

COMPETIÇÃO DE PONTE DE MACARRÃO COMO TRABALHO EFETIVO DOS ALUNOS NA DISCIPLINA PROJETO DE INTEGRAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE MATERIAIS

SPAGHETTI BRIDGE COMPETITION AS AN EFFECTIVE LEARNING PROJECT IN THE INTEGRATIVE STRENGTH OF MATERIALS COURSE

Rita de Cássia Marques Franco - ritadecassia.franco@aluno.facmais.edu.br
Faculdade Mais de Ituiutaba

Nicolly da Costa Maia - nicoly.maia@aluno.facmais.edu.br
Faculdade Mais de Ituiutaba

Nycole Martins Sales - nycole.sales@aluno.facmais.edu.br
Faculdade Mais de Ituiutaba

Vinicius Felipe de Sousa Rocha - viniciusfelipe.rocha@aluno.facmais.edu.br
Faculdade Mais de Ituiutaba

Tássia de Souza Gonçalves - tassia@facmais.edu.br
Faculdade Mais de Ituiutaba

RESUMO

O ensino da disciplina de Resistência dos Materiais como projeto integrador é fundamental para estudantes de engenharia, pois proporciona uma compreensão profunda dos princípios que regem a capacidade de suportar cargas e a estabilidade de estruturas. Tradicionalmente, essa disciplina é ensinada com base em teoria e cálculos complexos, muitas vezes desafiando a imaginação dos alunos para visualizar como as forças atuam sobre os materiais. No entanto, uma abordagem que tem sido bastante explorada é a construção de pontes de macarrão como uma alternativa eficaz no ensino da Resistência dos Materiais uma vez que testa a resistência do material quando submetido a esforços. Dessa forma, podemos utilizar a construção de pontes de macarrão como ferramenta valiosa para professores e estudantes, permitindo que os conceitos abstratos de Resistência dos Materiais sejam aprendidos de maneira mais eficaz, enquanto os alunos se envolvem em atividades práticas e desafiadoras que imitam as complexidades do mundo real da engenharia.

Palavras-chave: Projeto integrador. Resistência de Materiais. Pontes de macarrão.

ABSTRACT

Teaching the discipline of Strength of Materials as an integrative project is essential for engineering students, as it provides a deep understanding of the principles governing load-bearing capacity and structural stability. Traditionally, this subject is taught through theory and complex calculations, which often challenge students' ability to visualize how forces act on materials. However, an approach that has been widely explored is the construction of spaghetti bridges, serving as an effective alternative for teaching Strength of Materials by testing material resistance under applied loads. In

this way, the spaghetti bridge project becomes a valuable tool for both instructors and students, enabling abstract concepts of Strength of Materials to be learned more effectively, while engaging students in practical and challenging activities that mirror the complexities of the real engineering world.

KEYWORDS: Integrative project. Strength of Materials. Spaghetti bridges.

1 Introdução

A disciplina de projeto integrador desempenha um papel muito importante no ensino superior e na formação de estudantes em diversas áreas acadêmicas, incluindo engenharia, uma vez que permite que os estudantes apliquem o conhecimento teórico que adquiriram ao longo de seus estudos em situações do mundo real. Isso ajuda a consolidar e aprofundar a compreensão dos conceitos, teorias e princípios aprendidos em outras disciplinas.

Muitos problemas do mundo real são complexos, o que exige a colaboração de especialistas de diferentes campos trabalhando em conjunto para resolução. O projeto integrador frequentemente envolve equipes multidisciplinares, o que prepara os alunos para trabalhar eficazmente em ambientes interdisciplinares, uma habilidade essencial no mercado de trabalho atual. Além disso, os projetos integradores geralmente envolvem a concepção, planejamento, execução e apresentação de um projeto ou solução. Isso permite que os alunos desenvolvam habilidades práticas, como gerenciamento de projetos, trabalho em equipe, resolução de problemas, comunicação eficaz e pensamento crítico.

Uma das maiores dificuldades do professor nessa disciplina é motivar os alunos a modificar o processo de ensino e aprendizagem que ele já está acostumado, baseado no ensino tradicional, em que ele só assiste às aulas. No projeto integrador o aluno é verdadeiramente o protagonista do processo de aprendizagem. A disciplina de resistência dos materiais é muito importante na engenharia civil uma vez que o engenheiro deve conhecer os materiais a serem utilizados e como ele funciona mediante a aplicação de cargas e tensões.

A abordagem através de projetos colabora não só com a aprendizagem como também com a habilidade de trabalhar em equipes na resolução de problemas. Dentre os projetos que poderiam ser abordados a construção de ponte de macarrão foi escolhida como trabalho discente efetivo uma vez que proporciona ao estudante

observar a capacidade de suportar cargas e a estabilidade de estruturas projetadas por ele.

2 Desenvolvimento

Ao escolher como projeto a construção de pontes de macarrão devemos priorizar a seleção de materiais e o design estrutural. Diferentes tipos de macarrão, como espaguete, linguine e lasanha, possuem propriedades mecânicas distintas que afetam a resistência e a estabilidade da ponte. O tipo de cola também pode afetar bastante a resistência do macarrão, portanto, a escolha dos materiais é um elemento-chave no processo de construção uma vez que essas características influenciam como a ponte distribuirá o peso e resistirá às cargas.

As pontes de macarrão são uma oportunidade única de aplicar conceitos de engenharia estrutural na prática. Durante a construção, os estudantes devem considerar princípios como a distribuição de cargas, a tensão e a compressão, a rigidez e a estabilidade para conseguir projetar uma ponte que suporte o máximo de peso possível enquanto mantém sua integridade estrutural.

Outra parte muito importante do processo de construção de pontes de macarrão é a realização de testes e avaliações. Os estudantes geralmente precisam testar suas pontes submetendo-as a cargas crescentes até que ocorra a falha estrutural. Isso fornece dados valiosos sobre a resistência da ponte e ajuda a identificar áreas que podem ser aprimoradas.

Durante a construção e os testes, os estudantes frequentemente enfrentam desafios imprevistos, como deformações, quebras de materiais e instabilidade. O processo de solucionar esses problemas requer criatividade e pensamento crítico, o que é uma parte essencial da experiência de construção de pontes de macarrão. Embora a construção de pontes de macarrão seja uma atividade educativa e divertida, ela também possui aplicações do mundo real. Os princípios de engenharia aprendidos ao criar pontes de macarrão podem ser aproveitados para o projeto e construção de pontes reais. Além disso, essa atividade demonstra a importância da inovação, do trabalho em equipe e da resolução de problemas na engenharia.

3 Metodologia

As competições de macarrão se baseiam na construção de pontes com o objetivo de aguentar a maior quantidade de cargas, para isso é preciso que haja uma

análise estrutural, a fim de identificar o melhor método. Sua aplicação tem como propósito buscar uma melhor compreensão do conteúdo teórico adquirido, diversas universidades procuram introduzir as competições de pontes de macarrão entre os estudantes de engenharia. Inicialmente, a instituição que aplica essa competição é responsável por adotar algumas regras que devem ser seguidas à risca. Os parâmetros iniciais de projeto, respeitando os limites impostos pela competição, foram considerados da seguinte maneira: distância entre apoios de no máximo 60 centímetros e largura de 20 centímetros. A massa total da ponte contando macarrão e cola deve ser de no máximo 750 gramas.

Para determinar a resistência de um fio de macarrão do tipo espaguete foi montada a estrutura representada na Figura 1, os testes de resistência à flexão foram realizados para diferentes marcas de macarrão, sendo a marca Barilla a mais resistente, como já havia sido mencionada na literatura. Para essa marca realizamos testes de flexão para barras construídas com diferentes números de fios e foi observado que a quantidade de carga suportada pela barra aumenta com o aumento de fios de macarrão.

Outro teste realizado foi a utilização de diferentes colas, primeiramente foi utilizada a cola branca, porém como a cola branca demora muito para secar as pontes construídas tinham que ser testadas em outro dia (como a aula era apenas na semana seguinte), quando a turma chegava para fazer o teste a ponte já tinha entortado ou quebrado. Junto com a cola branca também foi aplicada a cola epóxi do tipo massa e a aderência dela com a cola branca não foi boa. O outro tipo utilizado foi a cola de silicone, essa aumentou bastante a resistência e a secagem também foi mais rápida permitindo que os testes fossem realizados no mesmo dia.

Figura 1: Testes de resistência à tração para um fio de macarrão (esquerda) e para 10 fios (direita).



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

A primeira ponte construída teve massa de 140 gramas e aguentou uma carga de 1500 gramas, que corresponde a um fator de aproximadamente 11 vezes. A segunda ponte teve massa de 128 gramas e resistiu 4220 gramas, ou seja aproximadamente 33 vezes sua massa. A partir desses testes os grupos começaram a projetar e construir as pontes para competição utilizando todos a mesma marca de macarrão e o mesmo tipo de cola.

4 Resultados e Discussão

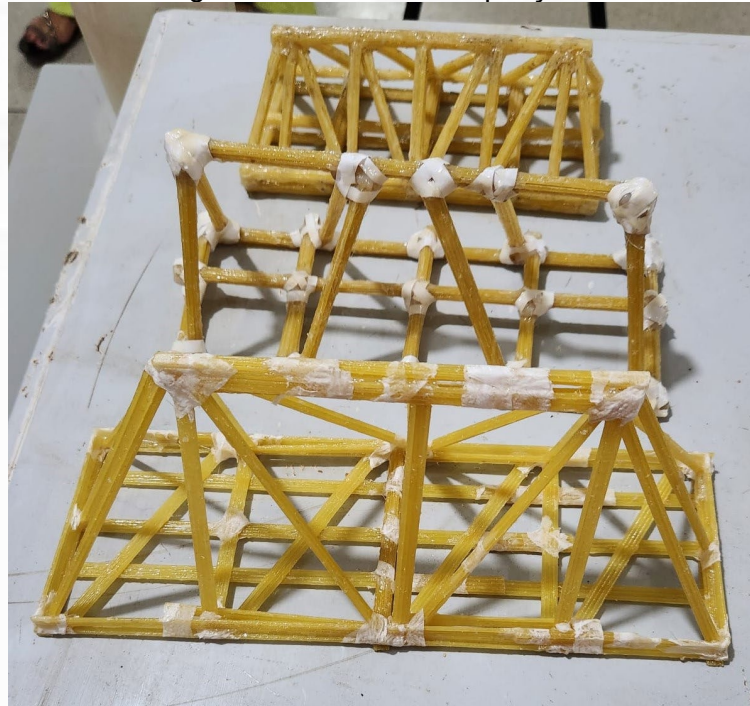
Durante a construção das pontes os alunos encontraram algumas dificuldades e desafios, o primeiro deles foi a escolha da cola. Primeiramente a cola utilizada foi a cola branca, porém em razão das altas temperaturas da nossa região, a secagem da cola era muito demorada, e precisávamos esperar muito tempo para a secagem total, o que fazia com que a estrutura ficasse envergada e muitas vezes se rompesse antes mesmo dos testes de resistência. Para resolver esse problema a cola de silicone foi selecionada para novos testes e foi observado que sua secagem e estabilidade eram muito superiores a da cola branca.

Os testes de carga, nos quais as pontes foram submetidas a forças crescentes até a falha, oferecem uma lição valiosa sobre o comportamento das estruturas sob tensão, através delas foi possível analisar como as cargas são distribuídas, como as tensões se acumulam e como as falhas ocorrem. Isso contribui para uma compreensão mais profunda da teoria das estruturas, bem como da importância de margens de segurança na engenharia.

As estruturas escolhidas pelos grupos foram de diferentes geometrias e a estrutura campeã foi a que apresentou melhor simetria. A relação de carga suportada

por ela foi de 49 vezes sua massa, sendo a massa da ponte 126,6 gramas e massa suportada 6200 gramas.

Figura 2: Pontes da competição.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

5 Considerações finais

A construção de pontes de macarrão como ferramenta de estudo na engenharia civil, demonstrou ser uma ferramenta eficaz para envolver os estudantes no processo de aprendizado. Primeiramente, a construção de pontes de macarrão permite a elaboração de um projeto real, em que os estudantes não apenas aprendem a teoria por meio de aulas expositivas tradicionais, mas eles são incentivados a calcular cargas, estimar tensões e realizar análises estruturais para criar uma ponte que deve suportar um teste de carga real. Isso não apenas possibilita sua compreensão dos princípios de engenharia, mas também demonstra a importância da aplicação prática desses conceitos.

Além disso, a atividade promove habilidades essenciais para a vida profissional. Podemos destacar entre elas o trabalho em equipe, onde os estudantes aprendem a colaborar, compartilhar ideias e resolver conflitos, tudo como parte de um esforço conjunto para atingir um objetivo comum. Essa habilidade de trabalhar em equipe é fundamental na engenharia civil, onde projetos frequentemente envolvem diversas disciplinas e exigem a coordenação de esforços de várias partes.

A construção de pontes de macarrão também é um exercício de solução de problemas. Os estudantes enfrentam desafios inesperados durante o processo de construção, como estruturas que não se comportam como previsto, limitações de orçamento fictício e prazos apertados. Essas dificuldades incentivam a criatividade e a adaptabilidade, habilidades cruciais em um campo onde os problemas reais raramente seguem planos perfeitos.

Os testes de carga proporcionam aos estudantes uma oportunidade única de ver na prática como suas estruturas reagem a aplicação de cargas fornecendo uma valiosa observação sobre a segurança estrutural e a necessidade de garantir que as construções suportem com segurança as cargas previstas, além das margens de segurança.

Referências

ARIAS, A. P. P.; SANTOS, R. N. M. T. INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO SUPERIOR: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA PROPOSTA DE EDGAR MORIN. **Saberes:** Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação, [S. l.], n. 12, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/saberes/article/view/7064>. Acesso em: 19 set. 2023.

DE ALMEIDA, M. C. F. **Apostila de Elementos de Mecânica das Estruturas** – Estruturas Isostáticas. UFRJ, Rio de Janeiro.

GRUPEX, Grupo de Experimentação em Estruturas. **Apostila De Análise Estrutural I**. UFSC. Santa Catarina. Agosto de 2009.

UFRGS. **Competição de Pontes de Espaguete**. Disponível em: <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/index.html> . Acesso em: 27 nov.. 2023.

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