

# PONTE DE MACARRÃO

## *SPAGHETTI BRIDGE*

COSTA, Alexander de Lacerda<sup>1</sup>  
FERREIRA, Ana Lúcia de Sousa<sup>2</sup>  
WEIBULL, Jon Karl<sup>3</sup>  
CARVALHO, Raphael Antonio de<sup>4</sup>  
BASTOS, Cristiane Cruxen Daemon d'Oliveira e<sup>5</sup>

**Resumo:** Na engenharia civil, é prática recorrente a concepção de projetos ser diretamente influenciada pelos materiais disponíveis na região explorada. Logo, trata-se de grande exercício de engenharia o projeto de uma ponte utilizando-se para sua estrutura apenas macarrão e alguns tipos de cola (cola quente, cola instantânea e fita crepe). O presente artigo se propõe a abordar o desafio de elaborar uma ponte de macarrão, apresentada nas dependências da Escola Politécnica da UFRJ que abrigou o concurso organizado por ABPE – Associação Brasileira de Pontes e Estruturas e ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. A montagem do protótipo, executada em dois dias, exigiu a elaboração de cálculo estrutural, de gabaritos e de técnicas de montagem, colocando em prática conhecimentos adquiridos em aulas regulares de Teoria das Estruturas e Resistência dos Materiais. A ponte retratada neste artigo foi do tipo treliça, com viga de compressão superior única e duas barras de tração inferiores simétricas para vencer um vão de 80 centímetros em seu teste de carga. Uma ponte de baixo custo de material e de possível implementação em um projeto real de engenharia. A execução envolveu escoras em isopor e tubos de PVC para moldar as vigas cilíndricas entre outras soluções de engenharia para garantir a estabilidade da barra única de compressão.

**Palavras-chave:** Ponte, macarrão, treliça, estrutura, cálculo estrutural.

**Abstract:** In civil engineering, it is a recurring practice for project design to be directly influenced by materials available in the region being explored. Therefore, it is a great engineering exercise to design a bridge using only rods of spaghetti and some types of glue (hot glue, instant glue and masking tape) for its structure. The present article proposes to address the challenge of elaborating a spaghetti bridge, presented at Polytechnic School of UFRJ, which hosted the competition organized by ABPE - Brazilian Association of Bridges and Structures and ABECE - Brazilian Association of Engineering and Structural Consulting. The assembly of the prototype, carried out in two days, required the elaboration of structural calculations, templates and assembling techniques, applying the knowledge acquired in regular classes of Structures Theory and Mechanics of Solids into practice. The bridge depicted in this article was of truss type with a superior single compression beam and two inferior symmetrical tension bars to overcome a span of 80 centimeters in its load test. It is low cost material bridge with possible implementation in a real engineering project. The execution involved struts in styrofoam and PVC pipes to shape the cylindrical beams among other engineering solutions to ensure the stability of the single compression bar.

**Keywords:** Bridge, spaghetti, truss, structure, structural design.

---

<sup>1</sup> Aluno da Engenharia Civil – Universidade Santa Úrsula – alexanderlacerda@gmail.com

<sup>2</sup> Aluna da Engenharia Civil – Universidade Santa Úrsula – analuciasf@hotmail.com

<sup>3</sup> Aluno da Engenharia Civil – Universidade Santa Úrsula - jweibull@gmail.com

<sup>4</sup> Aluno da Engenharia Mecânica – Universidade Santa Úrsula - ph\_projetos@hotmail.com

<sup>5</sup> Prof. da Engenharia Civil – Universidade Santa Úrsula – cristiane.daemon@usu.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

Os concursos de ponte de macarrão são realizados com frequência em diversas universidades no Brasil e no mundo e se propõem a motivar os estudantes a colocar em prática os conhecimentos adquiridos em seus cursos regulares de engenharia, como o estudo da concepção, do projeto e da execução de uma ponte. Mesmo que estejam nos primeiros períodos e que ainda não tenham tido contato com disciplinas como Teoria das Estruturas e Resistência dos Materiais, os alunos são estimulados a participar contribuindo com seus conhecimentos em fundamentos básicos de matemática, física, raciocínio lógico e intuição. Os concursos permitem ainda a troca de ideias entre estudantes e profissionais e incentivam a pesquisa e a produção de artigos. (BEER, 2012)

O presente artigo se propõe a abordar o desafio de elaborar uma ponte de macarrão, apresentada nas dependências da Escola Politécnica da UFRJ, que abrigou o concurso organizado por ABPE – Associação Brasileira de Pontes e Estruturas e ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural em maio de 2018. O projeto dessa mesma ponte de macarrão foi utilizado para apresentação de um protótipo na Feira de Exposição EXPOSUP realizada no CEFET-RJ em outubro de 2018, que ganhou o prêmio de segundo lugar nessa exposição.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo compartilhar o conhecimento adquirido durante a concepção, cálculo, projeto e montagem de uma ponte de macarrão. Para tal será apresentada uma estrutura treliçada feita com fios de macarrão, que foi projetada e executada respeitando as regras divulgadas pela comissão organizadora do concurso, capaz de suportar a carga mínima de 50kg.

### 2.1. Concepção do Projeto

Um dos primeiros desafios enfrentados para o desenho da ponte foi a definição do modelo de treliça a ser adotado. A comissão organizadora do concurso orientou os participantes a se guiarem pelo estudo publicado pela UFRGS (GONZÁLEZ, 2005) que apresenta resultados de ensaios de resistência à tração e à compressão de um fio de macarrão. O referido estudo mostra que o fio de macarrão possui maior resistência à tração do que à compressão. Este resultado leva a maioria dos estudantes a optarem por uma ponte em formato de arco, já que este modelo abriga maior número de fios tracionados e, portanto, poderia suportar uma carga superior em relação aos demais modelos.

Porém, como a grande maioria das pontes conhecidas no Brasil e no mundo não possui tal formato e, para tornar essa experiência mais próxima à realidade enfrentada pelos profissionais da engenharia, foi adotado para este projeto o modelo de ponte treliçada. Além disso, como a prova de carga realizada no concurso se trata de uma carga concentrada no meio do vão da ponte, o que gera

um diagrama de momentos fletores linear, a adoção da treliça com vigas retas se tornou uma solução aparentemente atrativa para esse caso.

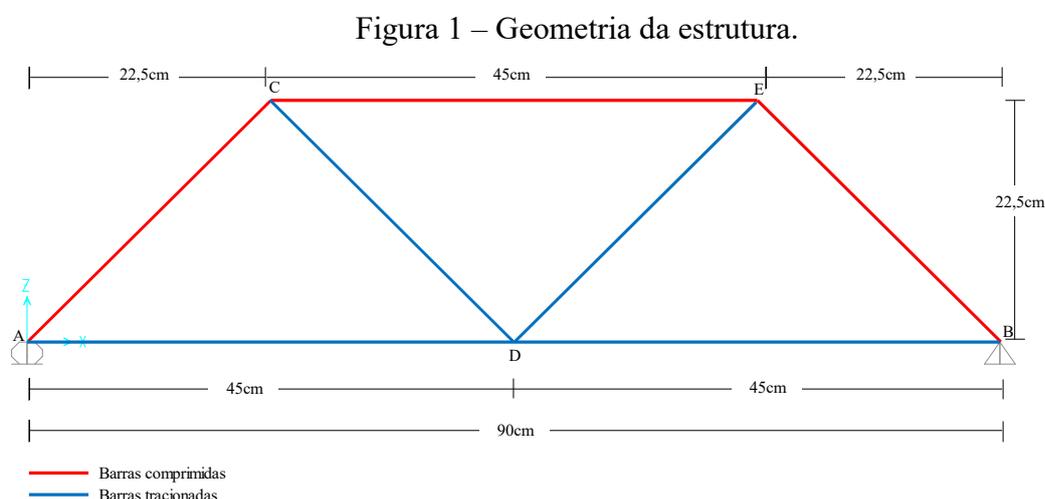
## 2.2. Geometria

Após a escolha do modelo da ponte, com base nos dados fornecidos pela comissão organizadora do Concurso, passou-se a estudar a geometria da estrutura. Os dados gerais fornecidos foram:

- Tipo do macarrão: Spaghettoni Barilla 7
- Número médio de fios de espaguete em cada pacote: 500
- Diâmetro médio: 1,8 mm
- Raio médio: 0,9 mm
- Área da seção transversal:  $2,545 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$
- Momento de inércia da seção:  $5,153 \times 10^{-5} \text{ cm}^4$
- Comprimento médio de cada fio: 25,4 cm
- Peso médio de cada fio inteiro: 1g
- Peso linear:  $3,937 \times 10^{-2} \text{ g/cm}$
- Módulo de Elasticidade Longitudinal:  $360000 \text{ N/cm}^2$

A partir dos dados acima e dos limites estabelecidos no Edital do Concurso, buscou-se uma estrutura otimizada. Após estudo e testes de seis modelos geométricos diferentes, realizados em planilhas eletrônicas e no software SAP2000 v14, a estrutura escolhida teve como premissas principais: (i) adotar o ângulo de  $45^\circ$  nas emendas entre as barras; e (ii) considerar o menor consumo possível de material utilizando barra única de compressão e barras simétricas de tração. (COMPUTERS AND STRUCTURES INC, 2004)

A geometria da estrutura está apresentada abaixo:



## 2.3. Cálculo dos esforços

### 2.3.1. Carga permanente

Para o cálculo do peso próprio da estrutura, foram considerados os limites máximos de peso e largura da ponte, estabelecidos no Edital, de 10N e 90cm, respectivamente.

### 2.3.2. Teste de Carga (Carga concentrada)

Após a definição da geometria da ponte, os esforços foram calculados considerando uma carga concentrada de 500N aplicada no centro da estrutura, conforme teste de carga estipulado no edital do concurso.

### 2.3.3. Cálculo da treliça

Calculando a treliça pelo método dos nós, obtivemos os seguintes esforços:

Tabela 1 – Cálculo da treliça.

Barra	Força (N)	Esforço	L (cm)
AC = EB	- 361	Compressão	31,82
CD = DE	361	Tração	31,82
CE	- 510	Compressão	45,00
AD = DB	255	Tração	45,00

Fonte: Autores

### 2.3.4. Momento máximo e Força máxima atuantes nos banzos

O momento máximo atuante, considerando a carga concentrada de 500N e o peso próprio da estrutura, foi de 11.360N.cm. Consequentemente, a respectiva força máxima nos banzos superior e inferior calculada foi de 505N. Utilizou-se a força máxima para dimensionar a quantidade de fios de macarrão nestas barras.

### 2.3.5. Cálculo do número de fios de macarrão

Para calcular o número de fios de macarrão para cada barra que compõe a treliça, foi utilizado o estudo de resistência à tração e à compressão elaborado pela UFRGS. Neste estudo, a carga média

de ruptura por tração de um fio de espaguete era de 42,67N e a fórmula para cálculo dos fios para barras tracionadas foi a seguinte:

$$\text{Número de Fios} = \frac{P(N)}{42,67(N)} \quad (1)$$

Onde,

P = esforço atuante em N.

Utilizando a fórmula (1) em conjunto com os dados fornecidos no item 2.2 deste trabalho, foram obtidos os seguintes resultados para as barras submetidas à tração:

Tabela 2 – Número de fios necessários para as barras tracionadas.

Barras	Força (N)	Número de Fios		L (cm)
		Calculado	Adotado	
<b>CD</b>	721	16,90	<b>18</b>	<b>31,82</b>
<b>DE</b>	721	16,90	<b>18</b>	<b>31,82</b>
<b>AD</b>	1.010	23,67	<b>24</b>	<b>45,00</b>
<b>DB</b>	1.010	23,67	<b>24</b>	<b>45,00</b>

Fonte: Autores

Para as barras submetidas à compressão, o cálculo do número de fios deve obedecer à fórmula abaixo:

$$\text{Número de Fios} = \sqrt[2]{\frac{Pl^2}{279056r^4}} \quad (2)$$

Onde,

P = esforço atuante em N

L = comprimento da barra em cm

r = raio de um fio de espaguete

Utilizando a fórmula (2) em conjunto com os dados fornecidos no item 2.2 deste trabalho, foram obtidos os seguintes resultados para as barras comprimidas:

Tabela 3 – Número de fios necessários para as barras comprimidas.

Barras	Força (N)	Número de Fios		L (cm)
		Calculado	Adotado	
<b>AC</b>	721	63,16	<b>64</b>	<b>31,82</b>
<b>EB</b>	721	63,16	<b>64</b>	<b>31,82</b>
<b>CE</b>	1.010	74,74	<b>75</b>	<b>45,00</b>

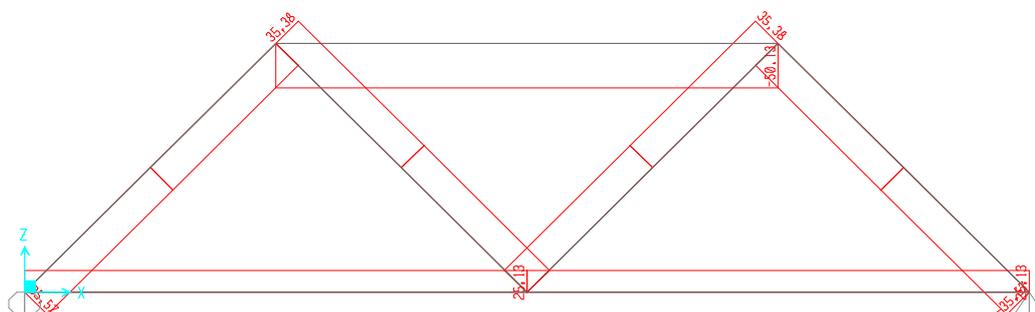
Fonte: Autores

Vale ressaltar que, para o cálculo do número de fios, os esforços foram majorados com fator de segurança igual a 2,0 para levar em conta o efeito das ligações necessárias nas barras e de possíveis imperfeições na execução da ponte.

### 2.3.6. Cálculo da estrutura no SAP2000

Após o cálculo do número de fios de macarrão em cada barra da treliça com auxílio de uma planilha eletrônica, todos os dados foram inseridos no software SAP2000 e o diagrama de esforços axiais obtido está demonstrado na figura 2.

Figura 2 – Diagrama de esforços axiais.



Fonte: Autores

## 2.4. Planejamento

A partir de predefinição da data de execução da montagem da ponte, foi elaborado um cronograma com datas do “término para o início” onde foram consideradas as seguintes etapas: Projeto, Cálculo, Estratégia e Experimentos.

Para o planejamento desse projeto, foram utilizadas planilhas eletrônicas e o software MS Project 2010. Considerou-se, como tempo de trabalho possível para o cronograma inicial, a janela de tempo da data de formação da equipe ao dia do concurso, resultando em uma duração de 42 dias. Deste total, apenas 19 dias foram de trabalho efetivo devido a restrições de agenda da equipe, horários de laboratório e às predecessoras das atividades. (MICROSOFT, 2010)

Durante o acompanhamento das atividades do cronograma, a etapa de Cálculo demandou um maior número de horas do que o planejado inicialmente, resultando em aumento de aproximadamente 50% do tempo inicial. O incremento foi motivado por várias alterações nas dimensões das peças estruturais da ponte, que foram identificadas como indispensáveis no decorrer dos ensaios no laboratório. Adicionalmente, ao longo do processo, reconheceu-se a necessidade de estudo e desenvolvimento da técnica de manuseio, preparo e colagem dos materiais estipulados em edital, levando em consideração o tempo de secagem da cola e o comportamento dos fios de macarrão

quando submetidos à variações de temperatura e umidade. Esses fatos motivaram uma revisão no cronograma do projeto, conforme demonstrado nas figuras 3 e 4 abaixo.

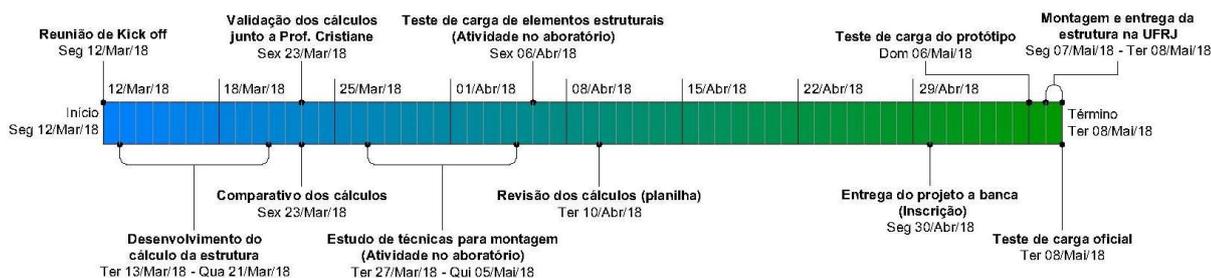
Esta nova estratégia foi decisiva para o bom desenvolvimento do projeto e realização do protótipo da ponte de macarrão.

Figura 3 – Cronograma revisado.

Id	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	<b>CONCURSO PONTE DE MACARRÃO</b>	<b>42 dias</b>	<b>Seg 12/03/18</b>	<b>Ter 08/05/18</b>
2	Reunião de Kick of	1 dia	Seg 12/03/18	Seg 12/03/18
3	Desenvolvimento do cálculo da estrutura	7 dias	Ter 13/03/18	Qua 21/03/18
4	Comparativo dos cálculos	1 dia	Sex 23/03/18	Sex 23/03/18
5	Validação dos cálculos junto a Profª Cristiane	1 dia	Sex 23/03/18	Sex 23/03/18
6	Estudo de técnicas para montagem (Atividades no laboratório)	8 dias	Ter 27/03/18	Qui 05/04/18
7	Teste de carga de elementos estruturais (Atividades no laboratório)	1 dia	Sex 06/04/18	Sex 06/04/18
8	Revisão dos cálculos (planilha)	1 dia	Ter 10/04/18	Ter 10/04/18
9	Entrega do projeto a banca (inscrição)	1 dia	Seg 30/04/18	Seg 30/04/18
10	Execução de protótipo	1 dia	Sáb 05/05/18	Dom 06/05/18
11	Teste de carga do protótipo	0 dias	Dom 06/05/18	Dom 06/05/18
12	Montagem e entrega da estrutura na UFRJ	2 dias	Seg 07/05/18	Ter 08/05/18
13	Teste de carga oficial	0 dias	Ter 08/05/18	Ter 08/05/18

Fonte: Autores

Figura 4 – Linha de tempo.



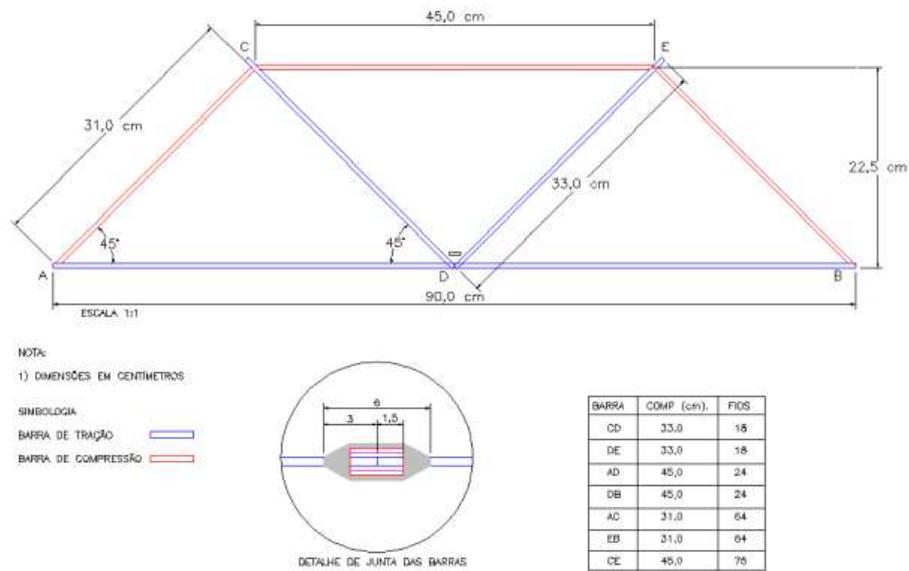
Fonte: Autores

A etapa de montagem da ponte foi feita em 2 dias na UFRJ. O prazo e o local foram determinados conforme o edital do concurso. Em outros concursos, o prazo usual para a mesma etapa é de 5 dias, ou então é permitido que a ponte seja entregue já pronta ao local de realização do concurso. A diferença nas referidas regras prejudicou o comparativo da produtividade deste projeto em relação aos demais. Com base nessa restrição de prazo, foi montada a estratégia de executar as pré-montagens de peças estruturais no primeiro dia de concurso, reservando o dia posterior para montagem, acabamento e conferências, totalizando 16 horas trabalhadas na execução e entrega da ponte.

## 2.5. Técnicas de execução

Para a realização da montagem da ponte, foi utilizado como referência o desenho plotado em escala real desenvolvido no software de engenharia AutoCAD, que foi fixado na bancada onde foi montada a ponte. O desenho, apresentado na figura 5, contém informações dos ângulos, das formas e da modulação das barras e uma tabela indicando a quantidade de fios e o comprimento para cada barra de forma a agilizar e reduzir possíveis falhas na execução. (AUTODESK INK, 2012)

Figura 5 – Projeto da ponte desenvolvido no software Autocad.

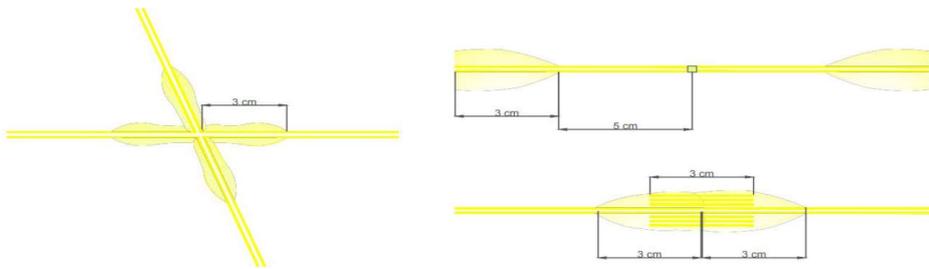


Fonte: Autores

### 2.5.1. Construção das barras

Com as informações das características do material, bem como a quantidade de fios e comprimento de cada barra que integra a ponte, foi possível definir a forma geométrica das barras de tração e compressão. Para tal, foi considerado, entre outros fatores, a melhor forma de construção com a colagem dos fios sobrepostos, não perdendo de vista a questão prática de sua execução, a fim de atenuar a ocorrência de imperfeições geométricas do eixo das barras e assegurar que as mesmas suportassem a carga calculada em projeto. Também houve a preocupação de evitar o desperdício de material, considerando o comprimento padrão do fio de macarrão em função do número de emendas para a construção de uma única barra. Dessa forma, além de respeitar os espaçamentos e limites contidos no edital, conforme apresentado na Figura 6, foi possível otimizar a construção das barras e proporcionar um design suave e confiável da ponte.

Figura 6 – Dimensões e limites estabelecidos no edital do concurso.



Fonte: Autores

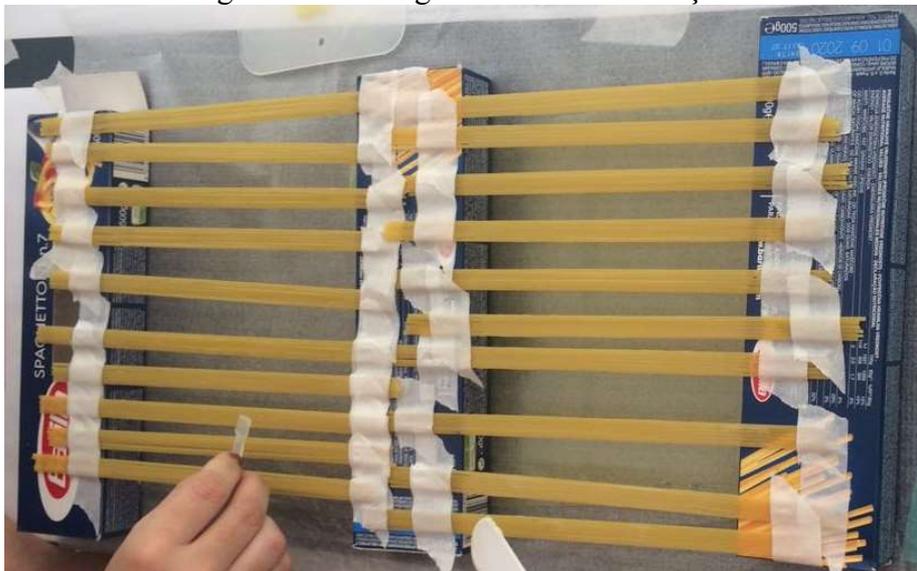
As barras de tração AD, BD, CD e DE foram construídas em forma retangular, sendo: (i) AD e DB com 6 fios na largura e 4 fios de altura totalizando 24 fios por barra e; (ii) CD e DE com 6 fios na largura e 3 fios de altura totalizando 18 fios por barra. As barras de compressão AC, BE e CE foram construídas em forma cilíndrica, sendo AC e BE com 64 fios cada e CE constituída por 75 fios.

Inicialmente os fios foram numerados e separados, conforme a necessidade do projeto, para a organização da colagem e montagem da ponte, de forma que pudesse ser realizada uma linha lógica de produção.

### 2.5.2. Barras de tração

Para a montagem das barras de tração, foram alinhados e presos com fita crepe conjuntos de 6 fios com os seus respectivos comprimentos e fixados com cola instantânea conforme demonstrado na figura 7.

Figura 7 – Montagem das barras de tração.



Fonte: Autores

Após essa etapa, as barras com 6 fios foram sendo montadas e unidas com cola instantânea e suas emendas ligadas com cola quente respeitando as limitações de 3 cm para cada lado da emenda, conforme a figura 8.

Figura 8 – Execução de emendas com cola quente.

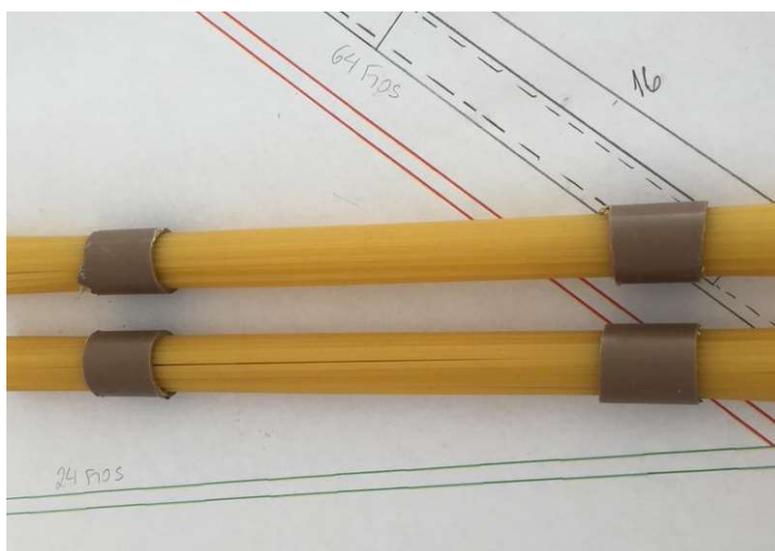


Fonte: Autores

### 2.5.3. Barras de compressão

Para a construção das barras de compressão, foram utilizados tubos de PVC como matriz (Figura 9) para dar forma cilíndrica e um bom acabamento, como também comprimir os fios na hora da colagem. Foram utilizados tubos com diâmetro 3/4" para as barras AC e BE e diâmetro 1" para a barra CE. Além dos tubos de PVC, também foram utilizadas fitas crepe para fixar os fios. Para a realização dos chanfro de 45° nas barras, também foram utilizados os tubos de PVC como matriz previamente traçados no esquadro e cortados com arco de serra.

Figura 9 – Utilização de tubos de PVC para dar forma cilíndrica às barras de compressão.

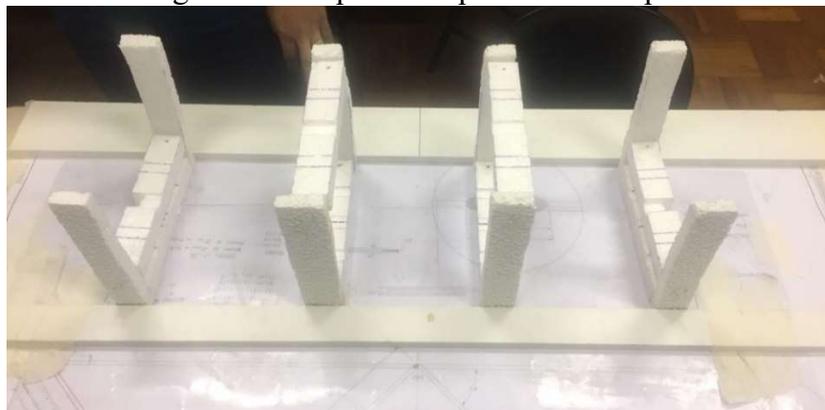


Fonte: Autores

#### 2.5.4. Suporte temporário

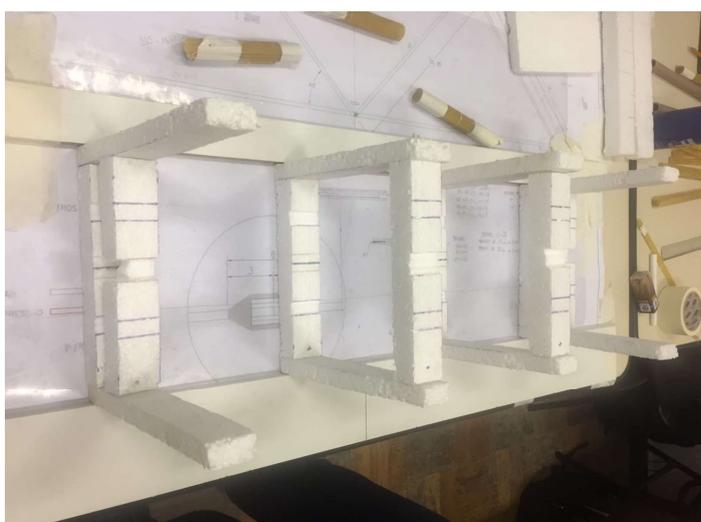
Levando-se em conta que as regiões de emendas são as partes mais frágeis da estrutura, se fez necessário a criação de um suporte temporário para orientar e alinhar as barras nos três eixos e mitigar riscos de excentricidades na execução da ponte. Além disso, o suporte garante a estabilidade da ponte até que a cola seque e a ligação atinja a sua resistência final. Para conferir praticidade e eficiência na confecção do suporte, utilizando material de baixo custo, já que o mesmo não é fornecido pelos organizadores do concurso, foi adotado o conjunto de poliestireno expandido (isopor) com bastonete de madeira (palito de dente), dividido em quatro componentes sendo: dois nas extremidades com a função de guiar e alinhar as barras AC, AD, BD e BE; e dois internos com a função de guiar e alinhar as barras AD, BD e CE, conforme demonstrado nas figuras 10 e 11. Para reduzir o tempo de secagem da cola é possível utilizar secadores de cabelo.

Figura 10 – Suporte temporário em isopor.



Fonte: Autores

Figura 11 – Suporte temporário em isopor.



Fonte: Autores

### 2.5.5. Montagem da ponte

Com as barras prontas e o suporte temporário fixo e alinhado, a ponte foi montada sem grandes dificuldades. Iniciou-se pela acomodação das barras de tração AD e BD nos suportes, colando-se suas extremidades com cola quente junto aos tubos de PVC, fornecidos pelos realizadores do concurso, que exercem a função de base de apoio. Em seguida foram colocados o vergalhão e as barras CD e DE no centro da ponte (ponto D). Após essa etapa, a barra CE foi apoiada nos suportes internos e colada às barras CD e DE. O próximo passo foi a colagem da barra AC na base de apoio e sua emenda com a barra CE, seguida da colagem da barra BE na base de apoio e sua emenda com a barra CE. As figuras 12 e 13 demonstram parte da execução da etapa de montagem da ponte.

Figura 12 – Colagem das barras no ponto A.      Figura 13 – Colagem das barras no ponto E.



Fonte: Autores

Com todas as peças da estrutura da ponte montadas, foi possível reforçar as emendas com cola quente e revisar os pontos onde aparentemente estavam fragilizados. A Figura 14 mostra a ponte concluída e pronta para execução do teste de carga.

Figura 14 – Protótipo concluído.



Fonte: Autores

### 2.5.6. Teste de carga

As pontes participantes do concurso foram sujeitas a um teste de carga, sendo posicionadas conforme demonstrado na figura 15.

Figura 15 – Posicionamento de uma ponte do concurso com o gancho para inclusão das cargas.



Fonte: Autores

A estratégia de carregamento era definida pela própria equipe do projeto. Os pesos variavam entre 5N e 100N e era considerado que a ponte suportou o peso colocado se não houvesse colapso em

até 10 segundos após a aplicação de cada carga. Para o protótipo Ponte dos Aprendizes, objeto deste artigo, os pesos foram inseridos de 100 em 100 N até que atingisse 500N e depois foram inseridos pesos menores. A ruptura ocorreu com a carga total de 555N.

### 2.5.7. Mecanismo de colapso

Em um projeto real de engenharia, mesmo que todas as verificações de esforços solicitantes *versus* capacidade resistente estejam de acordo com as normas técnicas, a estrutura pode estar sujeita a ações aleatórias e a falhas de execução e manutenção, tanto em seu desenvolvimento quanto ao longo de sua vida útil.

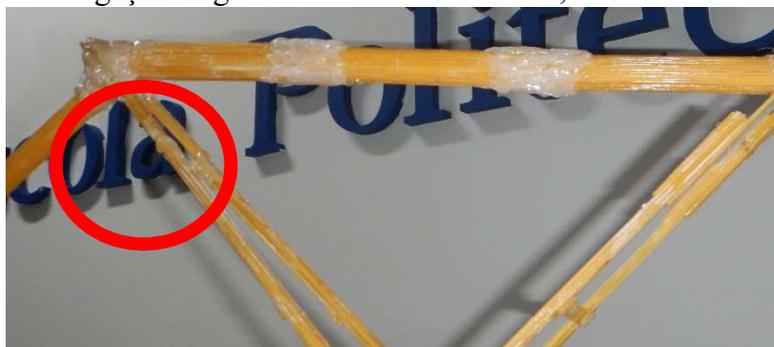
A ponte apresentou erros de execução em duas ligações que, possivelmente, reduziram a sua capacidade de carga, conforme destacado nas figuras 16 e 17 abaixo.

Figura 16 – Excentricidade na ligação entre as barras de compressão AC e CE.



Fonte: Autores

Figura 17– Ligação frágil na emenda da barra CD, onde ocorreu a ruptura.



Fonte: Autores

No desenvolvimento do protótipo, houve a preocupação em afastar ao máximo as emendas do ponto de aplicação da carga, o que fez com que a emenda da barra de tração CD ficasse próxima à ligação entre as barras de compressão AC e CE, ocasionando o colapso da ponte. Para projetos

futuros, deve-se desenvolver um estudo mais aprofundado dos melhores pontos para execução das ligações de uma ponte para mitigar esses riscos.

### 3. RESULTADOS DO CONCURSO

Neste concurso, foram apresentadas 8 pontes e suas equipes contavam com estudantes de diversas universidades do Brasil, incluindo estagiários de escritórios de cálculo estrutural. As respectivas massas, cargas de ruptura e classificações estão demonstradas na tabela 4 abaixo. Adicionalmente, foram incluídas neste artigo as imagens de cada protótipo nas figuras 18 a 25.

Tabela 4 – Resultados do Concurso.

1o CONCURSO DE PONTE DE MACARRÃO - X CBPE - 2018				
COLOCAÇÃO	EQUIPE	MASSA ESTRUTURA (em g)	CARGA DE RUPTURA (em N)	CARGA/MASSA
1º	Abilitários	890	855	96,1
2º	Casagrande Engenharia	1.005	755	75,1
3º	Víboras	980	755	77,0
4º	Minerva Civil	1.005	605	60,2
5º	Ponte dos Aprendizes	960	555	57,8
6º	Tecgirls	1.005	405	40,3
7º	Cimatec	1.000	355	35,5
8º	Mauá Pontes	690	315	45,7

Fonte: Autores

Figura 18 – Abilitários.



Figura 19 – Casagrande.



Fonte: Autores

Figura 20 – Vóboras.

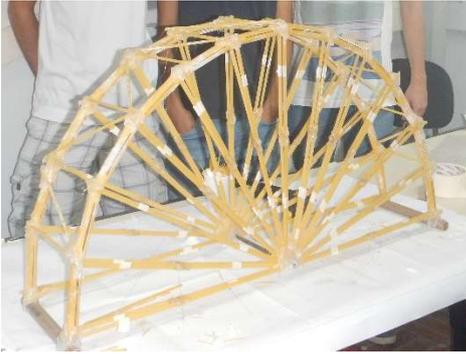


Figura 21 – Minerva.



Fonte: Autores

Figura 22 – Ponte dos Aprendizes.



Figura 23 – Tecgirls.



Fonte: Autores

Figura 24 – Cimatec.



Figura 25 – Mauá Pontes.



Fonte: Autores

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo se propôs a relatar a experiência de construir uma ponte de macarrão para o concurso realizado na sede da Escola Politécnica da UFRJ em conjunto com o X Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, organizado por ABPE – Associação Brasileira de Pontes e Estruturas e ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. O projeto dessa mesma ponte de macarrão foi utilizado para apresentação de um protótipo na Feira de Exposição EXPOSUP realizada no CEFET-RJ em outubro de 2018, que ganhou o prêmio de segundo lugar nessa exposição.

Este projeto, que exige dedicação, pesquisa e interação com professores e profissionais, foi fundamental para aplicar na prática diversos conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula, além de aproximar os participantes da realidade de um projeto de engenharia, onde deve-se levar em consideração fatores como: administração do tempo, custo e disponibilidade de material, relacionamento interpessoal e trabalho em equipe, estudo de diversas concepções estruturais, desenho técnico, cálculo estrutural, técnicas de execução e montagem, estudo das ligações, entre outros.

## REFERÊNCIAS

AUTODESK INK, *Autocad Student Program* [S.l.], 2012.

BEER, Ferdinand P.; JR, E. Russel Johnston. *Resistência dos Materiais*. 3ª Ed. – São Paulo. PEARSON, 2012.

COMPUTERS AND STRUCTURES INC, *SAP2000 Linear and Nonlinear Static and Dynamic Analysis and Design of Three-Dimensional Structures*. Berkeley, Califórnia, Estados Unidos, 2004.

GONZÁLEZ, Luiz Alberto Segovia.; MORSCH, Inácio Benvegnu.; MASUERO, João Ricardo.; *Didactic games in engineering teaching - case: spaghetti bridges design and building contest*. 18<sup>th</sup> International Congress of Mechanical Engineering. Ouro Preto, 2005.

GONZÁLEZ, Luiz Alberto Segovia. *Competição de Pontes de Espaguete*. Departamento de Engenharia Civil. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/>>. Acesso em: 14/03/2019 às 11:38 am.

MICROSOFT *Project for Windows* versão 14.0: software de gestão de projetos. [S.l.]: Microsoft Corporation. Conjunto de programas. 1 CD-ROM. 2010.