O CONCURSO DE PROJETOS E PROTÓTIPOS COMO ATIVIDADE EDUCACIONAL E SELEÇÃO PARA O MERCADO DE TRABALHO

Marcius F. Giorgetti – marciusg@sc.usp.br
Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos
Av. Trabalhador São-Carlense 400
13566-590 – São Carlos - SP
Carlos Eduardo G. Petroni – gpetroni@gattipetroni.com.br
Gatti Petroni & Associados S/S Ltda.
Av. São Carlos 2005, Sala 705, 7º andar
13560-011 – São Carlos - SP
Richard Streck Neto – rstreck@tmt-motoco.com.br
TMT-Motoco do Brasil
Rua Ema Tanner de Andrade 792
83606-360 – Campo Largo – PR
Fernando Luiz Windlin – fwindlin@tmt-motoco.com.br

Resumo: *A técnica pedagógica dos Concursos de Projetos tem sido utilizada com sucesso em muitos países para incentivar o desenvolvimento de habilidades e atitudes próprias da arte e tecnologia do projeto, consideradas essenciais para o exercício da engenharia. Apresentam-se neste trabalho os resultados do Programa TMT-Motoco de Incentivo à Criatividade Tecnológica - ICT, realizado durante os exercícios 2004 e 2005. Em cada ano, foi realizado um concurso de projetos de engenharia que terminava com a construção dos melhores protótipos, selecionados através de um indicador objetivo. Foram convidados a participar estudantes de graduação de todas as escolas de Engenharia e Tecnologia do país. Uma das finalidades do programa era a identificação de engenheiros, com perfil adequado e o recrutamento dos mesmos para os quadros da empresa.*

Palavras-chave: *Concurso de projetos, Concurso de protótipos, Criatividade, Processo de seleção, Empregabilidade.*

1 INTRODUÇÃO

Concursos de Projetos, como técnica pedagógica, têm sido usados com sucesso por diversos educadores para estimular o desenvolvimento da criatividade em estudantes das

diversas áreas tecnológicas, assim como, para incentivar a formação de habilidades e atitudes relativas à difícil arte/tecnologia do projeto, essenciais para o bom exercício da engenharia.

O artigo *Engineering Education 2001* (1987) contém uma ampla avaliação dos cursos de engenharia do Technion Institute, de Haifa, Israel. Nele, uma excelente análise é apresentada sobre a evolução curricular nos cursos de engenharia nas últimas décadas. Identifica-se ali (e justifica-se) a onda da "cientifização" das matérias e disciplinas dos cursos de engenharia, com o surgimento, crescimento e consolidação das chamadas Ciências da Engenharia. Comenta-se a conseqüente (e natural) adoção do método científico, baseado principalmente em atividades analíticas, e a correspondente marginalização dos procedimentos de síntese nas atividades curriculares.

Deve-se ter em conta, no entanto, que o ato de projetar é principalmente uma ação de síntese; uma ação ligada à reunião física e/ou conceitual de "partes", e à criação de valor em função dessa própria construção. Ou seja, esse ato é a própria negação do paradigma cartesiano em que o "valor" de um conjunto é identificado com a somatória dos "valores" das respectivas partes.

Nos Concursos de Projetos procura-se expor os participantes a situações que simulem condições do "mundo real". O problema objeto não é fechado, isto é, não tem uma única solução correta. Das muitas soluções aceitáveis, uma é a melhor, como no mundo real. Uma maneira de identificá-la é através da maximização de uma função objetivo, batizada no presente projeto como "índice de mérito", que pode sempre ser definida por uma relação benefício/custo, como será ilustrado mais adiante.

Essa orientação foi usada, por exemplo, pelos pioneiros Gaylord e Zorowski (GAYLORD & ZOROWSKI, 1962) (ZOROWSKI & GAYLORD, 1963), e pelo seu sucessor, Eshghy (ESHGHY, 1966), os três do Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, USA, onde o concurso foi utilizado em uma atividade curricular específica. O mesmo tipo de atividade é descrito pelo Professor Oscar A. Andrés (ANDRÉS 1982), da Universidade Nacional del Sur, de Bahia Blanca, Argentina, inserida em uma disciplina de projeto estrutural no curso de Engenharia Civil. Outro exemplo, este mais recente, tem sido utilizado em um curso de Engenharia Elétrica na Universidade de Dalhousie, em Halifax, Canadá (GREGSON & LITTLE, 1998).

Casos como estes têm, no entanto, uma abrangência muito pequena, uma vez que envolvem alunos de uma mesma escola e, às vezes, de uma mesma disciplina. Entre 1990 e 1991 foi realizado, no Brasil, um concurso de projetos aberto, resultante de um convênio firmado entre a Escola de Engenharia de São Carlos, da USP, e a CLIMAX Indústria e Comércio S.A., fabricante de eletro-domésticos (GIORGETTI & DANTAS, 1991) e (GIORGETTI, 1992). Dele participaram 21 estudantes originários de 13 instituições de ensino de cinco Estados da Federação.

O Programa TMT-Motoco de Incentivo à Criatividade Tecnológica - ICT, foi concebido como um concurso de projetos, seguido de um concurso de protótipos. Seu período de operação é anual, com as regras reproduzidas neste trabalho. A gestão do Programa ficou a cargo da empresa P^3E, Produtos, Processos e Projetos Educacionais, dirigida pelo primeiro autor deste trabalho. Para os exercícios de 2004 e 2005, foram convidados a participar estudantes de graduação de todas as escolas de Engenharia e Tecnologia do país.

2 O PROGRAMA TMT–MOTOCO DE INCENTIVO À CRIATIVIDADE TECNOLÓGICA

2.1 Estratégias Internas do Concurso de Projetos e Protótipos

O estabelecimento do problema objeto do projeto, assim como das regras do concurso, é cercado do mais extremo cuidado. O memorial descritivo do mesmo destina-se a oferecer aos

participantes um simulacro de situações realísticas, como as apresentadas por um cliente. O papel do participante é o de um competidor pela oportunidade da prestação de um serviço. Para tanto, sua proposta deve ser "a melhor". Em cada caso, os seguintes pontos relativos ao problema e aos critérios de julgamento serão levados em conta:

- O problema deve refletir as características principais de um projeto real da vida prática.
- O problema deve ser de natureza tal a fazer com que o estudante sinta o valor de aliar, como necessidade, a ciência aplicada à arte da Engenharia (criatividade) na elaboração de uma proposta-projeto original.
- A avaliação dos projetos deve ser direta e objetiva.
- A avaliação dos protótipos deve ser quantitativa, feita através de um parâmetro definido como o "índice de mérito" do sistema a ser testado.
- A construção dos protótipos deve envolver ferramental barato, material acessível e operações simples.

O ato de projetar é um dos fatores que diferenciam a Engenharia da Ciência. Correspondentemente, o método tecnológico é diferente do método científico. Definitivamente, Engenharia não é Ciência Exata. Um problema científico tem, geralmente, uma única solução, enquanto que um problema tecnológico pode ter um grande número de soluções. Dentre essas, qual é a melhor, qual é a solução ótima?

Pode-se dizer, por exemplo, que a solução ótima é aquela que maximiza uma relação benefício/custo especificada com clareza no memorial descritivo do problema objeto do projeto. Este é, na presente proposta, o papel do "índice de mérito", explicado com detalhes nos Memoriais Descritivos dos Projetos abordados nos exercícios 2004 e 2005.

2.2 Regras gerais adotadas para os dois exercícios

São convidados a concorrer, através de contatos mantidos com as escolas, estudantes de graduação regularmente matriculados em cursos de Engenharia ou de Tecnologia em todo o país. A participação do aluno é individual. A cada Instituição de Ensino Superior – IES que se manifestar interessada pelo concurso será atribuído um número de quotas para a participação de seus alunos. Caso o número de candidatos na IES seja superior ao número de quotas oferecido, recomenda-se a realização de uma pré-seleção local nos mesmos moldes que a do Concurso.

Dentre os projetos recebidos, são selecionados os 10 (dez) "melhores" para a fase seguinte, a da construção dos protótipos.

A seleção dos dez melhores projetos é feita por uma comissão mista de profissionais da TMT e da P^3E. Para tanto, serão levados em conta diversos atributos de natureza técnica:

- Concepção que promova elevados valores de projeto (previsão) do "índice de mérito";
- Adequação e correção dos métodos e das operações apresentados no memorial de cálculo para o dimensionamento geral e para a previsão do "índice de mérito";
- Suficiência, clareza, e qualidade gráfica dos desenhos apresentados;
- Suficiência e clareza dos textos apresentados;
- Observância às Normas Técnicas (da ABNT quando já disponíveis).

Cada estudante cujo projeto tiver sido selecionado recebe da TMT, através de sua instituição de ensino, um auxílio financeiro para a construção do protótipo. O protótipo deve ser construído em conformidade com as especificações do projeto respectivo.

Os protótipos são submetidos a testes e ensaios, em bancada especialmente montada para essa tarefa. A mesma comissão que selecionou os projetos é responsável pelos ensaios de bancada para os testes dos protótipos; quando necessário, uma instituição externa poderá ser contratada para a realização desses testes de bancada, sob a supervisão da comissão mista.

Os testes dos protótipos em bancada de ensaio têm como objetivo a determinação do desempenho dos mesmos, e em particular a caracterização do "índice de mérito" de cada um, como o fator classificatório objetivo da competição. Os resultados gerais são apresentados durante evento realizado no fim do segundo semestre letivo.

2.3 Memorial Descritivo do Projeto para o Exercício 2004

O Memorial seguinte foi publicado durante a primeira semana do calendário letivo de 2004:

"O objeto do projeto é um trocador de calor do tipo carcaça e tubos (casco e tubos), que será utilizado para aquecer de ΔT igual a pelo menos 5,0 ^{o}C, uma corrente de água com vazão de 1,5 litros por minuto, originalmente a 25 ^{o}C, utilizando-se outra corrente de água, com vazão de 10,0 litros por minuto, originalmente a 50,0 ^{o}C.

As duas correntes serão mantidas em condições de absoluta imiscibilidade. O trocador de calor será dimensionado para suportar pressão estática de 5,0 metros de coluna de água em cada uma das duas câmaras, sem vazamentos ou deformações permanentes visíveis. O projetista deverá especificar qual das duas correntes circulará pelo interior dos tubos.

O trocador será projetado de forma a permitir a desmontagem do feixe de tubos para limpeza interna e externa dos mesmos. Para facilitar a limpeza interna, o trocador deve ser projetado e construído com tubos retilíneos em toda a sua extensão.

O objetivo do projeto é a maximização do índice de mérito *f*, definido da seguinte maneira:

$$f = \frac{\Delta T}{M\ (\Delta p_q + \Delta p_f)} \tag{1}$$

em que:

- ΔT é o acréscimo de temperatura conseguido para a corrente de água fria (^{o}C);
- M é a massa do trocador de calor vazio (kg);
- Δp_q é a queda de pressão estática entre a entrada e a saída da corrente de água quente (Pa);
- Δp_f é a queda de pressão estática entre a entrada e a saída da corrente de água fria (Pa).

Note que f (^{o}C / kg Pa) quantifica uma relação benefício/custo, pois ΔT representa o aquecimento que se deseja produzir, enquanto M é proporcional ao custo capital e Δp_q e Δp_f representam custeio, pois são produzidos, por exemplo, através de bombeamento.

Os limites inferior e superior para o diâmetro nominal dos tubos são, respectivamente: 5,0 mm e 20,0 mm.

Apoio Financeiro e Premiação

Cada um dos participantes selecionados para a fase protótipo teve à sua disposição um teto de até R$1.000,00 (hum mil reais), posto à disposição de sua IES pela TMT-Motoco do Brasil, para o custeio da produção de seu protótipo e o transporte/remessa do mesmo até o local de teste.

Os três primeiros colocados no ensaio final dos protótipos são contemplados com os seguintes prêmios em dinheiro: R$5.000,00 (cinco mil reais), R$3.000,00 (três mil reais) e

R$2.000,00 (dois mil reais), respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro colocados no concurso.

Prazos Estabelecidos para o Exercício de 2004

Data limite para a entrega ou remessa por SEDEX do projeto individual do TMT-ICT, exercício 2004: 15 de junho de 2004.

Divulgação dos nomes dos autores dos 10 projetos selecionados para a fase protótipo: 13 de agosto de 2004.

Assinatura de contratos e liberação das quotas de apoio para a construção e transporte dos protótipos: semana de 16 a 21 de agosto de 2004.

Data limite para a entrega ou remessa do protótipo individual do TMT-ICT, exercício 2004: 15 de outubro de 2004.

Período para o ensaio dos protótipos, exercício 2004: 18 a 22 de outubro de 2004.

Período para o agendamento da sessão solene de encerramento e premiação do Programa TMT-Motoco de Incentivo à Criatividade Tecnológica, exercício 2004: entre 1º e 30 de novembro de 2004.

2.4 Resultados do Programa TMT-ICT em 2004

Inscreveram-se 57 interessados, mas apenas 27 projetos foram entregues em conformidade com as condições estabelecidas. O plano original previa a seleção de 10 projetos para a segunda fase, mas em função de um múltiplo "quase empate técnico" nas últimas posições, foram selecionados 14 projetos para a segunda fase. Os 14 protótipos resultantes são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Conjunto dos 14 protótipos no exercício 2004

Esperava-se alguma diversidade para os resultados da solução de um problema tecnológico como este. Mas a diversidade resultante foi extraordinária, servindo muito bem para demonstrar a diferença que existe entre a solução unívoca de um problema das ciências exatas e a solução de um problema tecnológico.

Considerando-se, por exemplo, a massa dos protótipos, os limites foram 0,756 kg, para o mais leve, e 41,2 kg, para o mais pesado. Os tamanhos também variaram bastante; o trocador de calor mais longo tinha 1,6 m de comprimento, enquanto que o mais curto tinha 18 cm de comprimento. O índice de mérito f variou entre 2,42 ^{o}C/kg kPa e 0,111 ^{o}C/kg kPa. Mas uma dentre estas diversas soluções era "a melhor", considerando-se as restrições impostas.

A figura 2 mostra o trocador de calor desenvolvido pelo estudante Giovanni F. Bernardo, do Centro Universitário FEI, que revelou nos testes um valor de f igual a 2,42 ^{o}C/kg kPa e ganhou o primeiro prêmio.

Figura 2 – Protótipo que conquistou o primeiro lugar

A figura 3 mostra os três produtos premiados. O da direita foi desenvolvido pela estudante Paola Scarassatti e ganhou o segundo prêmio, com f = 1,15 ^{o}C/kg kPa; o do topo foi desenvolvido pelo estudante Leandro Iezzi e ganhou o terceiro prêmio, com f = 0,609 ^{o}C/kg kPa. Ambos eram estudantes do curso de engenharia mecânica na Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

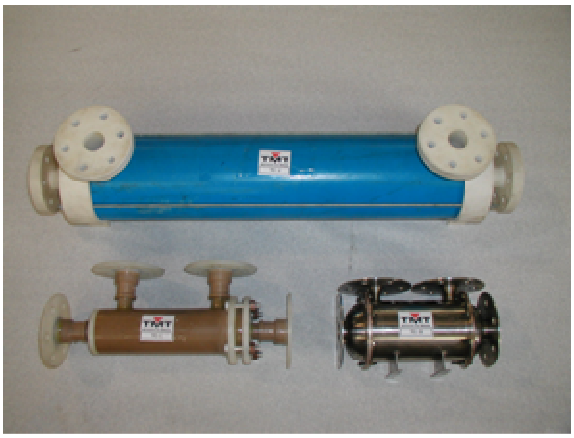

Figura 3 – Os três "melhores" protótipos

2.5 Memorial Descritivo do Projeto para o Exercício 2005

Para o exercício de 2005, com a empresa já em regime de produção, foram escolhidos dois temas que envolviam a utilização de produtos TMT-Motoco, em combinação com outros componentes, abrindo caminho para a concepção de possíveis novos produtos.

A tarefa de compor um novo produto a partir da combinação otimizada de componentes, em sua maioria já existentes no mercado, é um modelo pedagógico muito interessante para o desenvolvimento da atividade de síntese, habilidade fundamental para o bom projetista.

Os dois temas apresentados a seguir foram abertos à participação individual de estudantes de graduação de qualquer curso superior de Engenharia ou Tecnologia do país. Pelo teor dos mesmos, esperava-se uma forte participação de estudantes das áreas Agrícola, Agronômica, Ambiental, Civil, Florestal, Mecânica, e de Produção.

Da mesma forma que no exercício 2004, durante o primeiro semestre de 2005 os estudantes participantes desenvolveriam os seus projetos, que seriam analisados em julho. Na seqüência, os autores dos melhores projetos fariam jus ao apoio financeiro para o desenvolvimento dos protótipos respectivos. Estabeleceu-se que em 2005 se construiriam 10 protótipos, divididos entre os dois temas proporcionalmente aos números dos projetos apresentados para cada tema.

Os dois Temas para 2005

Os dois temas para o exercício 2005 foram os seguintes:

- Tema 1: Um conjunto autônomo portátil para a alimentação de sistemas de irrigação por aspersão, e
- Tema 2: Um conjunto emergencial autônomo portátil para o combate a incêndio.

Nos dois casos, os participantes deveriam estudar a composição mecânica de um motor a combustão interna fabricado pela TMT-Motoco, com uma bomba hidráulica disponível no mercado nacional ou projetada pelo próprio aluno. Cada tema exigiria para a definição do projeto, a especificação de componentes complementares, definidos mais à frente.

Da mesma forma que no exercício anterior, definiu-se para cada tema um índice de mérito f que deveria ser maximizado.

Tema 1: Conjunto para Alimentação de Sistema de Irrigação por Aspersão

Tendo em vista a compatibilização dos dois temas, o sistema de irrigação deverá operar por aspersão, mesmo considerando-se o fato de a irrigação por aspersão exigir consumos maiores de água do que outras alternativas.

Os interessados deverão desenvolver o projeto de um conjunto moto-bomba autônomo, cuja função é o abastecimento de água para um sistema de irrigação por aspersão. Para tanto, utilizarão um motor de combustão interna fabricado pela TMT-Motoco do Brasil, escolhido da seguinte lista:

Formula LV 148EA (LEV90), Formula OV195EA e Formula LV 195EA (LEV120), cujas características técnicas estão no *site* http://www.tmt-motoco.com.br/produtos.htm.

O motor selecionado deverá ser acoplado a uma bomba hidráulica escolhida dentre as ofertas comerciais encontradas no mercado nacional, de fabricação nacional ou importada, ou projetada pelo próprio aluno.

Faz parte do projeto o mecanismo de acoplamento entre o motor e a bomba, assim como eventuais modificações mecânicas necessárias para que a bomba possa operar em condições adequadas quando acoplada ao motor escolhido.

O projetista escolherá também o aspersor comercial (tipo, marca e modelo) que deverá operar com o conjunto. A condição de operação da bomba, determinada pela rotação e potência do motor, determinará o número de aspersores que, teoricamente, poderiam ser municiados com o conjunto.

O ensaio final do protótipo se fará com um único aspersor operando com pressão e vazão de projeto. No ensaio, o conjunto moto-bomba operará com vazão plena, da qual uma parcela (a vazão nominal de projeto do aspersor escolhido) fluirá para o mesmo, enquanto que a vazão restante será derivada e descartada. Nesse ensaio serão medidas a vazão total bombeada Q e a vazão descartada Q_d, o que permitirá a determinação indireta, em condições de

operação, da vazão de aspersão Q_a. Será medido também o alcance da aspersão, caracterizado por um raio médio de alcance *R*.

O conjunto moto-bomba poderá ser estacionário, apoiado no solo, ou flutuante. O ensaio final deverá ser concebido de forma a não beneficiar um tipo sobre o outro. Para tanto, o posicionamento do conjunto estacionário se fará com a tomada de água da bomba localizada em cota idêntica à do reservatório de alimentação.

A definição para o índice de mérito do conjunto é a seguinte:

$$f = \frac{QR}{PM} \tag{2}$$

em que,

- *Q* é a vazão total bombeada, (L/h), um benefício;
- *R* é o raio médio de alcance, (m), outro benefício;
- *P* é a potência nominal do motor escolhido, (HP), proporcional ao custo capital e ao custeio; e
- *M* é a massa do conjunto moto-bomba final, (kg), proporcional ao custo capital.

O valor de *R* será computado nos testes como a média aritmética dos raios R_1, R_2, ..., R_8, medidos na horizontal, radialmente, a partir da localização do aspersor, A, até os limites da mancha de molhamento sobre piso horizontal.

As direções 1, 2, ..., 8 correspondem, como na figura 4, às orientações N, S, E, O, NE, NO, SO e SE.

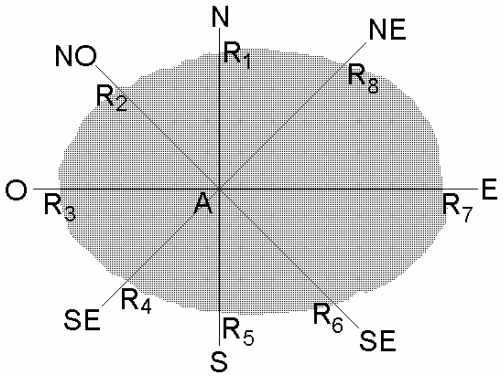

Figura 4 – Alcance da aspersão

Cada projeto deverá ser apresentado acompanhado do memorial de cálculo correspondente. O memorial de cálculo deverá incluir, explicitamente, todas as variáveis que comparecem na expressão que define o índice de mérito do projeto, avaliadas nas condições previstas para o ensaio final do protótipo. O índice de mérito previsto, respeitadas as unidades de medida definidas na sua definição, deverá ser apresentado pelo projetista.

Tema 2: Conjunto para Alimentação de Sistema de Combate a Incêndio

Os interessados deverão desenvolver o projeto de um conjunto moto-bomba autônomo, cuja função é o abastecimento de água para um sistema emergencial de combate a incêndio, pressurizando uma mangueira e bocal do tipo agulheta. Para tanto, utilizarão um motor de combustão interna fabricado pela TMT-Motoco do Brasil, escolhido da seguinte lista:

Formula LV 148EA (LEV90), Formula OV195EA e Formula LV 195EA (LEV120), cujas características técnicas estão no *site* http://www.tmt-motoco.com.br/produtos.htm.

O motor selecionado deverá ser acoplado a uma bomba hidráulica escolhida dentre as ofertas comerciais encontradas no mercado nacional, de fabricação nacional ou importada, ou projetada pelo próprio aluno.

Fazem parte do projeto o mecanismo de acoplamento entre o motor e a bomba, assim como eventuais modificações mecânicas necessárias para que a bomba possa operar em condições adequadas quando acoplada ao motor escolhido.

O competidor projetará ou escolherá (tipo, marca e modelo) o bocal do tipo agulheta que deverá operar com o conjunto. Se a opção for a aquisição de um bocal comercial, o projetista poderá optar por modificá-lo geometricamente, através de usinagem, assim como melhorar a qualidade do acabamento superficial da parte interna do bocal.

O ensaio final do protótipo se fará com um único bocal operando com pressão e vazão de projeto. Nesse ensaio serão determinadas a vazão total bombeada Q_j e o alcance horizontal do jato, A_j, quando lançado com ângulo de 45º com o plano horizontal (vide figura 5). O bocal (ou esguicho) agulheta deverá ser acoplado a uma mangueira padrão para combate a incêndio, com 10,0 metros de comprimento e diâmetro nominal de 1½ polegada.

Estes são dois parâmetros importantes para a definição dos benefícios conseguidos com o sistema. O alcance do jato depende de sua velocidade inicial V_j; por outro lado, não basta o jato ter um grande alcance se não tiver, também, a capacidade de resfriar e neutralizar o foco do incêndio, para o que a vazão de água é fator determinante.

A definição para o índice de mérito do conjunto é a seguinte:

$$f = \frac{Q_j A_j}{PM} \tag{3}$$

em que,

- Q_j é a vazão total bombeada, (L/h), um benefício;
- Aj é o alcance horizontal com ângulo de 45º, (m), outro benefício;
- P é a potência nominal do motor escolhido, (HP), proporcional ao custo capital e ao custeio; e
- M é a massa do conjunto moto-bomba final, (kg), proporcional ao custo capital.

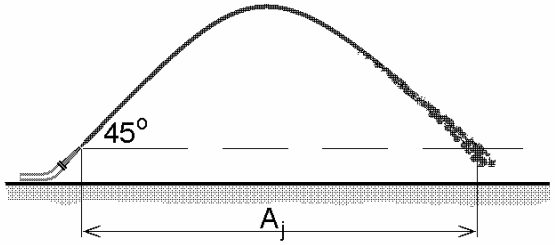

Figura 5 – Alcance do jato

O conjunto moto-bomba poderá ser estacionário, apoiado no solo, ou flutuante. O ensaio final deverá ser concebido de forma a não beneficiar um tipo sobre o outro. Para tanto, o posicionamento do conjunto estacionário se fará com a tomada de água da bomba localizada em cota idêntica à do reservatório de alimentação.

Cada projeto deverá ser apresentado acompanhado do memorial de cálculo correspondente. O memorial de cálculo deverá incluir, explicitamente, todas as variáveis que comparecem na expressão que define o índice de mérito do projeto, avaliadas nas condições previstas para o ensaio final do protótipo. O índice de mérito previsto, respeitadas as unidades de medida definidas na sua definição, deverá ser apresentado pelo projetista.

Considerações sobre a Execução do Programa, Cronograma e a Premiação

À semelhança do que se fez em 2004, o prazo estabelecido para a entrega ou a postagem do projeto foi o dia 11 de julho de 2005. Como prazo para postagem ou entrega dos protótipos estabeleceu-se o dia 7 de novembro de 2005.

Todos os participantes que tiveram seus projetos aceitos para correção, isto é, que cumpriram normas e prazos, receberam um certificado de participação no Programa TMT-ICT, fase Projeto.

Todos os participantes selecionados para a fase Protótipo do Programa TMT-ICT receberam certificados de menção honrosa, assim como as suas Instituições de Ensino e os seus professores orientadores.

Os autores dos protótipos selecionados em primeiro lugar no Tema 1 e no Tema 2 receberam certificados específicos e prêmios em dinheiro no valor de R$5.000,00; os autores dos protótipos selecionados em segundo lugar no Tema 1 e no Tema 2 receberam certificados específicos e prêmios em dinheiro no valor de R$2.000,00.

Os Testes dos Protótipos

Conforme foi especificado no memorial e em notas técnicas enviadas aos participantes, os protótipos foram ensaiados no campo experimental montado por uma equipe técnica nas dependências da TMT-Motoco do Brasil, em Campo Largo, Paraná.

A fotos seguintes ilustram operações de teste realizadas com alguns dos protótipos.

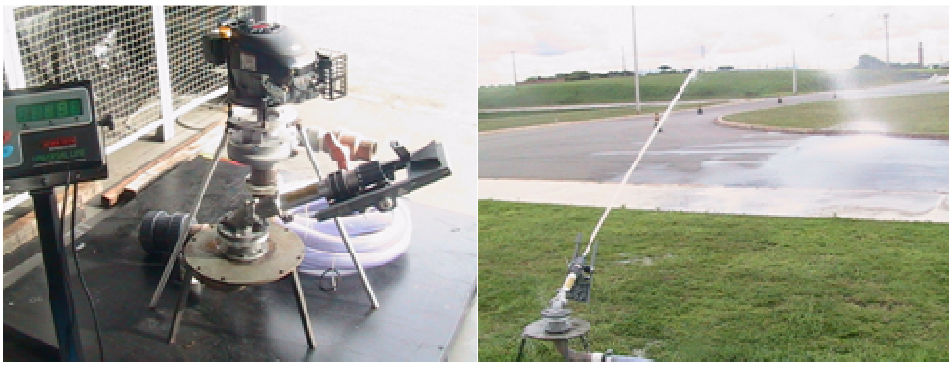

Figura 6 - Protótipo da aluna Paola Scarassatti Sant'Anna, da EESC-USP

Figura 7 - Protótipo do aluno Roberto Vendramini Polizeli, da UFSCar

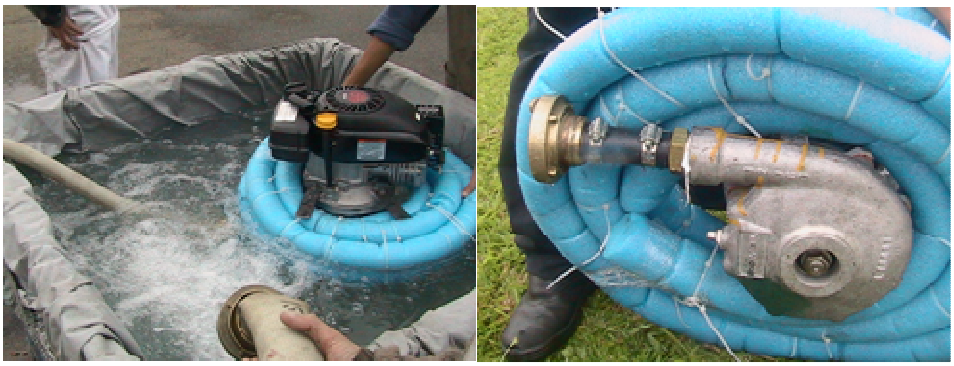

Figura 8 - Protótipo do aluno Rafael da Silveira Moreira, da UNITAU

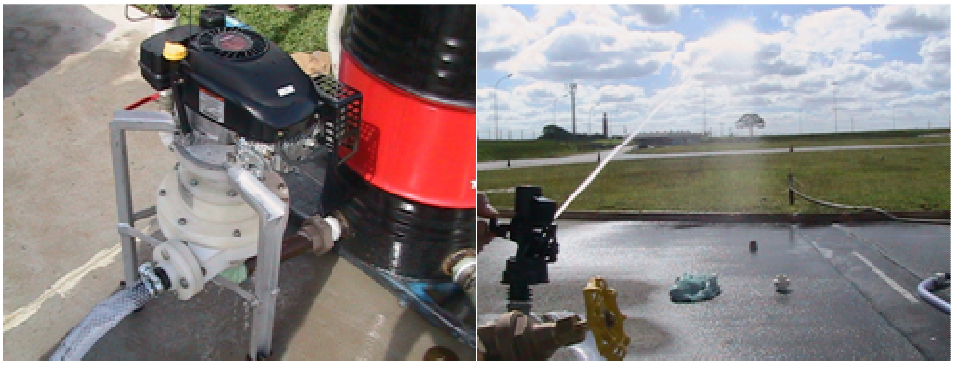

Figura 9 - Protótipo do aluno Marcos Picolo Garcia, da UNISANTA

É interessante observar-se, assim como aconteceu no exercício de 2004, a diversidade das soluções tecnológicas apresentadas. Há, por exemplo, sistemas estacionários montados sobre estrutura fixa no solo, ou montados sobre carrinho móvel, assim como sistemas flutuantes.

Com base nos dados levantados nos ensaios, foram declarados vencedores do Programa TMT-ICT 2005, Daniel Alejandro Hidalgo Cerda, no tema Combate a Incêndio, e Paola Scarassatti Sant'Anna, no tema Irrigação, ambos da Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Foram agraciados com os prêmios relativos à segunda colocação os acadêmicos Rodrigo Luciano Domingos, da Universidade Santa Cecília, no tema Combate a Incêndio, e Giovanni Francisco Bernardo, do Centro Universitário da FEI, no tema Irrigação.

Na tabela 1 estão apresentados os parâmetros de projeto (1ª linha) e os correspondentes valores medidos nos ensaios (2ª linha), para os quatro competidores premiados.

Tabela 1 – Resultados dos quatro protótipos vencedores

Competidor	Aplicação	M (kg)	Q_j ou Q (L/h)	A_j ou R (m)	P (hp)	f $(\frac{L/h \cdot m}{hp \cdot kg})$
Daniel A. H. Cerda	Comb. a Incêndio	*	*	*	*	4967
		31,0	15440,7	23,7	3,6	3288
Rodrigo L. Domingos	Comb. a Incêndio	31,3	18250,0	55,9	7,0	4659
		32,0	14065,3	26,9	5,2	2261

Paola S. Sant'Anna	Irrigação	49,4	38000,0	44,0	5,0	13538
		49,5	16605,2	19,4	3,6	1818
Giovanni F. Bernardo	Irrigação	60,5	28000,0	33,0	7,3	2107
		78,5	22988,1	29,5	5,2	1652

Notas: Para cada competidor, na linha superior está o valor de projeto e na linha inferior está o valor medido na operação do protótipo. Células marcadas com * correspondem a valores não declarados no projeto.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas durante a realização das duas etapa, em 2004 e em 2005, do Programa TMT-Motoco de Incentivo ao Desenvolvimento Tecnológico envolveram centenas de participantes, professores e alunos das diversas escolas, diretores, engenheiros, técnicos e agentes administrativos da empresa TMT-Motoco, jornalistas, agentes publicitários e muitas outras pessoas em diferentes funções e capacidades.

Na apreciação de todos que opinaram sobre o Programa, ele foi uma experiência muito bem sucedida quanto à união de oportunidades para o desenvolvimento de produtos, idéias e, principalmente, pessoas.

Cabem enormes agradecimentos a todos. Em particular, à Direção Superior da TMT-Motoco, da época, que anteviu o potencial do Programa e se dispôs a apoiá-lo durante os dois anos em que se cumpriu o ciclo virtuoso descrito neste trabalho.

Saibam, possíveis interessados, que as idéias continuam vivas para a sua aplicação em outras áreas do espectro tecnológico, com iguais ou melhores perspectivas de feliz desempenho. As pessoas, de quem muitas dessas idéias emergiram, também estão prontas para novos desafios na fronteira do desenvolvimento educacional e tecnológico.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉS, O.A., "Breve Comunicación sobre Estudios y Experiencias Realizadas Acerca del Estimulo y Desarrollo de la Creatividad", **Anales**: *Nuevos Metodos para la Enseñanza de la Ingeniería, UNESCO – UPADI – UNSJ*, San Juan, Argentina, 1982.

"ENGINEERING EDUCATION 2001 – The Samuel Neaman Institute - Technion Report", *Engineering Education*, Vol. 78, No 2, Nov. 1987, pp. 105-123.

ESHGHY, S., "Engineering Design Contest", ***Bulletin of Mechanical Engineering Education***, Vol. 5, No 3, July-September 1966, pp. 187-190.

GAYLORD, E.W. and Zorowski, C.F., ***Mechanical Engineering***, Vol 84, No 30, 1962.

GIORGETTI, M.F. and Dantas, V.G., "O Concurso de Projetos como Incentivo ao Ensino/Aprendizagem da Arte do Projeto nos Cursos de Engenharia", **Anais**: *XI COBEM*, 1991.

GIORGETTI, M.F., "The Design Contest as a Teaching Tool in Engineering Education", **Proceedings**: *Interamerican Conference on Eng. Education*, Cincinnati, Ohio, US, June 1992.

GREGSON, P.H. and Little T.A., "Designing Contests for Teaching Electrical Engineering Design", ***Int. J. Eng. Ed.***, Vol. 14, No. 5, 1998, pp. 367-374.

ZOROWSKI, C.F. and Gaylord, E.W., ***Mechanical Engineering***, Vol. 85, No 34, 1963.

THE DESIGN AND PROTOTYPE CONTEST AS AN EDUCATIONAL ACTIVITY AND A TOOL FOR ENGINEERING JOB SELECTION

Abstract: *The pedagogical strategy known as Design Contests has been used with success in many countries to foster the development of abilities and attitudes necessary for the art and technology of design, seen as essential for the engineer. This paper describes the structure of a Design Contest,which is followed by a Prototype Contest, offered to undergraduate Engineering and Engineering Technology students in Brazil. The event, known as the TMT-Motoco Program for the Incentive of Technological Creativity, operated for two academic years, 2004 and 2005. For each year an engineering design contest, open to engineering and engineering-technology students of all schools in the country, was run, followed by the building of the best designs. In the two phases, design and prototype, the selection of the best products was based upon the optimization of a figure of merit which emulates a benefit/cost ratio. One of the functions of the program was the job selection for a participating industry, the TMT-Motoco.*

Key-words: *Creativity, Design Contest, Engineering and Engineering Technology, Prototype Contest, job selection.*