

Aplicações da matemática e da física para a construção de uma ponte treliçada no ensino médio

Applications of mathematics and physics for the construction of a stress bridge in high school

DOI:10.34117/bjdv9n3-163

Recebimento dos originais: 24/02/2023

Aceitação para publicação: 17/03/2023

Marcelo O'Donnell Krause

Doutor em Projetos pela Fundação Universitária Iberoamericana (FUNIBER) - México

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: krausefisico@gmail.com

Davi Pereira Oliveira

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: 026davi@gmail.com

João Luis Arantes Dahlke

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: jlarantesdahike@gmail.com

Ramon Filipe Anjos de Carvalho

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: ramonfilipeac@gmail.com

Sarah Oliveira Krause

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: sarahok06@gmail.com

Yuri Coutinho Costa

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: yuricoutinhoc@gmail.com

Mateus Ramos Dias dos Santos

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: mateusrddsantos@gmail.com

Brisa Moreira da Vitória

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: brisamoreira757@gmail.com

Glauco Santana Ferreira

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: glaucomel123@gmail.com

Lucas Borges da Silva

Ensino Médio Incompleto

Instituição: Serviço Social da Indústria (SESI) - Adonias Filho

Endereço: Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 13, Banco da Vitória, Ilhéus - BA

E-mail: lucasbor9221@gmail.com

RESUMO

Através dos conhecimentos adquiridos pelos alunos nas aulas de matemática e física no que diz respeito aos conteúdos de geometria plana, geometria espacial, força e momento, foi dada a proposta de construir uma ponte treliçada com palitos de churrasco na qual o sistema deveria suportar uma carga inúmeras vezes maior que o seu próprio peso. Os alunos, mesmo sendo do ensino médio, deveriam pesquisar a respeito do equilíbrio, dos esforços e das condições de construção para um sistema treliçado baseados em literaturas das disciplinas básicas dos cursos de arquitetura e engenharia. Os alunos que desenvolveram o projeto e fizeram a sua apresentação numa feira de matemática em uma universidade local fazem parte de um grupo de pesquisa em física aplicada. Este grupo é formado por alunos dos três anos do ensino médio.

Palavras-chave: conhecimentos, matemática, física, ponte treliçada, ensino médio.

ABSTRACT

Through the knowledge acquired by students in mathematics and physics classes regarding the contents of plane geometry, spatial geometry, force and moment, a proposal was given to build a truss bridge with barbecue sticks in which the system should support a load many times greater than its own weight. Students, even in high school, should research the balance, efforts and construction conditions for a truss system based on literature from the basic disciplines of architecture and engineering courses. The students who developed the project and presented it at a math fair at a local university are part of an applied physics research group. This group is made up of three-year high school students.

Keywords: knowledge, math, physics, trellis bridge, high school.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Neves (2014), o triângulo é uma figura geométrica que a partir do momento que as medidas dos lados são fixas, conseqüentemente, as medidas dos ângulos não se alteram. O triângulo quando é submetido a ensaios de tração e compressão consegue manter as suas propriedades. Devido a essa característica única o triângulo é utilizado desde a Antiguidade para os sistemas construtivos mais simples até as mais complexas como é o caso da construção de pontes, na qual se utilizam sistemas treliçados.

Conforme Nirschi (2019), quando se trata de um determinado sistema construtivo, as estruturas são caracterizadas por serem fundamentais e resistentes em todo o processo de construção. Elas são as principais responsáveis pelos esforços, sejam eles de absorção e transmissão quando o sistema é solicitado, trazendo, assim, toda a resistência e segurança que a edificação necessita. Dos elementos estudados para compor a estrutura de uma ponte, as treliças se mostraram muito vantajosas, pois são elementos constituídos por barras unidas por meio de nós e desenvolvem um papel eficiente para receber e transmitir os esforços de tração e compressão.

De acordo com a BNCC, na matemática do Ensino Médio, o foco é construir uma visão integrada e aplicada da Matemática de forma real para os mais diferentes contextos. De certa forma, com referência à realidade, precisamos considerar a bagagem intelectual das vivências diárias dos alunos do Ensino Médio, pois estes são impactados de forma direta com o avançar da tecnologia e por todas as exigências que o mercado de trabalho necessita. Num contexto atual percebe-se a importância dos recursos digitais e do uso das tecnologias, mas para este projeto, além de se fazer necessário à investigação computacional, queremos que o nosso aluno coloque em prática a construção de um sistema treliçado, desafiando suas habilidades motoras e a sua criatividade para compor, além de um projeto resistente, mas também, artístico.

Ainda segundo a BNCC para que os alunos apresentem seus propósitos eles devem ser capazes de ter as habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para que isso ocorra com sucesso eles apresentar um modo de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados.

De acordo com Krause *et al.* (2021), os alunos não conseguem compreender no processo ensino-aprendizagem determinados conteúdos pelo fato de não associarem os mesmos a alguma aplicação prática. E neste trabalho desenvolvido para a construção de um sistema treliçado, foi verificado que o fato de os estudantes estarem construindo de

forma mais participativa o seu aprendizado se tornou mais efetivo. Inclusive compreendendo melhor as aplicações da matemática e da física no que se refere à geometria e a estática.

Tivemos como objetivos para o desenvolvimento deste trabalho aplicar os conhecimentos básicos de Geometria da Matemática e Mecânica da Física para compreender os problemas que são aplicados na Engenharia e Arquitetura, foi proposto, também, projetar um sistema estrutural simples, além, é claro de comunicar e justificar o projeto de forma oral e escrita;

2 O RELATO PROPOSTO

2.1 TRELIÇAS

De acordo com Magalhães (1996), podemos empregar os sistemas treliçados nas mais diversas áreas da construção civil, no que se refere a Engenharia e Arquitetura, pois são estruturas consideradas, de certa forma, simples e com certa vantagem financeira. As treliças podem, também, se apresentar nas mais diversas formas e serem construídas com os mais diferentes materiais, podendo ser visualizada em prédios, galpões e na construção de pontes, que foi a proposta deste trabalho.

As treliças, conforme podemos observar na figura 01, são junções de vários triângulos, ela suporta grandes cargas justamente por ser feita em formato triangular. Um sistema treliçado apresenta alta resistência e segurança, e é frequentemente utilizado em obras de construção civil, como pontes, torres de energia, edifícios e outras construções de maior porte. Por se tratar de triângulos o sistema treliçado se fundamenta em três hastes interligadas, formando a figura geométrica, a escolha dessa forma é baseada em sua resistência e difícil deformação, isso ocorre porque os vértices dos triângulos definem um único plano, dando estabilidade a essas figuras planas, normalmente com angulação de 45° a cada interligação destas hastes, o que proporciona mais força e resistência a impactos. Estas interligações são feitas normalmente feitas através de pinos, soldas, rebites, colas e parafusos, que visam formar uma estrutura rígida. Por ser construídas com materiais baratos como o aço e a madeira, as treliças tornam-se mais práticas e barateiam os custos das obras.

Figura 01: Sistema treliçado utilizado na construção de grandes pontes e viadutos.



Fonte: Simbratec (2020)

3 METODOLOGIA

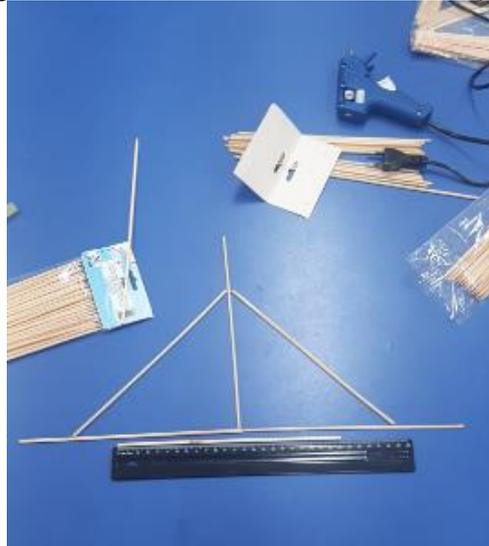
A equipe apresentará uma ponte treliçada indivisível. A ponte deverá ser construída utilizando apenas palitos de madeira (tipo churrasquinho) e cola epóxi do tipo massa (Loctite Durepoxi). Foi utilizada cola quente em pistola para a união das barras nos nós. No peso da ponte foram considerados: a massa dos palitos, as colas utilizadas, o mecanismo de apoio das extremidades. A ponte venceu um vão livre de no mínimo 40 cm, estando apoiada livremente nas suas extremidades, de tal vão livre. Não é admitida a utilização das faces verticais como pontos de apoio da ponte. Para que não houvesse colapso antes da execução do projeto foi colocado apenas uma carga teste de 10 kg sobre a ponte treliça. Cada extremidade da ponte foi prolongada em 20 cm de comprimento além do vão livre.

A metodologia utilizada na construção da ponte surgiu a partir do modelo Warren, sendo uma estrutura retilínea (não curva), que usa formas de triângulos retângulos com ângulos de 45 e 90 graus. O projeto conta com uma ponte treliçada, na qual aguentou 100 vezes o seu próprio peso, sendo ele de 0,5 kg. A ponte foi construída com palitos de churrasquinho (do tipo bambu), conforme a figura 02, e para as junções (na qual chamamos de nó) foi utilizado da massa Loctite Durepoxi (Durepoxi). Antes do processo final, que seria a colagem dos palitos com a massa durepoxi, usamos uma pistola de cola quente para a junção inicial, que serviu para auxiliar na fixação dos palitos para que não saíssem do ângulo que foi posto, com o propósito de não comprometer a estrutura da ponte. Após todo o processo, fizemos testes com pesos, e então, logo depois de arrumarmos o que havia se rompido ou quebrado neste processo, finalizamos tudo com uma camada de verniz.

Com isso foi possível, a partir sua metodologia, garantir que:

- A ponte suportou cem vezes o seu próprio peso numa superfície plana;
- Houve a resistência de trinta e duas vezes o seu próprio peso em um vão de aproximadamente 74 cm;
- O triângulo é a forma mais resistente que podemos ter para a melhor distribuição de força.

Figura 02: Materiais utilizados no sistema treliçado.



Fonte: Dados do projeto, 2022.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos estudos realizados, percebemos que a ponte treliçada, feita por palitos de churrasco, suportou cargas muito superiores ao seu próprio peso. A exemplo dos testes citados, como na Ciranda na Praça e na V Feira de Matemática realizado pela UESC (figura 03), temos que no primeiro evento citado a ponte suportou 35 kg, já na UESC suportou, durante a apresentação do trabalho, 16 kg (uma menor massa foi utilizada a fim de apresentar o projeto sem riscos) e posteriormente o projeto foi capaz de suportar uma carga equivalente a 50 kg, de uma discente da Universidade, em uma superfície plana. O sistema treliçado se mostrou eficiente e resistente, capaz de suportar até 100 vezes o próprio peso e não apenas em forma de maquete, mas também em forma de tamanho real como podemos notar em diversos sistemas construtivos em todo o planeta.

Figura 03: Apresentação da ponte treliçada na V Feira de Matemática da UESC.



Fonte: Dados do projeto, 2022.

5 CONCLUSÃO

De acordo com Silva *et al.* (2021), há, neste tipo de trabalho, um aproveitamento na compreensão de determinados conceitos aplicados nos cursos de Engenharia e Arquitetura e os alunos podem ter a oportunidade de verificar e justificar o porquê da madeira ser uma estrutura empregada ao longo de muitos anos nos sistemas construtivos, principalmente em pontes.

Por fim, concluímos que o projeto se mostrou eficiente e resistente, não apenas em forma de maquete, mas também em forma de tamanho real como podemos notar em vários locais do planeta, notando-se diversas obras da engenharia com a mesma metodologia de construção como as pontes *Golden Gate Bridge*, a ponte *Cantilever* e a *Sky Gate Bridge R*. Com isso, notamos uma perspectiva sobre o estudo das pontes dentro da engenharia, já que vivemos em uma sociedade moderna na qual o formato utilizado é considerado antigo, mas amplamente utilizado como observamos nas pesquisas realizadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

KRAUSE, Marcelo O'Donnell; LEAL, Henrique Silva; SANTOS, Suzana Thais de J. "Um Estudo da Importância das Práticas do Laboratório de Física, antecedendo à Apresentação Teórica dos Conteúdos, no Processo de Ensino-Aprendizagem – Um Estudo de Caso no Ensino médio-" Revista Brazilian Journal of Development, 2021.

MAGALHÃES, J. Sobre o projeto e a construção de estruturas metálicas espaciais. 149 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas — Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1996.

NEVES, E. M. Rigidez dos triângulos. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2014.

NIRSCHI, G. Esforços de estruturas lineares planas isostáticas. IFSP campus Votuporanga, 2019.

SILVA, I. L. A.; DE SOUZA, J. C.; CORREA, L. G.; ROCHA, P. H.; SILVA, R. H. G.; JÚNIOR, R. V. da S. Treliza de palitos de picolé: projeto, fabricação e ensaio / Popsicle stick lattice: design, fabrication and testing. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 44277–44292, 2021.

SIMBRATEC. Equipamentos treliças. In.: Simbratec, 2020. Disponível em: <<http://www.simbratec.com.br/images/simbratec/equipamentos-trelica1.jpg>>. Acesso em: 07 setembro 2020.