

# PROJETO PONTE DE MACARRÃO APLICADO AOS ALUNOS INGRESSANTES NA ESCOLA DE ENGENHARIA MAUÁ

Luiz Roberto Marim<sup>1,2</sup> – [marim@maua.br](mailto:marim@maua.br)

Arnaldo Dal Pino Junior<sup>2</sup> – [dalpino@ita.br](mailto:dalpino@ita.br)

Rodrigo Cutri<sup>1</sup> – [rodrigo.cutri@maua.br](mailto:rodrigo.cutri@maua.br)

1. Escola de Engenharia Mauá  
Centro Universitário - Instituto Mauá de Tecnologia – Ciclo Básico  
Praça Mauá, 01  
09580-900 – São Caetano do Sul – SP
2. Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA  
Departamento de Ciência Tecnologia Aeroespacial  
Praça Marechal do Ar, 01  
São José dos Campos - SP - Brasil

**Resumo:** Desde 2002, o curso de engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia recebe seus calouros durante a primeira semana de aulas com diversos eventos desenvolvidos com o objetivo de realizar atividades relacionadas ao curso de engenharia, promover a integração entre os calouros e apresentar o Campus. Uma das atividades dessa semana consiste na construção, pelos alunos, de uma ponte de macarrão. Esta atividade, realizada em equipes, visa promover a integração dos alunos e conscientizá-los, desde o primeiro dia de aula, que planejamento é fundamental para qualquer atividade da engenharia. Este trabalho descreve a estrutura física e metodologia aplicadas e os resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Ponte de Macarrão, Primeira Semana, Recepção aos Calouros.

**Abstract:** Since 2002, the engineering course of Mauá Institute of Technology welcomes its freshmen during the first week of classes with several events developed in order to carry out activities related to engineering course, promote integration among freshmen and submit the Campus. One of the activities this week consists of the construction by students of a bridge noodle. This activity, carried out in teams, aims to promote the integration of students and educate them, from the first day of class, that planning is fundamental to any engineering activity. This paper describes the physical structure and methodology used and the results obtained.

**Keywords:** Spaghetti Bridge, First Week, Reception to freshmen.

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2001, foi proposta uma série de atividades aplicadas aos estudantes matriculados na primeira série dos cursos de Engenharia da Escola de Engenharia Mauá (EEM). Desde então, esse projeto, denominado "Projeto Primeira Semana", é composto por palestras, atividades práticas em equipes e visitas guiadas no Campus de São Caetano do Sul. O "Projeto Primeira Semana" tem como objetivos apresentar ao calouro problemas simples de engenharia, estimular a solução analítica de problemas de Matemática e Física com conhecimentos anteriormente adquiridos, apresentar o Campus e promover a integração dos calouros.

E, desde 2011, dentre as atividades desenvolvidas com os calouros, é realizado o projeto Ponte de Macarrão.

## 2. PROJETO PONTE DE MACARRÃO

A aplicação da atividade de Ponte de Macarrão é bem conhecida nos cursos de estática (BUFFONI, FAÍSCA, 2008), (KRIPKA, *et al.*, 2010), (MERIZIO, SOUZA, 2008), (WATANABE, *et al.*, 2010) assim como em competições nacionais e internacionais (GONZÁLEZ, *et al.*, 2005), (OKANAGAN, 2009), (UFRGS, 2013). Dentre as diversas variações da atividade, a Ponte de Macarrão já foi aplicada a alunos do ensino médio (MERIZIO, SOUZA, 2008), disciplinas anuais como Introdução à Engenharia, que exploram os diversos aspectos técnicos do projeto, inclusive a interação mais detalhada entre disciplinas e alunos de diversos anos (WATANABE, *et al.*, 2010), grupos de pesquisa (BUFFONI, FAÍSCA, 2008) ou, mais especificamente, para alunos do curso de Engenharia Civil (KRIPKA, *et al.*, 2010). Este trabalho apresenta uma versão adaptada da aplicação do projeto Ponte de Macarrão, em um único dia, para os calouros da Escola de Engenharia Mauá, durante a primeira semana de aula.

Para o desenvolvimento da atividade foram estabelecidas as seguintes premissas:

- O aluno deve utilizar os conhecimentos prévios adquiridos no ensino médio.
- Promover a integração entre os alunos e a competição produtiva entre as equipes.
- Estimular a criatividade, a pesquisa de soluções para um problema proposto e o aprendizado inicial de uma metodologia de projeto.
- É permitido um estudo prévio do projeto pela internet. Sem, no entanto, utilizar o necessário rigor do modelamento matemático.
- A construção deve ser feita com materiais de fácil utilização e concedidos com quantidade finita, de modo a promover a conscientização ambiental e percepção da necessidade do planejamento adequado dos recursos.

A estrutura proposta no projeto é de construir uma ponte treliçada com quantidade limitada de macarrão espaguete (250 g) e de cola de silicone aplicada com uma pistola de cola a quente. A estrutura (Fig.1) deve:

- ultrapassar um vão de 40 cm
- ter largura no máximo de 10 cm
- altura total máxima de 30 cm
- ter massa máxima de 250 gramas

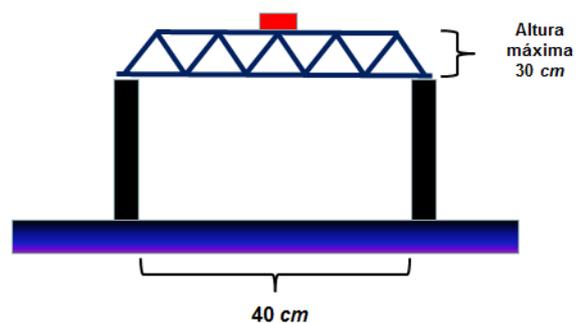


Fig.1 – Visão geral do projeto.

A estrutura da ponte deve prever um local para colocação de um suporte metálico que irá sustentar as cargas de teste, que serão aplicadas no centro da ponte, até sua ruptura.

Após a apresentação da proposta do projeto, foram transmitidos aos estudantes os conceitos e ferramentas necessárias para a construção da estrutura, como equilíbrio de estruturas e tipos de esforços (tração, compressão e torção) e modelos de construção (Fig.2).

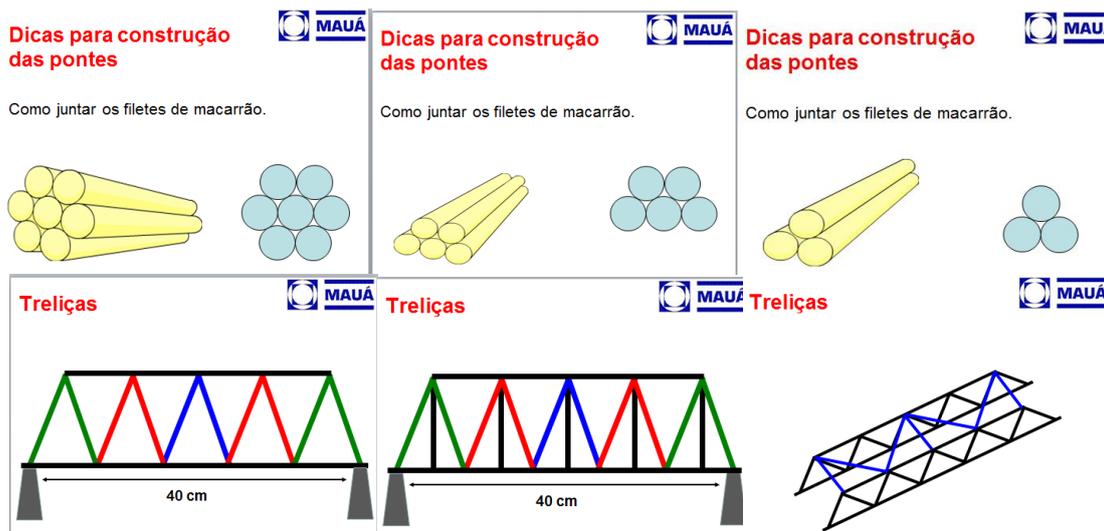


Fig.2 – Dicas para a construção da ponte de macarrão.

### 3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA ATIVIDADE

#### 3.1 Treinamento do Corpo Docente

As atividades são ministradas por pares de professores em cada sala de aula. Para que essas apresentações fossem uniformizadas, devido à quantidade dos professores envolvidos, foi proposta uma sessão de treinamento, quando os professores receberam as instruções e assistiram uma apresentação sobre os objetivos e a condução dos estudantes para a atividade de construção da ponte de macarrão.

#### 3.2 Aplicação da atividade

A atividade foi aplicada à cerca de 1600 estudantes ingressantes no 1º ano dos cursos de Engenharia. Assim, de modo a promover a adequada acomodação desse efetivo, os estudantes foram divididos em equipes com 4 componentes cada.

Cada equipe recebeu:

- 300 g de macarrão espaguete furado 5.
- uma placa de madeira (madeirite) de 30 cm x 40 cm para servir como base para colagem do macarrão.
- uma pistola para aplicação da cola quente.
- quatro filetes de cola quente.
- uma trena de 3 metros.
- uma serrinha Starrett.

As equipes receberam as instruções gerais sobre os requisitos do projeto no dia anterior à atividade, durante a apresentação geral da instituição aos calouros. Deste modo, os estudantes interessados poderiam investigar sobre a ponte de macarrão em sites da internet e já pensarem previamente em seus projetos. O tempo total da atividade é de cerca de 3h e meia para montar a estrutura.

Uma vez concluída a estrutura da ponte de macarrão, os estudantes se deslocaram para o ginásio de esportes onde foi medida a massa da estrutura e também verificadas as

especificações dimensionais estabelecidas no projeto. Em seguida, cada ponte foi submetida a cargas progressivas, aplicadas ao centro, de modo a testar sua capacidade.

Cada equipe foi classificada pelo fator de desempenho ( $F$ ) da ponte, definido pela razão entre a massa suportada e a massa própria da ponte. A equipe melhor classificada em cada sala foi premiada com uma medalha e nota dez na atividade. A fim de incentivar e estimular a competição produtiva entre os estudantes, as demais equipes receberam notas proporcionais ao desempenho sendo seis a menor nota.

No início e no término da atividade, os estudantes receberam um questionário sobre os atributos desejados de um engenheiro, cujo propósito foi avaliar como a atividade mudou a percepção dos estudantes quanto ao preparo necessário ao engenheiro para o desenvolvimento de um projeto de engenharia. Os quesitos foram avaliados de 0 a 5, quanto ao grau de importância que cada estudante atribuiu a cada um dos atributos elencados. A tabela 1 apresenta os atributos avaliados pelos alunos.

Tabela 1 – Atributos desejáveis de um Engenheiro.

<b>Atributos desejáveis</b>	
Agilidade	Flexibilidade
Atenção a detalhes	Gosto pela pesquisa e pelos estudos
Capacidade de adaptação a novas situações	Habilidade para trabalhar em equipe
Capacidade de comunicação	Interesse em construir coisas
Capacidade de concentração	Interesse pelas ciências
Capacidade de decisão	Interesse pelo funcionamento das coisas
Capacidade de organização	Interesse por computadores
Capacidade de resolver problemas práticos	Interesse por novas técnicas e tecnologias
Criatividade	Raciocínio abstrato desenvolvido
Curiosidade	Raciocínio espacial desenvolvido
Facilidade para matemática	Senso prático

Observa-se pela tabela 2, que após a aplicação da atividade houve um aumento considerável na percepção dos estudantes quanto ao fato de que os engenheiros devem desenvolver atividades com agilidade (observância de prazos), organização (planejamento e distribuição de tarefas), inovação (diferentes soluções para um mesmo problema) e capacidade de decisão (decisão em equipe e consensual) denotando assim uma melhor percepção dos alunos quanto aos atributos necessários a um engenheiro.

Tabela 2 - Aumento percentual na percepção dos atributos necessários a um engenheiro.

<b>Atributos</b>	<b>Aumento percentual na percepção (%)</b>
Agilidade	42
Raciocínio espacial desenvolvido	19
Capacidade de organização	18
Interesse por novas técnicas e tecnologias	12

Paralelamente ao questionário aplicado, foi avaliada a satisfação dos alunos quanto ao projeto da Ponte de Macarrão. Os resultados indicam que todas as equipes conseguiram realizar a atividade, e que aproximadamente um terço dos estudantes não tinha ciência de competições deste tipo. Cerca de 90 % dos estudantes aprovaram a realização da atividade, apesar de considerá-la de média complexidade (60 %).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As atividades do projeto despertaram grande interesse e envolvimento dos estudantes, que foram capazes de trabalhar em conjunto e verificar que um bom projeto de engenharia começa com um planejamento adequado.

A atividade se mostrou viável de ser realizada em um único dia (aproximadamente 3 horas e meia), além de possuir baixo custo: e, deste modo, pode ser facilmente replicada em outras instituições.

Os alunos tiveram a oportunidade de se integrar enquanto equipe e terem uma melhor percepção dos atributos necessários ao engenheiro que pretendem se tornar. Dos materiais utilizados ainda foi possível despertar o sentimento de sustentabilidade visto que os alunos deveriam utilizar somente os materiais fornecidos pela organização da atividade, além de que os materiais remanescentes foram doados a instituições de caridade locais constituindo-se assim uma ação de responsabilidade social institucional.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BUFFONI, S.S.O.; FAÍSCA, R.G. - Modelos didáticos de sistemas estruturais reduzidos através da construção de pontes de macarrão – XXXVI – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2008 – São Paulo, SP, Brasil.

GONZÁLEZ, L. A. S.; MORSCH, I. B.; MASUERO J. R. Didactic Games in Engineering Teaching - Case: Spaghetti Bridges Design and Building Contest. Ouro Preto: 18th International Congress of Mechanical Engineering, 2005.

KRIPKA, M.; KRIPKA, R.M.L.; PRAVIA, Z.C.; PEREZ, C.A.S. - Competição de pontes de espaguete do curso de Engenharia Civil da UPF: consolidação da atividade acadêmica e sua extensão ao ensino médio. – XXXVIII – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2010 – Fortaleza, CE, Brasil.

MERIZIO, A.D.; SOUZA, C.A. Pontes de macarrão e o ensino de estática. Física na Escola, v. 11, n. 2, 2010

WATANABE, F. Y.; OGASHAWARA, O.; MONTAGNOLI, A.N.; RUBERT, J.B. - Desenvolvimento de atividades de projeto nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia” – XXXVIII – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2010 – Fortaleza, CE, Brasil.

OKANAGAN COLLEGE. Spaghetti Bridge Contest History: Heavyweight. Spaghetti Bridge Contest. (2009).

Site competição de pontes de espaguete - UFRGS –

<http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/papo.html> - acessado em abril de 2013.