An experimental technique to be used in engineering courses. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 133-139, 2nd. sem. 1987.

The objective of this paper is to show the feasibility to teach an experimental technique of stress analysis in engineering courses. The photoelastic coating technique, not very often used in Brasil, due to its dependency on imported material and equipments, is presented in a simple and accessible way to be used in most engineering courses. This subject is part of the Experimental Stress Analysis Course taught by the Mechanical Engineering Department of the Federal University of Uberlândia and it is presented in three different parts. The first gives the basic principles of the photoelastic coating. The second part shows the development of the reflection polariscope and the third is an experimental application, to demonstrate the technique and precision of the results using the developed equipment.

Photoelasticity, Reflection, Stress Analysis, Polariscopes.

### 1 INTRODUÇÃO

As técnicas de análise experimental de tensões tem sido ultimamente bastante utilizadas na resolução e simplificação de muitos problemas de engenharia. A técnica de fotoelasticidade de reflexão apresentada neste trabalho, tem uma grande potencialidade, mas por depender de materiais e equipamentos importados não vem sendo muito empregada no Brasil.

A fotoelasticidade de reflexão é utilizada para determinar as deformações/tensões na superfície de es-

truturas mecânicas, através da observações dos efeitos óticos no material fotoelástico colado sobre esta superfície. Este conceito foi introduzido na França (2) nos anos 30, mas o desenvolvimento mais significativo ocorreu na década de 50. Zandman et alli (1,3) contribuíram significativamente para o desenvolvimento desta técnica, que é hoje largamente utilizada nos U.S.A. Várias firmas no exterior fabricam materiais e equipamentos dispondendo inclusive, de manuais de instrução para a sua aplicação (4). No Brasil, até a presente data, toda esta tecnologia é importada.

Neste trabalho é feita uma abordagem simples tornando viável o ensino da técnica e sua posterior utilização. Para isto, é apresentado um resumo teórico, o desenvolvimento de um equipamento simples – o polariscópio, bem como uma aplicação prática da

\* Professora do Departamento de Engenharia Mecânica da UFU/Uberlândia.

\* Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFU/Uberlândia.

técnica. O material utilizado ainda foi importado, pois um material fotoelástico nacional está em fase final de desenvolvimento e oportunamente será publicado pelos autores.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A técnica da fotoelasticidade de reflexão, consiste em colar na superfície do espécimen a ser analisado, uma camada de material fotoelástico, com uma cola apropriada que produza uma superfície reflexiva na interface – espécimen/camada. Quando o espécimen é carregado, a deformação na superfície do mesmo é transmitida para a camada fotoelástica e através da análise dos fenômenos óticos que ocorrem no material fotoelástico ou camada, pode-se determinar o estado de tensões/deformações na superfície do espécimen.

### 2.1 Equação das Tensões e Deformações Principais

Utilizando-se os conceitos básicos da teoria da elasticidade (5), o estado de tensão (6) na estrutura ou espécimen está relacionado com o estado de tensão no material fotoelástico através da relação:

$$\sigma_1^c - \sigma_2^c = \frac{E^c}{E^s} \frac{1 + \nu^s}{1 + \nu^c} (\sigma_1^s - \sigma_2^s) \quad (1)$$

onde E = módulo de elasticidade e  $\nu$  = razão de Poisson.

Considerando que na superfície de contato a aderência é perfeita as deformações ( $\epsilon$ ) em qualquer direção são iguais, logo:

$$\epsilon_1^c - \epsilon_2^c = \epsilon_1^s - \epsilon_2^s \quad (2)$$

Nas equações (1) e (2) os sub-índices c se referem ao material fotoelástico (Coating) e os s ao espécimen. Nenhum efeito de reforço ou influência da camada é levado em consideração por serem consideravelmente pequenos. Contudo os efeitos causados pelo

reforço, deformação na direção normal ao plano do espécimen e diferença da razão de Poisson do material fotoelástico e do espécimen, podem ser calculados (1,3).

### 2.2 Lei Ótica Modificada

Da bem conhecida equação da fotoelasticidade, expressa pela diferença das tensões, ou seja

$$\sigma_1^c - \sigma_2^c = \frac{NK}{2t^c} \sigma \quad (3)$$

onde: N = ordem de franja no ponto.

$K_\sigma$  = Valor da franja para tensão

$t^c$  = Espessura da capa

pode-se determinar a diferença das tensões no espécimen, pela combinação das equações (1) e (3), resultando:

$$\sigma_1^s - \sigma_2^s = \frac{E^s}{E^c} \frac{1 + \nu^c}{1 + \nu^s} \frac{NK}{2t^c} \sigma \quad (4)$$

Como a equação básica da fotoelasticidade é também válida para a deformação, tem-se que

$$\epsilon_1^s - \epsilon_2^s = \epsilon_1^c - \epsilon_2^c = \frac{NK}{2t^c} \epsilon \quad (5)$$

onde  $K_\epsilon$  = Valor da franja para deformação.

Assim para um material que se comporta elasticamente, o valor da franja de tensão e deformação estão relacionados pela expressão:

$$K_\sigma = \frac{E^c}{1 + \nu^c} K_\epsilon = \frac{E^c}{1 + \nu^c} \frac{\lambda}{K} \quad (6)$$

onde: K = constante ótica

$\lambda$  = comprimento de onda da luz utilizada

### 2.3 Considerações Gerais

Os materiais fotoelásticos utilizados nesta técnica são normalmente resinas epoxi curadas com Aminas ou Anidridos, policarbonato, além de outros. Estes materiais são escolhidos tendo em vista suas propriedades, como:

- Alta constante ótica
- Baixo módulo de elasticidade
- Alta resistência ótica e mecânica à tensão de relaxação
- Resposta ótica/deformação linear
- Alto limite de proporcionalidade com respeito à deformação.
- Flexibilidade.
- Material fácil de ser colado.

Como na fotoelasticidade de transmissão, os parâmetros óticos obtidos permitem a completa determinação do estado de tensões na superfície do espécimen. Assim a ordem da franja obtida ou parâmetro das isocromáticas permite a determinação da diferença das tensões principais no espécimen e o parâmetro das isoclínicas a determinação das direções das tensões principais.

Uma vez obtidos estes parâmetros, vários métodos de separação das tensões podem ser empregados (2), sendo o método mais usado o da incidência oblíqua (1,2).

### 3 POLARISÓPIO DE REFLEXÃO CONSTRUÍDO

Com o objetivo de tornar viável a utilização desta

técnica, foi construído um polariscópio de reflexão simples e funcional capaz de obter medidas consideravelmente precisas, como será demonstrado oportunamente. A construção deste equipamento foi realizada no laboratório de Análise Experimental de Tensões do DEM/UFU, tendo como princípio o tradicional esquema (1,2) mostrado na Figura 1.

Para a construção do protótipo, foi utilizada uma placa de papelão de 3 mm de espessura, com dimensões de 350 x 270 mm. Esta placa constitui o corpo do polariscópio, onde serão montadas as placas polarizadoras de luz e as placas retardadoras, conforme esquema mostrado na Figura 1. Dois furos de diâmetro 90 e 60 mm foram feitos na placa, sobre o eixo de simetria horizontal da mesma. Pequenos perfis em U de alumínio, foram colados dos dois lados, contornando os furos nas laterais e em baixo, permitindo encaixar os polaroides de um lado e os retardadores do outro. A placa polarizadora P, de dimensões 90 x 70 mm foi montada em moldura de papel cartão, o mesmo acontecendo com os retardadores que, quando encaixados nos pequenos perfis permaneciam fixos. O analisador A, de diâmetro 90 mm, situado no furo à esquerda do corpo do polariscópio, foi montado em um transferidor circular com divisões em graus, depois de previamente preparado. A parte central do transferidor foi usinada, e no anel circular graduado foi colado o analisador, de tal forma que a direção de polarização coincidissem com o zero do transferidor. Este conjunto quando encaixado nos perfis com um relativo ajuste, pode ser facilmente rodado. Uma referência fixa acima do analisador, permite a obtenção do ângulo ou das franjas fracionárias, com alguma facilidade e precisão.

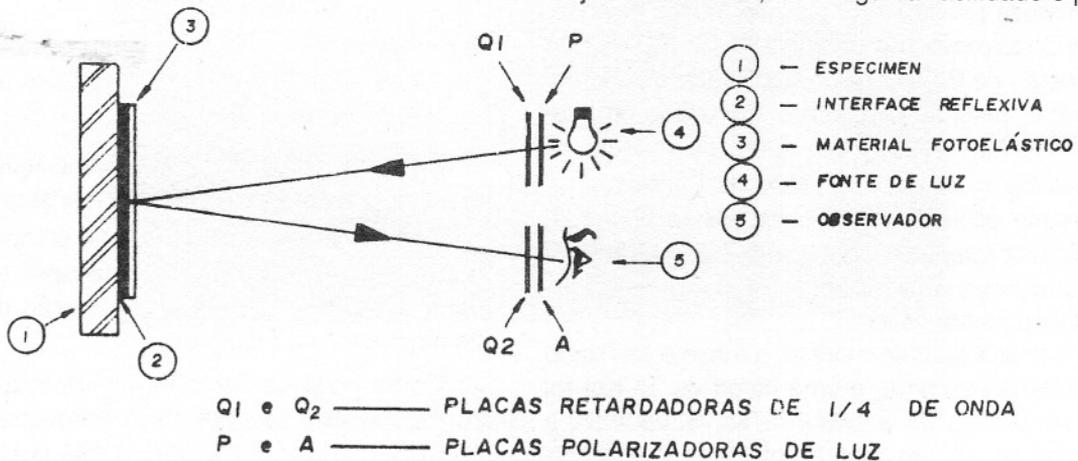


Figura 1 – Esquema de polariscópio de reflexão

A calibração do conjunto de placas, para obter o polariscópio circular foi feito utilizando um disco diametralmente comprimido. Com a simples retirada das placas retardadoras, tem-se o polariscópio plano.

Finalmente, dois perfis L de alumínio, de comprimento 350 mm cada, foram parafusados na parte inferior da placa de papelão, constituindo sua base. Esta base, contém um furo rosqueado central, para fixação do polariscópio em um tripé de máquina fotográfica. Foi fixada, também na base, uma barra de alumínio, para a instalação da fonte de luz. Como fonte de luz utilizou-se uma lanterna de longo alcance, com bateria de 6 V. Após a montagem, o polariscópio foi pintado de preto fosco para dar acabamento e evitar a reflexão da luz. A Figura 2 mostra uma foto do equipamento desenvolvido.

#### 4 APLICAÇÃO EXPERIMENTAL

Para demonstrar a viabilidade da técnica e o grau de precisão dos valores obtidos com o polariscópio desenvolvido, foi escolhido um problema simples de solução conhecida e comparou-se os valores obtidos experimentalmente com a solução teórica.

Desta forma, uma viga U foi usada, conforme geometria e carregamento mostrado na Figura 3.

Foram feitas medidas das ordens das franjas ao longo da linha AB, usando o polariscópio construído, e a partir destes valores foram determinadas as diferenças das tensões principais. O modelo foi confeccionado em PVC, cujo módulo de elasticidade  $E_S = 4100$  MPa e a razão de Poisson  $\nu^S = 0,37$  e sobre este modelo colado o material fotoelástico. Foi usado um material da PHOTOSTRESS, tipo S-09, de módulo de elasticidade  $E_C = 3100$  MPa, razão de Poisson  $\nu^C = 0,36$ , constante ótica  $K = 0,09$  e espessura  $t^C = 1,22$  mm. O material fotoelástico foi colado na viga de PVC usando as técnicas convencionais (4). A Figura 4 mostra o modelo para ser usado.

Após a preparação do modelo, o mesmo foi fixado em um sistema de carga, e uma carga de 15 Kgf foi aplicada, no sentido de abertura da curvatura. Com o polariscópio fixo em um tripé de máquina fotográfica, fez-se as medidas das ordens das franjas em pontos previamente marcados. A Tabela 1 mostra a posição dos pontos, a ordem das franjas lidas, a diferença en-

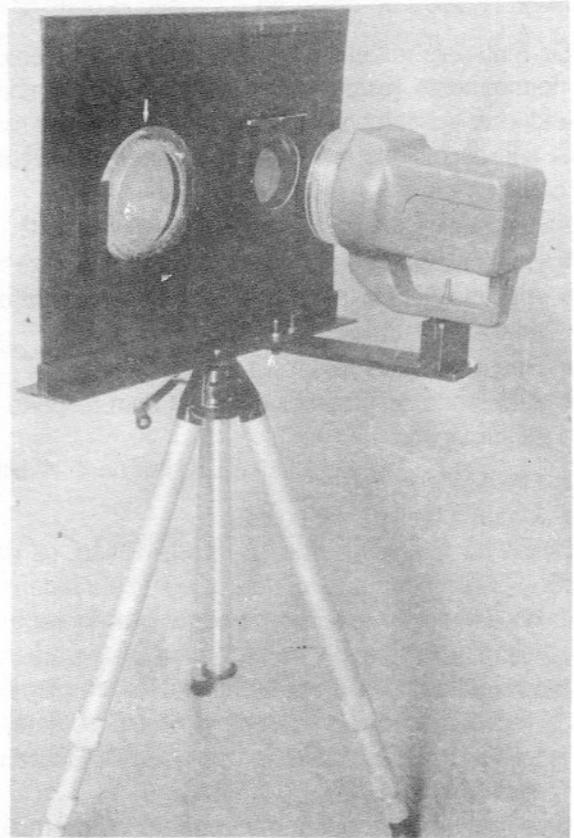


Fig. 2 – Polariscópio de reflexão desenvolvido no laboratório de Análise Experimental de tensões do DEM/UFU.

tre as tensões principais no ponto conforme as equações (4) e (6) e a diferença das tensões principais calculadas teoricamente (5).

A Figura 5 mostra a típica distribuição das franjas vistas no polariscópio de reflexão construído.

Com o objetivo de visualizar e comparar os resultados, valores da diferença das tensões teóricas e experimentais foram plotados, em função do raio, e estão mostrados na Figura 6.

Como pode ser visto na Figura 6, a comparação entre os valores obtidos experimentalmente com os resultados teóricos, indicam não só uma precisão da técnica como do equipamento construído. Este, apesar de simples e rudimentar, fornece resultados confiáveis com níveis de erros relativamente pequenos.

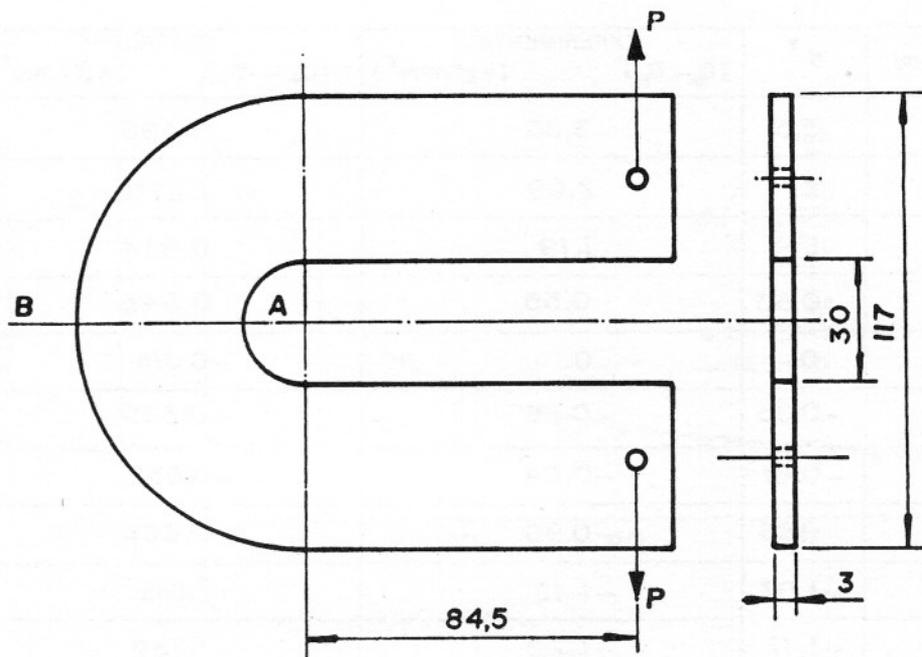


Figura 3 – Geometria e carregamento da viga utilizada.

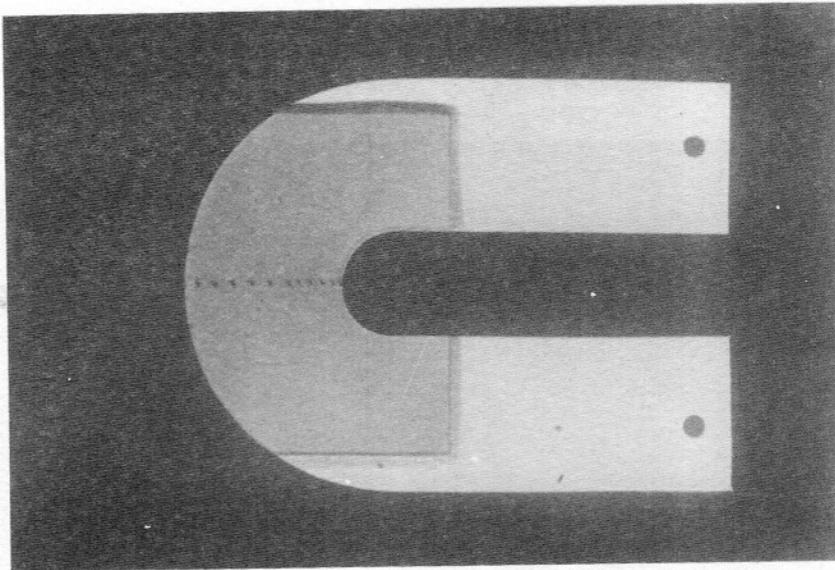


Figura 4 – Modelo usado, mostrando os pontos onde as medidas foram feitas.

RAIO (mm)	N *	EXPERIMENTAL ( $\sigma_e - \sigma_r$ ) (Kgf/mm <sup>2</sup> )		TEÓRICO ( $\sigma_e - \sigma_r$ ) (Kgf/mm <sup>2</sup> )	
15	3,5	3.65	3.496		
18	2	2.09	1.870		
21	1,14	1.19	0.934		
24	0.53	0.55	0.345		
27	0	0	-0.015		
30	-0.25	-0.26	-0.330		
35	-0.61	-0.64	-0.652		
40	-0.86	-0.90	-0.864		
45	-1.07	-1.12	-1.015		
50	-1.17	-1.22	-1.130		
55	-1.25	-1.30	-1.221		
58,5	-1.33	-1.39	-1.390		

\* medidas feitas com luz branca  $\lambda \cong 576 \text{ mm}$

TABELA 1 – Valores para a diferença das tensões ao longo de A – B, teóricos e experimentais.

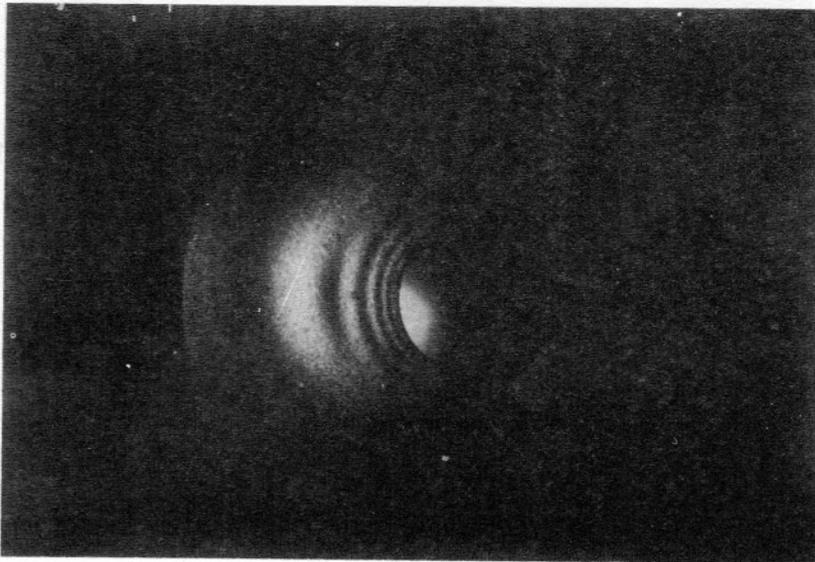


Figura 5 – Distribuição das franjas utilizando fotoelasticidade de reflexão.

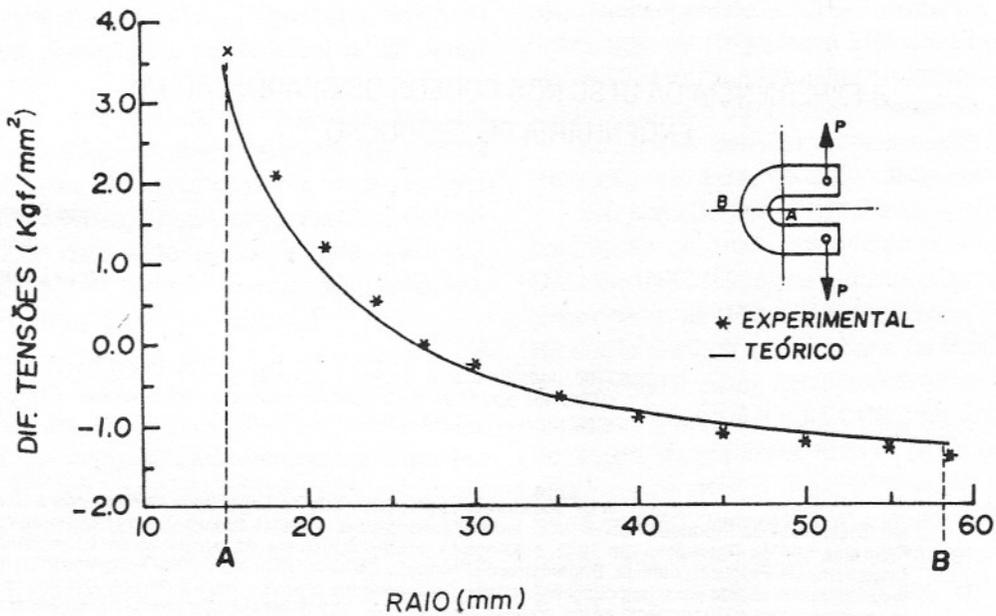


Fig. 6 – Gráfico da diferença das tensões em função do raio.

## 5 CONCLUSÕES

Como foi visto neste trabalho a técnica da fotoelasticidade de reflexão pode ser ensinada e utilizada sem grandes dificuldades e custos muito baixos, devido a grande simplicidade do equipamento desenvolvido.

## 6 AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Mecânica da UFU, ao técnico do Laboratório de Análise Experimental de Tensões, Elmo Antônio de Medeiros e à secretária, Inez Vidal Magalhães.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ZANDMAN, F.; REDNER, S. and DALLY, J.W.; - Photoelastic Coating; 1ª edição, SESA, 1977.
- (2) DALLY, J.W. and RILLEY, W.F.; Experimental Stress Analysis; 2ª edição, McGraw-Hill, 1978.
- (3) ZANDMAN, F.; REDNER, S.; and RIEGNER, E.I., "Reinforcing effect of Birefringent Coating"; Exp. Mec. 2(2), 55-64 (1962).
- (4) Instruction Manual for Bonding Flat and Countoured Photoelastic Sheets to test Parts, Bull. IB-P-320, Photoelastic, Inc. Malvern, Pa (1962).
- (5) TIMOSHENKO, S.P.; and GOODIER, J.N.; Theory of Elasticity, 2ª edição, McGraw-Hill, New York, 1951.

## A EXPERIÊNCIA DA UFSC NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

João Ernesto E. Castro \*  
Mirna de Borba \*\*  
Vera Lúcia V. Pereira \*\*\*

CASTRO, João Ernesto E.; BORBA, Mirna de; PEREIRA, Vera Lúcia V. A experiência da UFSC nos cursos de graduação em engenharia de produção. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 140-147, 2º sem. 1987.

A UFSC, através do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas tem atuado em Engenharia de Produção desde 1969, todavia voltada para a Pós-Graduação. A solicitação de credenciamento do Programa de Pós-Graduação em 1977, ocasionou a criação dos cursos de graduação em Engenharia nas habilitações Engenharia de Produção Elétrica, Engenharia de Produção Civil e Engenharia de Produção Mecânica. Os cursos implantados foram de acordo com a concepção de ensino de engenharia organizada em 1976 pelo DAU do MEC. A primeira turma ingressou em 1979, portanto nesse primeiro semestre de 1987 já tem-se oito anos de atuação na área. Pretende-se com esse trabalho apresentar essa experiência e debater algumas questões associadas a esses cursos.

Ensino de Engenharia. Engenharia de Produção. Curso de Graduação.

CASTRO, João Ernesto E.; BORBA, Mirna de; PEREIRA, Vera Lúcia V. The University of Santa Catarina past experience in the production and system engineering undergraduate courses. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 140-147, 2nd. sem. 1987.

Since 1969, the UFSC (Federal University of Santa Catarina) through the Production and System Engineering Department has been offering a Graduate Program in Production Engineering. To be recognized by the Federal Education System as a graduate School in 1977, it was necessary to create the undergraduate courses. The majors of Electric Production, Mechanical Production and Civil Production Engineering were then created. Following instructions emitted by DAU, an organ of the MEC (Ministry of Education) elaborated in 1976, those courses were established and organized. In 1979, the first undergraduate students were admitted, so in the first semester of 1987, eight years of work will be completed in those areas. It is the goal of the present research work to discuss and analyse problems connected with those courses.

Teaching of Engineering Industrial Engineering. Undergraduate Course.

### 1 INTRODUÇÃO

Na medida em que o Brasil tenta afastar-se do sub-desenvolvimento, dentro de um mundo em acelerado desenvolvimento tecnológico, a Universidade é chamada a formar especialistas que possam atuar eficientemente dentro deste novo contexto para constituir uma nova realidade capaz de assegurar uma melhor qualidade de vida a todos os brasileiros.

A Engenharia de Produção nos termos da definição transcrita na resolução 860/77 do Conselho Federal de Educação (CFE), pode ser entendida como "a área profissional vinculada com o projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de homens, materiais e equipamentos, baseando-se em conhecimentos especializados das ciências matemáticas, físicas e sociais, em conjunto com os princípios e métodos de análises e de projeto, peculiares à engenharia, para especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos daqueles sistemas". Dentro do

cientemente dentro deste novo contexto para constituir uma nova realidade capaz de assegurar uma melhor qualidade de vida a todos os brasileiros.

\* M. Eng. - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico - Depto. de Engenharia de Produção e Sistemas - CP 476 - CEP 88.049 - Florianópolis - SC.

\*\* M. Eng. - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico - Depto. de Engenharia de Produção e Sistemas - CP 476 - CEP 88.049 - Florianópolis - SC.

\*\*\* M.Sc. - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico - Depto. de Engenharia de Produção e Sistemas - CP 476 - CEP 88.049 - Florianópolis - SC.

espírito do primeiro parágrafo a Engenharia de Produção tem uma colaboração significativa a dar nesse sentido.

A crescente complexidade das organizações, com sérias implicações em decisões operacionais e estratégicas dentro de um desenvolvimento tecnológico cada vez mais intenso, exige metodologias quantitativas apropriadas para sistemas de grande porte cujo desenvolvimento em todo o mundo está associado com a área de Engenharia de Produção.

Objetivando contribuir para a afirmação e o desenvolvimento da Engenharia de Produção foi implantada na UFSC, em 1979, a habilitação em Engenharia de Produção nas áreas de civil, eletricidade e mecânica.

Desde sua criação até o momento, as alterações que ocorreram nos currículos desses cursos não tiveram grande significância na concepção inicial. Atualmente vem ocorrendo inúmeros debates visando avaliar os currículos e existe uma expectativa de examinar o trabalho até agora desenvolvido, de realizar modificações e traçar novos rumos, se for necessário.

Desse modo, o presente artigo somar-se-á ao que já vem sendo feito para avaliar e atualizar os cursos já citados.

## 2 HISTÓRICO DOS CURSOS

A Universidade Federal de Santa Catarina começou atuar na área de Engenharia de Produção em 1969 a nível de Pós-Graduação, como uma das áreas de concentração do Programa de Engenharia Mecânica. Em 1972, a área alcançou sua autonomia passando a ser o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial.

Em 1977, foi encaminhado ao Conselho Federal de Educação (CFE) a solicitação de credenciamento do mesmo. Na época a UFSC atuava com um programa de Pós-Graduação na área de Engenharia de Produção e um Departamento de Engenharia de Produção, ambos já consolidados e com uma certa experiência. Em função disto, o relator entre outros condicionamentos sugeriu ampliar a atuação da área de Engenharia de Produção a nível de graduação.

Tendo em vista a situação colocada, foram realizados estudos para verificar a viabilidade de implantar a habilitação de Engenharia de Produção na gradua-

ção. Neste período, a UFSC dispunha dos cursos de Graduação de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Civil os quais já estavam implantados há tempo e apresentavam um bom desempenho.

Foi então definida a habilitação Engenharia de Produção nas áreas de eletricidade, mecânica e civil.

Em seguida foram estruturados, de acordo com a concepção de ensino de engenharia organizado pelo DAU do MEC (1976), os currículos das habilitações de Engenharia de Produção Mecânica, Engenharia de Produção Elétrica e Engenharia de Produção Civil.

Em 1979, estas habilitações foram incluídas entre os cursos oferecidos pela UFSC no vestibular, iniciando assim as primeiras turmas em março do mesmo ano.

Em 1983, formou-se a primeira turma e também, nesse ano, a comissão nomeada pelo MEC visitou a UFSC para avaliar as condições de funcionamento dos cursos, apresentando um parecer favorável.

Finalmente, no início de 1984 foram publicadas no Diário Oficial da União as portarias do MEC reconhecendo as habilitações de Engenharia de Produção Elétrica, Engenharia de Produção Mecânica e Engenharia de Produção Civil oferecidas pela UFSC.

## 3 FILOSOFIA DOS CURSOS

A habilitação Engenharia de Produção teve seu currículo mínimo fixado pelo Parecer 61/74, anteriormente à aprovação pelo Conselho Federal de Educação dos novos mínimos de conteúdo e duração dos cursos de Engenharia, pelo Parecer 480/75 e Resolução 48/76.

Posteriormente, já dentro da nova concepção do ensino de Engenharia no Brasil, a Resolução 10/77 do CFE, publicada em 16 de maio de 1977, caracterizou as habilitações em Engenharia de Produção associadas a todas as seis grandes áreas definidas na Resolução 48/76, acima referida.

Os cursos de Produção da UFSC foram formulados de acordo com a concepção de ensino de engenharia organizada em 1976 pelo DAU do MEC. Eles estão baseados no parecer 860/77 do CFE que caracteriza a Engenharia de Produção como uma Engenharia de Método. De acordo com a Resolução 48/76 do CFE, tem-se um curso de engenharia com seis grandes áreas e dentro de cada área as distintas habilitações.

Nos estudos efetuados pelo CNPq para a elaboração em 1974 do PBDCT encontra-se a seguinte visão de Engenharia de Produção, acolhida pelo CFE através de sua transcrição no Parecer 860/77:

"A Engenharia de Produção difere na maioria das especialidades de engenharia por ter uma motivação ocupacional relativa a um determinado tipo de sistema (elétrico, mecânico, hidráulico, etc.). Trata-se realmente de uma engenharia de métodos; nesta qualidade, é ela que estabelece a conexão entre o projetista e o utilizador, de início, e entre o administrador e o operador, na sequência da vida de uma instalação.

Dessa motivação peculiar decorre uma séria dificuldade na definição de suas fronteiras de atuação: a Engenharia de Produção atua onde quer que seus métodos de análise sejam utilizáveis".

Os três cursos em consideração se propõem a formar engenheiros de concepção, caracterizados por: atividade predominantemente intelectual e multiforme, de caráter não rotineiro nem manual, exigindo o desenvolvimento de pensamento criador e senso crítico, bem como capacidade de supervisionar o trabalho técnico e administrativo de subordinados.

Dentre outras funções, estes engenheiros atuarão no planejamento e controle da produção, no desenvolvimento e coordenação de estudos de viabilidade técnico-econômica, planejamento e execução de expansões, lançamento de novos produtos, modernização de equipamentos e instalações, localização de fábricas e equipamentos, programas de aumento de produtividade e redução de custos.

O Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica forma engenheiros especializados em atividades referentes aos procedimentos na fábrica industrial, aos métodos e sequências de produção industrial em geral ao produto industrializado; seus serviços afins e correlatos.

O Curso de Engenharia de Produção Elétrica forma engenheiros especializados nas atividades descritas no parágrafo anterior, circunscritas ao âmbito da eletricidade. A formação destes profissionais os capacitará também a uma atuação eficiente nas áreas de planejamento de recursos energéticos e de implantação de sistemas elétricos.

O Curso de Engenharia de Produção Civil forma engenheiros voltados para os processos de industrialização relacionados com a engenharia civil proporcionando também uma metodologia de análise capaz de enfocar os problemas da área como sistemas interdis-

ciplinares interagindo com o meio ambiente. Enquadram-se nesta última situação os tópicos de planejamento urbano, regional e de transporte.

Todos os três cursos foram concebidos como cursos integrados em que os alunos permaneçam um semestre em empresas de sua área, desenvolvendo estágio supervisionado destinado a capacitá-los a uma situação eficiente no contexto dos sistemas homem-máquina em que irão trabalhar no futuro.

Assim os cursos estão assentados em uma sólida base científica que permita ao engenheiro ajustar-se e adaptar-se rapidamente a novas situações e novas tecnologias.

Os programas e planos de ensino deverão adaptar-se às potencialidades oferecidas pelos micro processadores, em especial microcomputadores.

Os cursos comportam um desenvolvimento da tecnologia de produção associado a uma conveniente abordagem de aspectos importantes de gerência de produção, sendo concebidos dentro de um enfoque quantitativo e sistêmico acrescentado à formação tecnológica uma adequada complementação nas áreas de computação, economia e gerência capazes de propiciar aos profissionais formados uma eficiente atuação em equipes interdisciplinares.

#### 4 MERCADO DE TRABALHO

Os cursos de Engenharia de Produção existentes no Brasil até 1976, estavam relacionados com os programas de Engenharia Mecânica. A iniciativa da Comissão de Especialistas no Ensino da Engenharia, referendada pelo Conselho Federal de Educação, associando a Engenharia de Produção a todas as seis grandes áreas pode ser encarada como um indício seguro da constada necessidade de incrementar a formação desses profissionais para atender aos reclamos do atual estágio de desenvolvimento brasileiro.

A atual oferta de vagas nesta área ainda está localizada majoritariamente no eixo Rio-São Paulo. A região sul mercê de seu pujante sistema produtivo está carente de Engenheiros de Produção. Como na UFSC funcionava desde 1969 um programa de Pós-Graduação nessa área, Santa Catarina tomou a iniciativa de implantar esses programas de graduação para atender a carência da região desses profissionais.

O maior envolvimento destes engenheiros com área econômica e gerencial torna-os aptos a bem

atender as necessidades das pequenas e médias indústrias que caracterizam o sistema empresarial catarinense, não só em termos de números de estabelecimentos como também em relação ao volume de produção.

Até o momento, o número de alunos formados na UFSC nos Cursos de Engenharia de Produção é bastante pequeno (29 em Engenharia de Produção Civil, 22 em Engenharia de Produção Elétrica e 22 em Engenharia de Produção Mecânica). Não se tem um levantamento formal de onde estão atuando esses formandos, mas pelas informações obtidas de contatos informais com alguns deles, sabe-se que:

– a sua maioria permanece no Estado de Santa Catarina;

– os formandos de Engenharia de Produção Mecânica e Engenharia de Produção Elétrica estão atuando em empresas de médio porte;

– dos formandos de Engenharia Civil, alguns estabeleceram-se por conta própria no interior do Estado e outros em atividades governamentais e construtoras.

Atualmente, talvez devido ao escasso número de formandos na habilitação de Engenharia de Produção, o mercado de trabalho não foi totalmente preenchido. Pode-se afirmar-se isso pelo número de ofertas de empregos que são encaminhados a Coordenadoria do Curso.

## 5 SITUAÇÃO ATUAL DOS CURSOS

Atualmente o número de vagas oferecidas para cada curso é de 25, sendo 15 vagas para o primeiro semestre e 10 para o segundo.

Com relação ao número de alunos matriculados tem-se 141 em Engenharia de Produção Civil, 136 em Engenharia de Produção Elétrica e 147 em Engenharia de Produção Mecânica.

Os currículos dos cursos atendem ao currículo mínimo exigido pelo CFE, conforme Resolução 860/77 e Resolução 48/76. As tabelas abaixo mostram a situação atual dos cursos com relação ao mínimo de horas/aulas de matérias de formação básica, geral, profissional geral, profissional específicas, complementar e legislação específica.

<b>CURSO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL</b>		
<b>Matér. Formação</b>	<b>CFE (mínimo)</b>	<b>UFSC</b>
Básica	1125	1590
Geral	300	300
Profissional Geral	975	1260
Profis. Específica	600	660
Complementar	(Complementar 3600)	690
<b>TOTAL</b>	<b>3600 horas</b>	<b>4500 horas</b>

TABELA 1

<b>CURSO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA</b>		
<b>Matér. Formação</b>	<b>CFE (mínimo)</b>	<b>UFSC</b>
Básica	1125	1725
Geral	300	300
Profissional Geral	555	915
Profis. Específica	600	660
Complementar	(Complementar 3600)	660
<b>TOTAL</b>	<b>3600 horas</b>	<b>4260 horas</b>

TABELA 2

<b>CURSO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA</b>		
<b>Matér. Formação</b>	<b>CFE (mínimo)</b>	<b>UFSC</b>
Básica	1125	1710
Geral	300	300
Profissional Geral	750	1080
Profis. Específica	600	660
Complementar	(Complementar 3600)	660
<b>TOTAL</b>	<b>3600 horas</b>	<b>4410 horas</b>

TABELA 3

Uma vez apresentada a carga horária dos cursos, para não estender muito o presente trabalho, serão destacadas a seguir apenas as matérias de formação profissional específica, dado que essas matérias caracterizam a habilitação Engenharia de Produção. As demais matérias são semelhantes ou as mesmas oferecidas para as demais habilitações das áreas respectivas de cada curso.

A tabela 4 mostra as matérias de formação profissional específica da habilitação Engenharia de Produção com as disciplinas respectivas.

nos currículos não tiveram grande significância na concepção do curso. Por exemplo, ocorreram modificações como: as disciplinas de Química Tecnológica que eram comuns para todas as engenharias e foram substituídas por uma única disciplina específica para cada área.

Para atender o currículo mínimo do CFE, no que diz respeito as aulas práticas na área de Engenharia de Produção, os cursos dispõem dos seguintes laboratórios: Laboratório de Produto, Laboratório de Métodos e Lay-Out, Laboratório de Sistemas de Apoio à Deci-

MATÉRIA	DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA
ECONOMIA	Modelos Econômicos e Quantitativos	60
CONTROLE DE QUALIDADE	Controle de Qualidade	60
ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS	Estudo do Trabalho, Arranjo Físico e Moviment. de Materiais	60
MÉTODOS DE PESQ. OPERACIONAL	Pesquisa Operacional I	45
	Pesquisa Operacional II	
	Métodos Estatísticos	60
PLANEJAMENTO E CONTROLE	Planejamento e Controle da Produção	60
	Economia da Engenharia	60
	Gerência Industrial	60
	Organização Industrial	45
PLANEJAMENTO DO PRODUTO E DA FÁBRICA	Planejamento Industrial	45
	Projeto de Produto	60
	Ergonomia e Segurança Industrial	45

TABELA 4

As disciplinas relacionadas na Tabela 4, permanecem basicamente de acordo com a proposta inicial do currículo. No momento, está sendo preparado um seminário de avaliação dos cursos para analisar principalmente essas disciplinas e propor alterações necessárias para atualizar o currículo de acordo com as necessidades atuais.

Foram incluídas, para ampliar os conhecimentos na área de produção, disciplinas optativas, tais como, Movimentação de Materiais e Armazenagem, Gerência de Materiais.

Quanto as demais disciplinas, desde a criação do curso até o momento, as alterações que ocorreram

são, Laboratório de Pesquisa Operacional, Laboratório de Ergonomia (em implantação) e Núcleo de Garantia de Qualidade.

O Laboratório de Ergonomia e Segurança Industrial atuará no levantamento de dados Antropométricos e medidas de ambiente e local de trabalho. Ele está em fase de implantação.

O Laboratório de Sistemas de Apoio e Decisão visa desenvolver aplicativos (programas) para microcomputador em Engenharia Econômica, Planejamento Industrial e Sistemas de Apoio à Decisão.

O Laboratório de Pesquisa Operacional desenvolve programas na área, concentrando-se em controle

ótimo, teoria dos grafos, e transportes.

Núcleo de Garantia de Qualidade atua na concepção, desenvolvimento, implantação e avaliação de sistemas de garantia de qualidade para empresas industriais e de serviços.

Laboratório de Projeto de produto possui equipamentos para trabalhar em madeira, na confecção de modelos e maquetes. Ele atua no desenvolvimento de produtos industriais de baixa complexidade.

Laboratório de Métodos e Lay-Out realiza estudos de Tempos e Movimentos, projetos de métodos, desenvolvimento e elaboração de arranjos físicos.

Uma característica dos cursos que os distinguem dos demais em geral é o Estágio Supervisionado em Engenharia de Produção alocada na 9ª fase sugestão. Este assunto será abordado no item a seguir.

## 6 ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Nos currículos dos cursos existe como obrigatório o estágio supervisionado. O estágio é desenvolvido em período integral em uma empresa e tem uma duração de 880 horas. O objetivo do estágio é fornecer aos alunos uma visão da realidade. Visa sugerir a dificuldade que os mesmos tem de realizar a longo do curso, estágios de curta duração devido às características próprias do parque industrial catarinense que não se concentra na região de Florianópolis.

O aluno ao ingressar no estágio deverá ter cursado um número de créditos dentro da área profissionalizante específica, de modo a ter uma bagagem de conhecimentos técnicos necessários antes de entrar na empresa. Dentro desta filosofia, o estágio foi alocado na 9ª fase para que o aluno retorne a Universidade para complementar a sua formação de Engenharia já com uma experiência na comunidade. Outrossim, além das vantagens para o aluno, o curso recebe ainda informações do que está sendo feito e das necessidades da comunidade no momento. Isto nos fornece subsídios para melhorias programáticas e curriculares.

O aluno, antes de ir para o estágio, deverá fazer um projeto das atividades a serem desenvolvidas e ao final do estágio apresentar um relatório das mesmas. Para que o estágio tenha um bom resultado, o aluno terá um orientador na empresa e um professor super-

visor do curso, os quais deverão assessorá-lo durante o desenvolvimento do mesmo.

De acordo com o levantamento feito, 50% dos alunos de Cursos de Engenharia de Produção Civil realizaram até o momento o seu estágio fora de Florianópolis. Com relação aos alunos do Curso de Engenharia de Produção Elétrica 60%, e por fim os alunos de Engenharia de Produção Mecânica 90%.

Com o decorrer do andamento dos cursos verificou-se que alguns alunos não estavam realizando o estágio supervisionado na 9ª fase sugestão procurando cursá-la na última fase do curso. Esse fato é compreensível tendo em vista que o aluno procura maximizar a possibilidade de obter um bom emprego. Isto pode ser viável na empresa onde realizou o estágio no qual permaneceu aproximadamente 6 meses e normalmente chega ao final do período integrado no ambiente.

Isto todavia não vai de encontro com a filosofia do curso que acha necessário o retorno do aluno à escola após o estágio para complementar a sua formação final. Como também verificou-se que a realização das disciplinas Planejamento Industrial e Projeto do Produto quando ocorrem após o estágio apresentam um rendimento bem superior, tendo contato com o meio empresarial, o aluno tem um amadurecimento maior para desenvolver projetos nas disciplinas citadas acima.

## 7 INTERAÇÃO DOS CURSOS COM O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Em termos de disciplinas, o Departamento de Engenharia de Produção ministra em torno de 14% da carga horária obrigatória dos currículos dos cursos em questão. Tal fato origina-se da concepção de curso adotada, conforme já foi visto anteriormente, que é fornecer uma boa formação na área de engenharia correspondente a cada uma das habilitações e uma ênfase na parte de produção.

Pressupondo-se que seria conveniente um maior envolvimento dos alunos com a Engenharia de Produção, e que a carga didática já é expressiva, optou-se por propor algumas alternativas distintas da solução comum de aumentar o número de disciplinas.

Entretanto, constatou-se a necessidade de introduzir uma disciplina que fornecesse um contato inicial

dos alunos com área de produção. Para isso, será incluída nos currículos dos cursos, a disciplina "Introdução a Engenharia de Produção" a qual será ministrada na primeira fase sugerida.

Retornando à proposição inicial do item, uma opção que se tem é o entrosamento dos alunos nos grupos de pesquisa do EPS e nas atividades de extensão. Essa situação já vem ocorrendo com os alunos das últimas fases, mas em pequeno número e com poucos docentes abrindo esse espaço. Tem-se, também, como limitante a expectativa dos alunos receberem uma bolsa de pesquisa, que infelizmente existem em pequeno número. Se for possível motivar os alunos a participar dessas atividades independente de uma remuneração (é evidente que com apoio financeiro é melhor), bem como um maior número de docentes disponham-se a acolher os discentes nos seus grupos de trabalho, tem-se uma excelente oportunidade de ensinar Engenharia de Produção distinta da aula expositiva clássica.

Os alunos nas primeiras fases, em geral, onde não tem o conhecimento necessário para participar de um grupo de pesquisa, mais para os mesmos pode-se apresentar outra solução. Uma hipótese é a criação de grupos de estudos orientados por um docente do EPS., já existe no âmbito da CAPES o PET (Programa Especial de Treinamento) com esse objetivo. O PET torna-se interessante dado que ele fornece bolsas para os alunos e para o orientador contudo o referido programa tem limitações de recursos. Novamente se for possível contornar esse condicionante, isto é, os grupos formaram-se com ou sem bolsas, os resultados poderão ser expressivos. Outra opção para o entrosamento dos alunos das primeiras fases é colocá-los como programadores das atividades de pesquisa e extensão em andamento no EPS. Para tanto faz-se necessário treinar esses alunos no uso dos micro-computadores, isto é, planilhas eletrônicas, pranchetas de texto, banco de dados e linguagem como o Pascal. Essa idéia baseia-se na dificuldade existente nos grupos de pesquisa nesse ponto, logo é interessante para os docentes; bem como na motivação que o uso dos micros tem hoje em dia, o que é um chamariz para os discentes. Com um bom gerenciamento desse processo e um pouco de iniciativa do aluno ele iria evoluindo naturalmente do suporte de programação para uma participação mais efetiva na parte de Engenharia de Produção.

Em suma, pressupõe-se que a atual estrutura cur-

ricular que espelha a concepção de ênfase da Engenharia de Produção, é uma opção correta. Com isso, é preciso encontrar formas de entrosamento dos alunos com o EPS distintas da aula tradicional expositiva ou complementar de laboratório. Conforme visto existem algumas alternativas viáveis, dependendo mais de uma decisão de ambas as partes docentes e discentes do que de recursos.

## 8 PERSPECTIVAS E CONCLUSÕES

Em 1986, foi formado no Departamento de Engenharia de Produção um grupo que tem como um dos objetivos estudar e avaliar os currículos dos cursos de habilitação Engenharia de Produção. Esse grupo irá realizar em julho de 1987 um seminário de avaliação desses cursos para que se possa aprimorar e reciclar os mesmos. O presente trabalho será utilizado como subsídio nesse seminário.

Um aspecto a ser examinado é a integração da Engenharia de Produção com os microprocessadores. Isto é, desde os micro-computadores examinando seu design e usando sua capacidade de programação até a automação industrial.

É um fato de domínio público a disseminação de micros em pequenas e médias empresas, que aqui em Santa Catarina compõe a maior parte do parque industrial. A primeira etapa de uso dos micros nas empresas foi na contabilidade, começando, agora a migrar cada vez mais para a Produção (PCP) e Projeto de Produto. Tem-se aqui um campo de atuação muito grande para os Engenheiros de Produção. Um formando que além de dominar bem as técnicas de Engenharia de Produção associá-las a computação agregará um bom valor do seu perfil profissional, o que certamente o distinguirá no mercado de trabalho. O campo de atuação vai desde o domínio do uso dos programas já existentes até desenvolvimento de aplicativos na área.

Do momento a integração dos cursos com a informática está ocorrendo em algumas disciplinas de forma isolada e não constitui ainda uma política definida.

Com relação aos alunos até o momento, verificou-se que eles tem tido uma colocação fácil no mercado de trabalho. A procura pelo engenheiro em formação na habilitação Engenharia de Produção é expressiva.

O estágio supervisionado tem sido uma experiência positiva, não tendo ocorrido dificuldades na colocação dos alunos, isto é, a oferta é superior a demanda de alunos.

Outro aspecto esperado era o aumento na procura da Pós-Graduação em Engenharia de Produção pelos

formandos em Engenharia de Produção, sendo que até o momento não foi significativa a participação desses alunos. Até a presente data somente dois alunos optaram por seguir para a Pós-Graduação na UFSC. Os demais acharam mais atrativa a remuneração oferecida pelo mercado.

## ENSINO DE ORÇAMENTAÇÃO DE EDIFÍCIOS – FILOSOFIA, METODOLOGIA, CONTEÚDOS E BIBLIOGRAFIA

Luiz Fernando Heineck \*  
Berenice Martins Toralles \*\*  
Carin Maria Schmitt \*\*\*

HEINECK, Luiz Fernando; TORALLES, Berenice Martins; SCHMITT, Carin Maria. Ensino de orçamentação de edificações – Filosofia, metodologia, conteúdos e bibliografia. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 148-155, 2<sup>o</sup> sem. 1987.

Este trabalho apresenta uma nova metodologia para o ensino de orçamentos de obras de construção civil dentro dos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia. Os autores consideram que o processo de orçamentação é muito mais rico do que isto, podendo inclusive funcionar como peça central da organização de uma empresa e suas obras, englobando também os aspectos de programação e controle dos empreendimentos. Pretende-se o ensino em quatro etapas: orçamentos de viabilidade, paramétricos, de concorrência e operacionais. Desta maneira o orçamento torna-se um processo evolutivo e de iteração.

Ensino de orçamentação de obras; Construção; Precisão de orçamentos; Uso da computação no ensino. Informação na construção.

HEINECK, Luiz Fernando; TORALLES, Berenice Martins; SCHMITT, Carin Maria. - Background, methodology, syllabus and bibliography for building estimating teaching. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 148-155, 2nd. sem. 1987.

This work deals with a new methodology for graduate and undergraduate teaching of building estimating. The author's contention is that estimating can act as the central issue in the management and organization of a building company, providing a logical structure for information handling throughout the construction process, from design to commission. They do not agree with present teaching practices in this area, where the courses deal only with quantity take-off from the building documents (drawings and specification) and the presentation of consumption constants for labour and materials. Estimating is presented in 4 different stages (feasibility, elemental, unitary and operational estimating), corresponding to different needs and objectives of cost modelling.

Estimating teaching, building management, estimating accuracy, use of computers in teaching, use of information in construction.

### 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende mostrar a sistemática de apresentação dos conteúdos referentes a Orçamentação de Obras Cíveis no âmbito do Curso de En-

genharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Cabe salientar que a sistemática vem sendo testada, tendo sido introduzida inicialmente a nível de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, em sua opção de Construção. Este grupo de estudos em construção, também conhecido por NORIE – Núcleo Orientado para Inovação da Edificação – tem como objetivo fundamental introduzir novos conceitos na edificação, considerando que reformulações no ensino de engenharia também se enquadram em possíveis áreas para inovação.

Na organização da cadeira e Planejamento e Con-

\* Engenheiro Civil, Bacharelado em Administração de Empresas, PhD. em Engenharia Civil; Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, Construção, Av. Osvaldo Aranha, 99, 3<sup>o</sup> andar, POA/RS.

\*\* Engenheira Civil, M.Sc. pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, Construção.

\*\*\* Engenheira Civil, M.Sc. pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, Construção.

trole de Obras, no que diz respeito ao ensino de orçamentação, foram sentidas duas dificuldades fundamentais:

- inexistência de textos na área: a maioria dos livros nacionais ou estrangeiros sobre orçamentos de obra são constituídos por compilação das chamadas constantes de consumo unitário;

- inexistência de uma estrutura formal para o ensino de orçamentação. Verificou-se que o ensino de orçamentação cingia-se a apresentação das constantes de consumo unitário e a sua multiplicação pelas quantidades de serviço levantadas em planta, sem apresentação clara do processo de levantamento dos dados; outras ementas examinadas enfocavam aspectos complementares, como a discriminação de serviços, o posicionamento da seção de orçamentos dentro da empresa, e até mesmo a ligação entre orçamento e controle. Não existia, no entanto, uma visão integrada do processo de orçar, nem era dada importância devida para esta função empresarial que pode funcionar como centro do processo gerencial em uma empresa de construção.

## 2 OBJETIVOS

Na estruturação do curso teve-se em mente os seguintes objetivos:

- mostrar como o processo de orçamentação nada mais é do que uma tentativa de modelar o fenômeno da edificação segundo o custo;

- mostrar que o fundamental para a condição do processo de construção é a obtenção de informações sobre o mesmo;

- introduzir o conceito do interrelacionamento entre o melhor conhecimento sobre a obra e a diminuição da variabilidade de seus resultados em relação ao esperado, principalmente em termos de custos e prazos; a busca de informação tem o poder de tornar o processo aparentemente mais determinístico, mais palpável, mais controlável;

- identificar temas como regras de medição de serviços, discriminações técnicas, cadernos de encargos e memoriais descritivos. Estes temas permitem que se associe com maior exatidão custos com elementos físicos da obra;

- reforçar o status da preocupação com custos dentro da Engenharia. Procura-se mostrar como a variável custos está presente em todas as fases do pro-

jeto, desde o seu exame de viabilidade, passando pelo projeto e suas alternativas, pela contratação de serviços, pela execução do mesmo e seu controle;

- alertar para a tênue ligação existente entre custos e preços na construção civil. Interessa mostrar ao aluno a falácia da constituição do preço a partir do custo com a aplicação do BDI (benefício e despesas indiretas);

- mostrar como na confecção de um orçamento para concorrências (este é o orçamento que é ensinado na maioria das escolas, e só este) são utilizados valores e informações de várias fases do processo de obtenção de informações sobre a obra. Procura-se demonstrar como o processo de orçamentação é cíclico, integrado, busca todos os elementos existentes na firma, fruto da análise e experiência com obras passadas e de eventuais análises realizadas;

- entender como a existência de informações de várias formas e qualidades sobre custos permite sanar as constantes dificuldades encontradas com a inexistência de projetos completos para serem orçados;

- situar o orçamento como peça central na empresa, no sentido que este documento é capaz de fornecer uma estrutura básica para quase todos os departamentos da empresa, incluindo os setores de produção, compras, pessoal, contabilidade, depósitos, financeiro e jurídico;

- permitir o desenvolvimento de especificações de atributos que programas computacionais na área de orçamentação devem conter, ao contrário dos pacotes computacionais oferecidos no mercado que são meros multiplicadores constantes de consumo unitário por quantidades físicas de serviço, deixando de executar várias outras tarefas do levantamento de informações relacionadas com o custo;

- avaliar as fontes de prejuízos e lucros a partir dos elementos lançados no orçamento;

- introduzir o conceito de avaliação de alternativas de projeto em função dos custos que estas alternativas representam. Cada vez mais prega-se a integração entre projeto e a execução, dentro de novas formas contratuais de produzir obras. Cabe também ao construtor aconselhar o cliente sobre o custo de alternativas. Acredita-se ser muito importante que o engenheiro tenha formação na avaliação de alternativas de custo de projetos;

- permitir o ensino de programação de obras dentro do bojo de conhecimentos necessários para o conhecimento de custos na obra, pois não é feita a liga-

ção entre o orçamento e a programação no ensino de engenharia;

– introduzir elementos para o posterior controle da obra, etapa esta geralmente não realizada nas construções, e que é, sem dúvida, a mais complexa sob o ponto de vista teórico.

### 3 METODOLOGIA

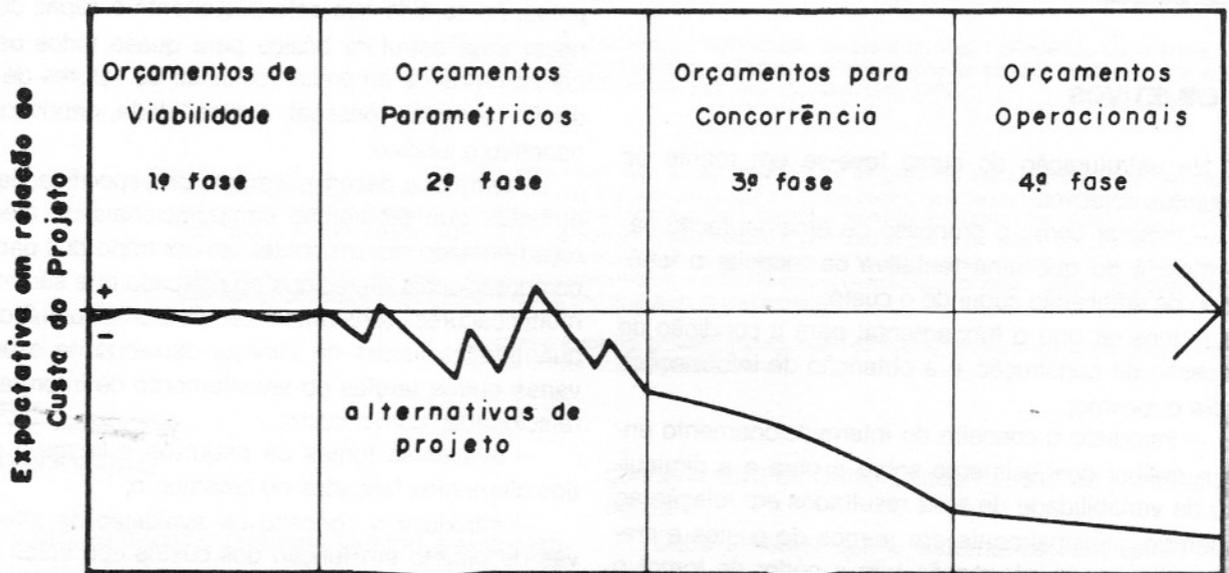
Para o alcance dos objetivos acima optou-se pela transmissão dos conteúdos usando a estrutura apresentada na Figura 1. O procedimento adotado para a realização desta estrutura é a técnica de Estudo de Caso referente a projetos práticos, fazendo com que o aluno realize o orçamento de uma obra. A complementação teórica é feita através de aulas expositivas com o encaminhamento da bibliografia necessária.

É importante salientar que ao longo destas quatro fases são enfatizados os seguintes elementos de um

rente ao processo de construção, por um melhor conhecimento sobre o mesmo e por melhores oportunidades de controle;

– redução do preço final de oferta pelo melhor conhecimento sobre a obra; mas é importante salientar que um melhor conhecimento sobre a obra pode levar na verdade a orçamentos mais elevados. É esta inclusive a argumentação de muitos que não vêem sentido num maior rigorismo e cientificismo no processo de orçar, por temer que a inclusão de itens de custo que até então ficavam escondidos levem a preços maiores e ao alijamento do processo de concorrência.

Usa-se aqui a tentativa de redução final do preço da obra como um fator motivador para os alunos; alerta-se, no entanto, que o conhecimento mais aprofundado sobre a obra leva, no mais das vezes, a preços mais altos, a não ser que, haja administração do processo de maneira a controlá-lo e manter os custos dentro dos valores mais otimistas por ventura alcançados.



processo de orçamentação:

- obtenção de informação sobre o projeto e a forma de executá-lo;
- aumento da precisão das estimativas;
- redução da variabilidade entre o orçado e o executado, como também, redução da variabilidade ine-

Finalmente, a redução de variabilidade entre o orçado e o executado é colocada apenas em tese como um princípio que deve ser seguido. Para que essa função fosse plenamente executada, seria necessário acompanhar os custos reais de uma obra em execução e compará-los com os valores orçados, tarefa bas-

tante difícil tanto no decorrer de uma disciplina quanto na vida prática.

#### 4 CONTEÚDOS E BIBLIOGRAFIA

As quatro fases de que se compõe o estudo são:

1ª fase: orçamento de viabilidade ou pré-viabilidade. Isto significa basear o orçamento em uma variável que apresenta o maior poder de explicação em relação aos custos totais. São exemplos:  $m^2$  ou  $m^3$  de construção, número de pacientes atendidos num hospital, número de alunos a serem abrigados numa escola, que devem ser multiplicados pelo respectivo custo unitário global. Tratando-se com  $m^2$ , temos fácil acesso ao custo unitário global; nos outros casos a análise de dados históricos de firmas ou instituições públicas mais organizadas, possibilitam obtenção dos valores de custo. Os tópicos abordados são:

- formação do Custo Unitário Básico e SINAPI;
- a formação de custos na incorporação imobiliária;
- norma brasileira para a avaliação de custos unitários na incorporação de imóveis;
- fórmulas de potência para avaliação expedita de custos em instalações industriais;
- a obtenção de dados históricos de obras já executadas;
- introdução ao conceito de remuneração do consultor e ressarcimento das despesas indiretas (BDI).

Usou-se como bibliografia para essa primeira fase os seguintes textos que tem características de generalidade sobre o problema de orçamento. Recomendamos que antes de iniciar a discussão sobre a orçamento propriamente dita, seja dado acesso a assuntos como produtividade no canteiro de obras e na indústria da construção como um todo, como é feito em nosso curso.

- NB 140 – Avaliação de Preços Unitários e Preparo de Orçamentos de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio;
- Manual de Utilização do SINAPI, BNH Assessoria de Pesquisa, Rio de Janeiro, outubro de 1979;
- SINAPI – Metodologia e Aplicações; BNH, Assessoria de Pesquisa, Rio de Janeiro, outubro de 1979;
- A Estrutura de Custos nas Empresas de Construção, A.E. Bittencourt, Centro Internacional de Edi-

ções Profissionais, São Paulo, s.d.;

- Professional Construction Management, B.C. Paulson e B. Barrie, 1ª ed., McGraw-Hill, New York, 1978;

- Orçamento de Obras, uma nova visão; C.T. Formoso, D. Morsch, E. Hirota e F. Saffaro, artigo publicado na revista Cotação de Londrina em Dezembro de 1984.

2ª fase: conhecimento dos elementos responsáveis pelo custo da obra e possíveis formas de diminuição deste custo. É o levantamento dos custos das funções de edificação: função carcaça; função iluminação, ventilação e estética; função estrutura; função transporte horizontal e vertical; etc. Analisam-se estas noções de orçamento paramétrico fazendo-se um questionamento sobre os métodos de execução e as tecnologias construtivas e a sua influência. São considerados como conteúdo:

- Itens a observar em visita ao local da obra; apresentação de check-lists;
- Cadernos de Encargos; Discriminações Técnicas, Especificação de Materiais, Memoriais Descritivos;
- Lista de Serviços a executar; vantagens e desvantagens das várias listas de serviços existentes;
- Regras de Medição de Serviços;
- Análise sobre os aspectos geométricos do custo da edificação;
- Análise das repercussões em custos de métodos construtivos, sistemas construtivos e tecnologias diferenciadas;
- A informação existente nas revistas comerciais de preços de serviços e insumos; análise dos preços praticados no mercado e a sua relação com a demanda por serviços; BDI e a demanda;
- Orçamentos paramétricos ou por unidades funcionais; participação percentual no custo dos grandes itens funcionais que compõem a edificação.

Recomenda-se a seguinte bibliografia:

- NB 140 - Lista de Serviços;
- Caderno de Encargos da Editora Pini, São Paulo, 1983;
- Caderno de Encargos do Banco Brasil, 1969;
- Manual Técnico do Departamento de Obras Públicas do Estado de São Paulo, Tomo III, Caderno de Encargos de Edificações 1976;
- Discriminações Técnicas para a Construção Civil de Edifícios, Raul Rego Faillace, Caderno Técnico

12/80. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, 1980;

– Aspectos Econômicos das Decisões Arquitetônicas, J. Mascaró, Simpósio Latino-Americano sobre Racionalização da Construção, São Paulo, Outubro, pp. 753-762;

– Estudo acerca das Possibilidades de Racionalização dos Itens de Infra-Estrutura em Conjuntos de Habitação Popular; R. Kessler, Simpósio Latino-Americano sobre Racionalização da Construção, São Paulo, outubro de 1981, pp. 763-776;

– Building Design Evaluation – Costs in Use, P.A. Stone, E.F. Spon, London 1980;

– Methods Improvement for Construction Managers, H. Parker e C. Oglesby, 1ª ed., McGraw-Hill, New York, 1972;

– Revistas comerciais com cotação de preços para serviços e insumos: Construção na Região Sul da Editora Pini, Boletim de Custos, Dirigente Construtor do grupo Visão, etc.

– Estimativa de Custo na Edificação – C.T. Formoso, E. Hirota, F. Saffaro, M.A. da Silva; Caderno Técnico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, março de 1986, 120 pág.

Nesta segunda fase do orçamento é importante, mostrar os efeitos da produtividade sobre custos, permitindo que o aluno se posicione em relação à obra; os custos a serem incorridos serão os custos geralmente praticados na indústria, ou haverá uma tomada de atitude por parte da firma construtora para melhorar a sua produtividade? Como serão implementados os procedimentos de melhoria e quais as expectativas de redução de custos em relação a estes?

Em segundo lugar, o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil está desenvolvendo uma tese de mestrado na área de regras de medição dos serviços de obra, dada a inexistência de referências bibliográficas a nível nacional. Não há sistematização na medição de serviços, o que faz com que dificilmente seja comparável o desempenho ou orçamentos de firmas e clientes (ver Schmitt).

3ª fase: orçamento convencional para concorrências ou para apresentação de preços ao cliente. Procura-se esmiuçar e custear todos os insumos presentes no projeto, a nível de materiais, mão-de-obra, equipamentos e custos indiretos. É preocupação básica o preço do insumo e a sua produtividade. Os conteúdos desenvolvidos são:

## MATERIAIS

- constantes de consumo de materiais;
- os manuais de constantes publicados por vários autores;
- a influência da especificação do serviço de consumo de materiais;
- fatores de quebra, inchamento, impolamento, tamanhos nominais e reais dos componentes;
- as diferenças na orçamentação para materiais amorfos, componentes de pequenas (telhas, tijolos) e de grandes dimensões;
- os preços dos insumos, as práticas usuais de descontos, as unidades de compra dos materiais, a frequência de reajustes de preços dos materiais, os controles governamentais;
- Visão do setor de materiais de construção na economia, comportamento do setor diante das oscilações do mercado; o poder da barganha na compra dos materiais;
- A variabilidade dos preços de materiais e os critérios usuais de reajustes da obra;
- A importância relativa do custo dos vários materiais necessários para uma obra;
- A variabilidade de preços em um dado instante entre os vários comerciantes; os preços no atacado e junto ao fabricante; os preços nos comerciantes especializados e generalistas;
- A especificação de materiais; o papel das especificações restritivas.

## MÃO-DE-OBRA

- As constantes de consumo de mão-de-obra; as diferenças de consumo nas várias fontes de publicação e entre as firmas de engenharia; a influência do critério de medição e do método de coleta de dados na formação de constantes (dados históricos, estudos de tempos e movimentos com cronômetro e filmagem);
- A composição das leis sociais; comparativo entre várias fontes de listagem de leis sociais; os itens das leis sociais invariáveis e os que variam com a capacidade gerencial da empresa; prazos de recolhimento dos itens das leis sociais; fatores que afetam a produtividade e sua relação com os itens das leis sociais;
- Estudo da CLT e dos Dissídios Coletivos de cada região, em seus efeitos quanto a custos da mão-de-obra;
- O mercado da mão-de-obra; custos de mobilização e desmobilização da mão-de-obra, os custos as-

sociados com a rotatividade;

- Relação do custo da mão-de-obra com a evolução dos índices usuais de reajustes de obra; o achatamento salarial dos últimos anos; a relação entre o aumento salarial semestral via dissídios coletivos e os reajustes mensais pagos pelo cliente;
- Os encargos sociais em obras por administração e por empreitada global;
- Diferenças regionais no custo da mão-de-obra.

#### **EQUIPAMENTOS**

- A produtividade dos equipamentos; as curvas custo x tempo da programação com redes; a ociosidade dos equipamentos nos canteiros;
- O papel dos investimentos em capital na racionalização da construção, na rentabilidade das empresas e nas dificuldades para enfrentar um mercado de demanda instável;
- Formas de depreciação e remuneração do capital investido em equipamentos;
- A noção compra, aluguel e leasing;
- O relacionamento dos equipamentos com os métodos de construção e com a necessidade de programar a obra e seu lay-out;
- A importância dos custos de mobilização e relativos ao tempo para os equipamentos;
- A simulação como forma de avaliar a produtividade de equipamentos.

#### **CUSTOS INDIRETOS E A MARGEM DE LUCRO**

- Custos indiretos do canteiro; as instalações provisórias; o custo da supervisão dos serviços; percentuais usuais de custos indiretos; o custo do transporte interno na obra; o custo do almoxarifado e depósito de materiais;
- Os custos de escritório central; a alocação dos custos a cada obra pelo critério do faturamento proporcional;
- Custos financeiros; formas expeditas de cálculo, valores usuais para o custo financeiro;
- Provisões para riscos e incertezas;
- A determinação do lucro esperado; percentuais usuais de lucro sobre o faturamento e de lucro sobre o capital em empresas de construção.

A bibliografia citada abaixo abrange as áreas de materiais, mão-de-obra, equipamentos e determinação do BDI:

- Tabela de composições de preços para orçamentos TCPO 7, São Paulo, Editora Pini, 1980;
- Coeficientes para Composições de Preços, São

Paulo, Departamento de Obras Públicas, São Paulo;

- Composições de Custo, Boletim de Custos, Rio de Janeiro, 1976.

- O Custo da Construção, F. Ptacek, Editora Hemus, s.d.;
- Materials Wastage, a Misuse of Resources, E.R. Skoykes, Building Research Establishment Current Paper nº 67/76, Garston, BRE, 1976;
- A Consideração das Perdas de Materiais no Orçamento; C. de Conto, M.A.C. da Silva, Revista Cotação, Londrina, janeiro 1985;
- Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT;
- Dissídio Coletivo dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil da região de Porto Alegre, dezembro de 1984;
- Incidência de Leis Sociais no Custo da Construção Civil no RS, Sindicato da Indústria da Construção Civil do Rio Grande do Sul;
- Encargos Sociais Trabalhistas do Empregador, Sindicato da Indústria da Construção Civil do Paraná, s.d.;
- Encargos Sociais utilizados pelas publicações Boletim de Custos, Construção no Sul da Editora Pini, etc.;

- Lista de Materiais e suas Unidades de Compra, Apostila do Departamento de Engenharia Civil da UFRGS;

- Estimativa de Custos de Obras na Edificação. C. T. Formoso, E.Hirota, F. Saffaro, M.A. da Silva; Caderno Técnico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, março 1986, 120 pág.

4ª fase: Orçamento para execução da obra, isto é, documento interno à firma, necessário para o gerenciamento do processo de construção. Se introduz a variável tempo, através dos conceitos de programação de obra. Aborda-se aspectos sofisticados do procedimento de orçamentação como reajustes contratuais, a perda de margem de lucro em concorrências públicas, custos financeiros e o fluxo de caixa da obra, orçamentos probabilísticos. São abordados, portanto, os seguintes temas:

- A programação de obras e o conceito de orçamentos operacionais;
- O fluxo de caixa da obra e sua influência nos custos financeiros;
- Os critérios de reajuste de obras e sua influência no custo financeiro; efeito dos atrasos de pagamento;
- A análise do orçamento; classificação dos servi-

ços segundo sua importância em termos de custos, segundo a origem dos custos (materiais, mão-de-obra, equipamentos, etc.); análise do custo indireto alocado a obra; análise da relação entre mão-de-obra própria e subempreitada;

- Orçamentos probabilísticos;
- Teoria de concorrências, modalidades usuais de licitação de obras regras de julgamento;
- Risco e a margem de lucro; margens de lucro perdidas no processo de concorrência.

#### BIBLIOGRAFIA

A bibliografia nesta área é em parte comum a próxima unidade de ensino que se segue, ou seja, a Programação de Obras com ênfase em grandes conjuntos habitacionais. Assim, além dos elementos citados a seguir, é recomendada a leitura de um livro sobre Programação de Obras.

– Modern Construction Management, F. Harris e R. McCaffer, Capítulo 9, Cash Flow Forecasting, 1ª ed., London, 1977, Granada;

– Números-índice de preço na construção civil – aspectos metodológicos, J. Kirsten, tese de doutorado apresentada a Faculdade de Economia e Administração da USP, São Paulo, 1977;

– Edificação e seus custos em conjuntura inflacionária, H. Hirschfeld, tese de doutorado apresentada a Faculdade de Economia e Administração da USP, São Paulo, 1977;

– Estimativa probabilística de custos – métodos simplificados; M. da Graça e O. Gonçalves, Simpósio sobre o Barateamento da Construção Habitacional, Salvador, Bahia, Março de 1978;

– Construction Bidding for Profit, W. Park, John Wiley and Sons, 2nd Ed. 1970;

– Modern Construction Management, F. Harris e R. MacCaffer, Capítulo 9, Competitive Bidding, 1ª ed., London, 1977, Granada;

– Economía de la Construction, editado por D. Turin, Capítulo 6, Estrategia en las Ofertas, Gustavo Gili, Barcelona, 1979;

– Análise do processo de licitação em obras públicas visando a aplicação de modelo probabilístico – um estudo de caso, C. T. Formoso e F. Saffaro, III Encontro Regional da Pesquisa Operacional, Porto Alegre, 13-14 setembro de 1985;

– Estimativa de Custos de Obras de Edificação. C.T. Formoso, E. Hirota, F.Saffaro, M.A. da Silva; Caderno Técnico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, março 1986, 120 pág.

## 5 CONCLUSÕES

Pretendeu-se com este trabalho apresentar uma seqüência lógica para o ensino de orçamentos na construção civil, com toda a riqueza que esta área é capaz. Aplicações desta metodologia já foram efetuadas na disciplina Planejamento e Controle de Obras do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em sua opção Construção. Com a experiência adquirida, já existem condições para a sua testagem a nível de graduação, evidentemente que em ponto menor, reduzindo-se o número de aulas, os conteúdos ministrados e a bibliografia de referência.

A nível de Pós-Graduação, procura-se dar aos alunos uma bibliografia de referência, para que possam usá-la junto a suas unidades de origem, já que vários participantes do curso são professores em outras unidades de ensino. Também procura-se criar a motivação para que os alunos escrevam sobre este tema tão carente. Este objetivo já foi alcançado, como pode ser observado pelo grande número de publicações referenciadas que são de autoria de pessoas ligadas ao curso.

A nível de Pós-Graduação também se procura dar ênfase ao desenvolvimento de programas computacionais na área; os conteúdos ministrados procuram mostrar os atributos que uma suite de programas na área deveria conter. Cabe notar que toda a metodologia apresentada neste trabalho pode ser facilmente introduzida em computador, fazendo com que o aluno tenha um processo iterativo com o mesmo ao longo das 4 fases em que se dividiu o processo.

A utilização de um programa computacional ligado a metodologia aqui apresentada, poderá sanar uma das principais dificuldades encontradas, ou seja, o fato de que há um consumo exagerado de horas de trabalho puramente braçal na preparação dos dados para o orçamento principalmente em suas fases 3 e 4.

O texto procura trazer sugestões e abrir a discussão em torno do tema. Maiores informações podem ser encontradas junto a instituição de origem dos autores.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEINECK, L.F. Mudando o enfoque na formação profissional do engenheiro – Projeto e produto x processo e produtividade, 7º Encontro Nacional da

Construção 13-14 julho de 1984, Curitiba, Paraná.

SCHMITT, C.M. Orçamentos de edificações residenciais: método sistematizado para levantamento de dados em planta e cálculo de quantitativos, Dissertação de Mestrado defendida em 15 de maio de 1987.

TORALLES, B.M. Proposta de desenvolvimento de uma disciplina de Gerenciamento da Construção para os cursos de graduação em Engenharia Civil

através dos componentes básicos do Processo de Organização e Planejamento do Ensino, Dissertação de Mestrado defendida em 03 de dezembro de 1986.

FORMOSO, C.T.; HIROTA, E.; SAFFARO, F.; SILVA, M.A. da Estimativa de custos de obras de edificação, caderno técnico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, março de 1986, 120 pág.

## LABORATÓRIO DE DESENHO: SOLUÇÃO PRÁTICA PARA O ENSINO DE DESENHO NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UnB

Reynaldo Turqueti Filho \*

TURQUETTI Filho, Reynaldo. Laboratório de desenho: Solução Prática para Ensino de desenho no curso de engenharia mecânica da UnB. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 156-158, 2º sem. 1987.

É apresentada uma proposta de Laboratório de Desenho, para as atividades práticas da disciplina de Desenho de Máquinas do Curso de Engenharia Mecânica da UnB. Esta disciplina é ministrada enfatizando-se as técnicas de memorização e visualização para o treinamento da leitura de desenho e a prática informal de projeto. O laboratório proporcionaria, ao aluno, uma visualização real dos exercícios dados em classe, através da construção de modelos, os quais permitiriam a escolha da melhor alternativa do projeto e execução. Descreve-se também o roteiro de alternativas dentro deste laboratório.

Desenho de Máquinas, Laboratório de Desenho, Prática de Projeto, Linguagem Gráfica, Criatividade.

TURQUETTI Filho, Reynaldo. Drawing Laboratory: A practical solution for the teaching of drawing in the UnB mechanical engineering course. *Ensino Eng.*, São Paulo, 6(2): 156-158, 2nd. sem. 1987.

A proposal of a Drawing Laboratory for the practical activities in the discipline of Machine Drawing, part of the University of Brasilia Mechanical Engineering undergraduate course is presented. This discipline is taught with emphasis in memorization and visualization techniques for the development of drawing reading and informal project skills. The laboratory is intended to give the students real visualization of the class exercises through the construction of models which would enable them to choose the best design and making alternative. A guide of laboratory activities is also described.

Machine Drawing, Drawing Laboratory, Design Skill, Graphical Language, Creativity.

### 1 INTRODUÇÃO

As disciplinas de desenho, dos cursos de Engenharia Mecânica, oferecem "pacotes de desenhos" sem nenhum inter-relacionamento com as outras disciplinas da formação profissional. Este estado de coisas repercute nos alunos, desencantando-os com o curso, desinteressando-os pelas novas conquistas tecnológicas e pelo desenvolvimento de uma engenharia nacional.

Para completar este quadro, nos cursos de Engenharia Mecânica, ainda existe uma tendência tradicional de formar profissionais, no máximo, como bons desenhistas. Raramente encontra-se um programa de

desenho técnico que apresente e valorize o aprendizado de técnicas de memorização e visualização de desenho a mão livre. Única maneira de treinar os alunos para a leitura do desenho, para o conhecimento da linguagem gráfica (3, 5, 7) – a linguagem universal do desenho. Mesmo quando um programa apresenta estas técnicas, ele não prevê nenhuma atividade complementar, e prática, para despertar o interesse e as potencialidades criativas dos alunos. Tais programas não permitem ao aluno intervir no processo criativo, ativa e diretamente. Não permitem ao aluno pensar. Tudo é dado de forma pronta e acabada.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma atividade prática, complementar, para o ensino de Desenho de Máquinas, do curso de Engenharia Mecânica da UnB. Esta disciplina, já vem sendo ministrada dentro de uma nova abordagem (8). A partir desta nova abordagem, fica evidenciada a necessidade de que os

\* Eng. Mecânico, Professor Assistente DE-MS-B4 - Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, 70.910 - Brasília, DF.

programas de desenho técnico, devem ser oferecidos introduzindo-se a prática informal de projeto. Somente assim, o aluno pode pensar e intervir no processo criativo. E para o aluno intervir mais diretamente, a atividade prática proposta, de complementação, viria através de um Laboratório de Desenho. Este laboratório proporcionaria ao aluno, uma visualização real dos exercícios dados em classe, com a construção de modelos – procurando a melhor alternativa de projeto e execução – parte final de um ante-projeto.

## 2 A PRÁTICA DE PROJETO

Para que a atividade proposta seja implementada a um nível mais aplicado e não fique restrita apenas a complementação de exercícios didáticos dados em classe, é interessante introduzir a prática de projeto. Mas atenção! É a prática de projeto mesmo e não técnicas de como projetar. “Projetar aprende-se na prática, fora do sistema tradicional de ensino, enquanto que, nos cursos acadêmicos, aprende-se quando muito a propedêutica projetual” (1). Quanto a isto, nota-se nas escolas de Engenharia Mecânica uma certa indiferença por atividades práticas. Em sala de aula, preferencialmente, são enfatizadas mais as atividades que permitem explanações teóricas e discursivas – aulas informativas.

Neste aspecto, as disciplinas de desenho técnico podem contribuir para solucionar o problema. Elas têm flexibilidade para a introdução da prática de projeto. Só existe uma questão. A resolução 48/76 (2) coloca desenho como matéria de formação básica e não profissional. Sem querer entrar no mérito da questão (7), esta situação não favorece muito a introdução à prática de projeto, nas disciplinas de desenho técnico dadas no curso profissional.

A prática de projeto em proposição, na verdade, devido ao nível de formação dos alunos, restringe-se apenas em procurar alternativas – gráficas – para a solução do problema proposto. Pode-se entender como sendo a fase do ante-projeto. Nesta fase, não deve haver restrições a criatividade do aluno. A solução do problema deve ser um desafio a sua capacidade de pensar. Na troca de idéias, com os colegas e professor, deve-se usar a linguagem do desenho – a linguagem gráfica. As idéias devem ir para o papel, na forma de desenhos (esboços) e não serem perdidas com infindáveis explicações e narrativas verbais.

Num dado momento da proposta de alternativas, deve-se escolher a mais viável, aquela que soluciona o problema proposto da melhor maneira possível. A rigor, esta escolha deve ser feita baseada em critérios bem definidos (6) de materiais, resistência, usinagem, custos, etc. No presente caso, face ao nível de formação do aluno, não se pretende estabelecer critérios rigorosos de escolha, passando-se, para a construção de modelos em escala, no Laboratório de Desenho.

## 3 O LABORATÓRIO DE DESENHO

O Laboratório de Desenho permite dar uma finalização a prática do projeto.

Até aqui só foi feito um planejamento de projeto: escolha da melhor alternativa, preparação de desenhos, etc. Com a construção de modelos no Laboratório de Desenho, o aluno passa a executar o projeto. A transformar aquilo que antes era apenas os desenhos da melhor solução encontrada, em algo com formas geométricas e dimensões bem definidas. Para isto, o aluno trabalha manualmente, operando máquinas e manipulando o ferramental necessário, sentindo as dificuldades construtivas e de conformação dos materiais.

Os materiais que podem ser usados são muitos. O mais usado, entretanto, é a madeira. Assim, o Laboratório de Desenho em questão, deve ser pensado como uma marcenaria de pequeno porte, ou uma oficina de maquete, com todas as máquinas, ferramentas e demais equipamentos necessários, além das instalações e arranjos próprios (9). Outro aspecto a ser levado em conta, para a instalação do laboratório é o conhecimento das técnicas de trabalho com madeira e os cuidados com o uso de máquinas e ferramentas (4).

### 3.1 As atividades dentro do Laboratório

As atividades dentro do laboratório, devem ser, por parte dos alunos, executadas em equipe. Estas equipes devem ser as mesmas formadas para a prática de projeto (8). Este esquema deve ser obedecido mesmo quando a equipe reunir-se apenas para executar o modelo de um exercício (desenho) dado em sala de aula. Esta condição é importante porque facilita o aprendizado da leitura e interpretação de desenhos.

"O êxito para a realização de qualquer tarefa em Marcenaria depende, em grande parte, da capacidade de compreender os elementos mais simples que se deparam na interpretação de um desenho para as oficinas" (4). Quando uma tarefa, deste tipo, é realizada com êxito, com habilidade, desperta no aluno, o interesse para novas atividades práticas.

Aí estão, exatamente, os objetivos de colocar-se o Laboratório de Desenho como atividade complementar no ensino do desenho técnico, na formação profissional do curso de Engenharia Mecânica: fazer com que o aluno saiba que é capaz de – com um pouco de boa vontade – ler e interpretar um desenho técnico; ensinar o aluno a pensar em termos de coisas concretas, tendo para si uma prova objetiva da sua capacidade.

#### 4. CONCLUSÃO

A atividade proposta, permite que o aprendizado da linguagem gráfica seja completo, dando oportunidade ao aluno de gerar novas idéias e aplicar seus conhecimentos, suas habilidades na solução do problema proposto.

Observa-se que o aluno é levado não só a visualizar a solução do problema mas também, a constatar as dificuldades de algumas soluções, que no papel (graficamente) parecem simples. Esta experiência deixa suas marcas. E são as melhores com que mais tarde – já profissional - o aluno poderá contar para ajudá-lo na solução de problemas complexos.

O Laboratório de Desenho, não é apenas importante para as disciplinas de desenho técnico. Ele é importante para todas as disciplinas do curso, pois promove o inter-relacionamento entre elas, do ponto de vista projetual. Com isto, o aluno tem mais interesse pelo projeto, pelo redesenho de produtos, pela criação de novas idéias. As Escolas de Engenharia Mecânica estariam, então, auxiliando na formação de profissionais mais engajados e decididos a retomarem o desenvolvimento nacional e não a serem meros aplicadores e administradores de tecnologias importadas.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BONSIEPE, Gui. A "tecnologia" da tecnologia. Prefácio Darcy Ribeiro. São Paulo. Edgard Blücher, 1983, 196 p. il.
- (2) CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 48 de 27 abr. 1976. Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia, e define suas áreas e habilitações. Diário Oficial da União. 21 Jul. 1976.
- (3) FRENCH, Thomas Ewing. Desenho Técnico. Trad. de Soveral Ferreira de Souza e Paulo de Barros Feline, 17. ed. Porto Alegre, Globo, 1977, 4v. il.
- (4) GRONEMAN, Chris H. & FEIRER, John L. Artes industriais: planejamento e prática, 3 ed. São Paulo, Freitas Bastos, 174. 362 p. il.
- (5) HOELSCHER, Randolph P.; SPRINGER, Clifford H. & DOBROVOLNY, Jerry S. Expressão Gráfica: desenho técnico. Trad. de Paulo dos Santos Rodrigues. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1978. 524 p. il.
- (6) STEMMER, Caspar Erich. Projeto e Construção de Máquinas: regras gerais de projeto, elementos de máquinas. 2 ed. Porto Alegre, Globo, 1979. 300 p. il.
- (7) TURQUETTI Filho, Reynaldo. . A linguagem gráfica na formação do engenheiro mecânico. In: SEMINÁRIO SOBRE O ENSINO DAS MATÉRIAS DE FORMAÇÃO BÁSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA, Rio de Janeiro, 1983. Anais. Rio de Janeiro, UFRJ, 1983, 10p.
- (8) TURQUETTI Filho, Reynaldo. Uma nova abordagem para o ensino do desenho técnico: aplicação em desenho de máquinas do curso de engenharia mecânica da UnB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo. 1984.
- (9) WILBER, Gordon Owen. As artes industriais na educação geral. 2ª ed. Trad. de Virgílio Cavalcanti. Rio de Janeiro, USAID, 1967, 364 p. il.

## ORIENTAÇÃO AOS AUTORES E COLABORADORES DA REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

### 1 OBJETIVOS E CONTEÚDO

A Revista de Ensino de Engenharia, editada pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia — ABENGE, está aberta à coletividade que atua nas instituições brasileiras e aos autores do exterior, ligados de alguma forma ao Brasil pelos assuntos, contatos institucionais, afinidades culturais e outras vinculações.

O conteúdo da Revista se compõe de:

- a) Forum ABENGE;
- b) Artigos;
- c) Comunicações;
- d) Cartas à redação;
- e) Resumos de Teses.

#### 1.1 Forum ABENGE

Consiste de depoimentos, análises debates sobre problemas específicos de relevância e atualidade no ensino de engenharia, organizado e programado sob a orientação da Diretoria da ABENGE.

#### 1.2 Artigos

Correspondem a trabalhos originais ou divulgados previamente de forma restrita, abordando aspectos educacionais, científicos, tecnológicos, políticos, administrativos, no campo do ensino de engenharia.

#### 1.3 Comunicações

Matéria de texto extenso sob forma de relato, contendo informações de caráter educacional, científico, tecnológico, político, administrativo, no campo do ensino de engenharia, relacionada com eventos ou atividades de grupo, ou expressando opiniões, diretrizes, normas, etc., a critério do Grupo Editorial.

#### 1.4 Cartas à redação

Compreendem comunicações curtas, comentários, críticas, sugestões sobre matéria publicada pela Revista ou outros assuntos correlatos.

#### 1.5 Resumos de Teses

Os resumos de teses apresentados são obtidos junto às agências financiadoras de pós-graduação.

### 2 CONDIÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS E COMUNICAÇÕES

As contribuições sob forma de artigos ou comunicações, com antecedência à publicação, são submetidas à apreciação do "Corpo de Consultores Editoriais", composto de especialistas em ensino, particularmente na área de engenharia, e devem observar as normas de apresentação dos originais.

### 3 NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

O texto das contribuições é apresentado em três vias, datilografado com espaço duplo, com as margens de 35 mm, em folha de papel ofício, formato A-4 (210 x 300 mm), cuja remessa é feita para:

Prof. Marcius F. Giorgetti, editor responsável  
Escola de Engenharia de São Carlos. USP

Caixa Postal 359  
13560 - S. Carlos, SP, Brasil.  
Telefone (0162) 71-2234; telex (0162) 275 USPO-BR

### 3.1 Línguas e extensão do texto

Os trabalhos de autores brasileiros ou de outros países de língua portuguesa devem ser redigidos em português. Os trabalhos originários de países ibero-americanos devem ser redigidos em português ou espanhol. Trabalhos de outras origens poderão ser apresentados em inglês.

A extensão de cada artigo ou comunicação não deve ultrapassar 15 páginas, datilografadas em espaço duplo, em papel ofício A-4.

### 3.2 Estrutura do texto

Os artigos e comunicações devem observar a seguinte estrutura e partes:

- a) título em português (ou espanhol) e inglês;
- b) nome do autor ou autores, com a vinculação, qualificação profissional e endereço para correspondência;
- c) estrutura, com as partes identificadas em numeração progressiva, compreendendo:
  - introdução;
  - desenvolvimento do assunto, com as divisões a critério do autor ou autores;
  - conclusões e/ou recomendações.
- d) referências bibliográficas normalizadas, observando as normas da ABNT (orientação pode ser obtida com os bibliotecários das instituições);
- e) resumo em português (ou espanhol) e inglês (obedecendo as normas da ABNT), com 300 palavras, contendo no máximo 5 (cinco) palavras-chave em português (ou espanhol) e inglês; identificando as proposições básicas do trabalho.

#### 3.2.1 Complementos do texto

As ilustrações, tabelas, gráficos, com as respectivas legendas, devem ser apresentadas em folhas separadas, com indicação no texto onde deve inserir-se. Os desenhos devem ser em nanquim preto, permitindo-se colagem.

As fotografias, dentro das especificações para clichê, são em branco e preto.

### 4 SEPARATAS

De cada artigo ou comunicação são enviados gratuitamente 10 separatas ao autor ou autores.

### 5 INFORMAÇÕES E OUTRAS ORIENTAÇÕES

Maiores informações e outros detalhes de esclarecimentos são atendidos pela Redação, mediante solicitações dirigidas ao Prof. Marcius F. Giorgetti, editor responsável, no endereço indicado no item 3.

