

UMA PEQUENA CONTRIBUIÇÃO DIDÁTICA EM ANÁLISE ESTATÍSTICA DO PLANEJAMENTO DA PONTE DE MACARRÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIP MACAPÁ – AP.

LOUREIRO¹, Davi Feio.

RESUMO

Este artigo demonstra o método adotado no processo estrutural dos protótipos da ponte de macarrão, bem como na contribuição didática do planejamento nas etapas de construção, assim como na coleta de dados e na prática pedagógica de aprendizagem. Abrindo oportunidade para a fundamentação teórica. Atribuídas as disciplinas de matemática, física, química, desenho e tecnologia, com o objetivo de trabalhar as atividades não somente a competição mais a interdisciplinaridade entre a aprendizagem nas diferentes áreas de estudo, tencionando o desenvolvimento cognitivo, o referencial bibliográfico e a pesquisa científica.

Palavras-Chave: Planejamento. Didática. Pesquisa. Protótipo.

ABSTRACT

This article demonstrates the method adopted in the structural process of the prototypes of the pasta bridge, as well as in the didactic contribution of planning in the construction stages, as well as in data collection and in the pedagogical practice of learning. Opening opportunity for theoretical foundation. Assigned the subjects of mathematics, physics, chemistry, design and technology, with the objective of working the activities not only the competition but the interdisciplinarity between learning in the different areas of study, aiming at cognitive development, the bibliographic reference and scientific research.

Key-Word: Planning. Didactics. Search. Prototype

1 INTRODUÇÃO

Os protótipos da ponte de macarrão foram construídos com o propósito experimental e competitivo. Assim, o desenho tem as normas de construção, a quantidade máxima de macarrão e o peso. Além das características específicas que o projeto necessita alcançar durante sua execução. No entanto, esse artigo aflui a uma pequena oportunidade na prática pedagógica de

¹ Segunda Graduação em Pedagogia pela Instituição Brasileira de Formação – **IBF**; Cursando Engenharia Civil, Suporte Técnico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Paulista – **UNIP** e Pós-Graduação em Matemática Financeira e Estatística pela **IBF**. Disponível pelo E-mail: <teacher-mathdfl@hotmail.com>.

aprendizagem na interdisciplinaridade do seu planejamento e até o processo de construção e finalização.

Antes de iniciar o planejamento os grupos sugeriram os modelos das pontes. E que seriam de estruturas baixas, para receber maior quantidade de macarrão possível. Depois disso: o planejamento do modelo A e B, seguiu com o desenvolvimento da ponte com duas características diferentes. Na estrutura do modelo A as forças tem tensões concentradas os extremos e o modelo B as forças das tensões se concentram nos meios. Na sua construção o autor utilizou o autocad/2014 e se concentrou em desenvolver duas elípticas saindo do centro².

Depois de completar os Modelos A e B, a sua construção seguiu com a utilização de diferentes materiais como: na ponte A ficou a resina epóxi (porém não foi encontrada na região), logo foi substituída pela CarPlast e Catalisador e o produto e extremamente forte. De tal modo, tornando a sua construção da ponte um desafio. Assim, o Modelo B seguiu com a construção utilizando a super-bonder, o macarrão e a cola quente. De modo que, cada Modelo ficou dividido em três partes: superior, tensões e base. Para o cálculo pelo Excel na quantidade exata de macarrão e o peso por seção dos protótipos.

Com as coletas de dados da quantidade de macarrão por seção e o peso, foram desenvolvidos os gráficos dos protótipos. De modo, que as porcentagens da ficaram divididas em: superfície, base, tensão, material e aprendizagem. Sendo que, para cada ponte de macarrão tivera característica diferentes. Além, que o processo de aprendizagem foi avaliado em seis diagnósticos durante o processo de construção, finalização e o teste no laboratório.

A contribuição didática se inicia com as possibilidades de aprendizagem através da metodologia aplica ao projeto de diferentes disciplinas e nas áreas de ciências exatas e tecnologia.

O protótipo se dará a partir da entrega das regras e os materiais do projeto as equipes. Significando que a multidisciplinaridade se dará aos professores das áreas de ciências exatas e tecnologia.

A prática pedagógica aplicada ao protótipo se dará ao resgate dos conteúdos fundamentais das disciplinas de ciência, física, química, matemática e tecnologia. Além do acompanhamento dos docentes das diferentes áreas de ensino.

1.1 OBJETIVO

² Na hipótese visualize entre A e B quatro pontos sendo que, no segundo ponto sai a eclipse sai de A até o quarto pontos de B, e vice-versa. Depois e só completar da melhor forma possível a estrutura.

1.1.1 Geral

O objetivo desse artigo é planejar as atividades exercidas durante sua construção, incentivando os discentes da importância do planejamento do projeto de ensaio do protótipo de ponte de macarrão usando o espaguete n.7. Além de utilizar cola quente, e outros materiais, para o dimensionamento da ponte ao critério do edital. De modo, que seja capaz de sustentar as cargas de 50N a 250N, apoiado livremente nas suas extremidades no ponto médio. A prática tem como experiência a interdisciplinaridade entre as disciplinas de matemática (gráficos e tabelas), física (equilíbrio estático), química (revestimento) e informática (*excel*, *word*, *autocad/2014*).

1.1.2 Especifico

- O planejamento e desenvolvimento da Ponte de Macarrão;
- O processo de construção e as etapas da Ponte de Macarrão;
- Análise gráfica do resultado dos dados coletados;
- Oportunidade do protótipo a prática pedagógica de aprendizagem.

1.2 HIPÓTESE

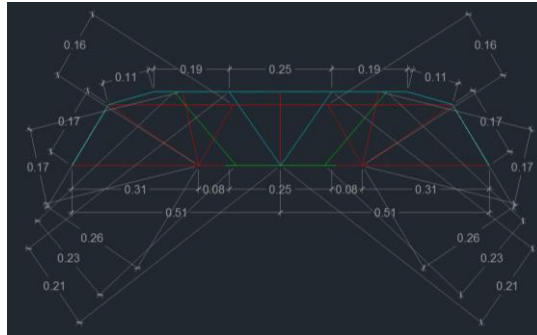
A ponte de espaguete n.7 tem o propósito de competição a sua capacidade cinética de absorção consiste entre os equilíbrios das forças estáticas superior, tensão e a base. Para esse projeto no centro ficará preso um ferro de 8mm no ponto médio entre 100 a 110cm para suportar as cargas. E assim, qualificar a demonstração do protótipo A e B?

2 UMA PEQUENA CONTRIBUIÇÃO EM ANÁLISE ESTATÍSTICA NO PLANEJAMENTO DIDÁTICO DA PONTE DE MACARRÃO DO CURSO DE ENGENHARIA BÁSICA DA UNIP EM MACAPÁ – AP.

2.1 PLANEJAMENTO DA PONTE DE MACARRÃO

Primeiramente os grupos A e B, reuniram-se para o planejamento didático da ponte de macarrão utilizando o autocad/2014. Para obter e desenvolver os modelos A e B, e seguir o processo de construção com diferentes matérias.

IMAGEM 1: A planta do modelo A da Ponte de Macarrão



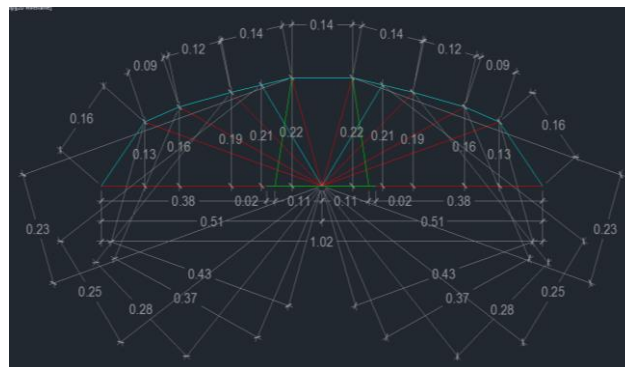
FONTE: Autor, 2019.

O modelo A ficará com os materiais principais no processo de construção como: a *carplast* e catalizador, super-bonder e durepoxi. Na construção da ponte pelo *software* ficou em evidência a concentração das tensões aos extremos da ponte de macarrão. Assim:

“Na confecção da ponte de macarrão, é necessário a realização de cálculos que permite saber o peso que a mesma suporta. Para tanto, utiliza-se dos assuntos presentes nas disciplinas relacionadas às estruturas de Mecânica Geral. Sabe-se que pontes são estruturas isostáticas³, ou seja, não há nenhum tipo de movimento na horizontal nem na vertical, logo, o número de incógnitas a determinar é igual ao número de equações de equilíbrio” OLIVEIRA; SOUZA; PEREIRA; QUEIROGA, 2018, p.3).

A demonstração do protótipo ficará sujeita as forças de equilíbrio horizontal A e B das extremidades da ponte, do ponto médio, assim, sustentando as cargas de 50N a 250N no laboratório do Curso de Engenharia da FABRAN em Macapá - AP.

MAGEM 2: A planta do modelo B da Ponte de Macarrão



FONTE: Autor, 2019.

³ Em mecânica estrutural, diz-se que uma estrutura é isostática quando o número de restrições é rigorosamente igual ao número de equações da estática. É, portanto, uma estrutura estável.

O modelo B ficara com os materiais secundários na construção como: cola quente e super-bonder. Assim, a construção tornar-se mais prático para o equilíbrio concentrando ao centro da ponte de macarrão. Para Santos (2019), “Todos os esforços serão calculados (modelo B) em função da carga aplicada a meio vão ao centro”, ficando mais fácil o manuseio do material utilizando o espaguete n.7.

2.1.1 Matérias utilizando

Para a utilização dos materiais foi sugerido as Regras do Edital, segundo a UFRGS (2019), “cuja a lista dos materiais disponíveis para a construção” da ponte de espaguete são:

TABELA 1: Lista dos Materiais

Massa espaguete n.7	
Durepoxi	
Poxi – Bonder	
Pincel	
Madeira virola	
Prego Gerdau 13x18	
Trena 3m	
Liga elástica fina 100 und	
Alicate	
Serra de metal	
CarPlast e Catalisador	
Lápis B3	
Folha A3	
Cola quente e pistola	

FONTE: UFRGS, 2019.
FONTE: AUTOR, 2019.

É importante que durante a execução das etapas da ponte que os componentes do Grupo A e B estejam sempre preparados e com suas tarefas diárias cumpridas. Pois qualquer descuido pode afetar a estrutura da ponte como: macarrão quebrado, curto, trincado, molhado ou mal colocado. Assim para não afetar a integridade da estrutura física da ponte, fazendo com que evite/demore o momento de rompimento, sendo necessário refazer. Pois e nesse pequeno intervalo que pode incidir o falso julgamento ou a incompatibilidade inexata dos critérios adotados prejudicando o análise da estrutura como um todo.

2.1.2 Cálculos da ponte de espaguete dos modelos A e B

Para o cálculo do peso do macarrão por seções foi utilizando o *software da Microsoft Office Excel 2013* para o modelo A e B. De acordo com Santos; Silva; Melo (2014, p. 17), o macarrão possui o peso característico de “1g por fio” e cada unidade tem em média de 25 a 26 centímetros de comprimento. De modo que, os modelos ficaram distribuídos em três partes formando um equilíbrio estática são eles: estrutural superior, da base e tensões de força da ponte.

2.1.2.1 Cálculo da Ponte de Espaguete Modelo A

TABELA 2: Estrutura superior Modelo A

UND	CAMADA	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2
1	QUANTIDADE	2	1	1	1	1	1	2
2	COMPRIMENTO (cm).	17	11	19	25	19	11	17
3	MACARRÃO	38	38	38	38	38	38	38
4	TOTAL	1292	418	722	950	722	418	1292
	SOMATORIA	5814						
	PESO (gramas)	232,56						

FONTE: Autor, 2019.

A estrutura superior foi seccionada em 7 parte simétricas, sendo que a B1 e B2 são as extremidades com duas seções cada. Além das centralizações das tensões de força ficarem sujeita aos extremos da pode de macarrão.

TABELA 3: Estrutura da base Modelo A

UND	CAMADA	G1	G2	G3	G4
1	QUANTIDADE	2	2	2	2
2	COMPRIMENTO (cm).	25	25	25	25

3	MACARRÃO	42	42	42	42
4	TOTAL	2100	2100	2100	2100
	SOMATORIA	8400			
	PESO (gramas)	336			

FONTE: Autor, 2019.

Na base foi aproveitado as unidades de macarrão de 26cm para confeccionar a base, que chegou a 104cm. Sendo que a ponte ficou reforçado com revestimento de *carplast* e catalizador.

TABELA 4: Tensões da ponte Modelo A

UND	CAMADA	F1	F2
1	QUANTIDADE	2	2
2	COMPRIMENTO (cm).	25	25
3	MACARRÃO	42	42
4	TOTAL	2100	2100
	SOMATORIA	4200	
	PESO (gramas)	168	

FONTE: Autor, 2019.

Já a tensão ficou responsável em centralizar o peso entre os extremos, para a atividade no laboratório. Assim, foi dividido em duas partes de cada. Além do peso geral da Ponte de Espaguete $168+336+232,56=736,56g$. Mais o peso dos materiais utilizados $263,34g$. Marcando o peso característico de $999,9g$ aproximadamente $1kg$.

2.1.2.2 Cálculo da Ponte de Espaguete Modelo B

TABELA 5: Estrutura superior Modelo B

UND	CAMADA	B1	C1	D1	E	D2	C2	B2
1	QUANTIDADE	2	1	1	1	1	1	2
2	COMPRIMENTO (cm).	17	11	25	14	25	11	17
3	MACARRÃO	28	28	28	28	28	28	28
4	TOTAL	952	308	700	392	700	308	952
	SOMATORIA	4312						
	PESO (gramas)	172,48						

FONTE: Autor, 2019.

A estrutura superior e oposta do Modelo A, sendo que as seções estão divididas 7 partes simétricas, mais centralizadas as tensões de forças para o centro. O grupo optou por esse protótipo B ser mais eficiente.

TABELA 6: Estrutura da base Modelo B

UND	CAMADA	G1	G2	G3	G4	G5
1	QUANTIDADE	2	2	2	2	6
2	COMPRIMENTO (cm).	25	25	25	25	9,5
3	MACARRÃO	21	21	21	21	15
4	TOTAL	1050	1050	1050	1050	855
	SOMATORIA	5055				
	PESO (gramas)	202,2				

FONTE: Autor, 2019.

Na base do modelo B, ficou o mesmo raciocínio da anterior, só que, com menos macarrão. Além disso, foi acrescentado 6 partes a mais na estrutura para dar mais equilíbrio as duas seções da base.

TABELA 7: Tensões da ponte Modelo B

UND	CAMADA	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	QUANTIDADE	4	4	4	4	4	4
2	COMPRIMENTO (cm).	19	18	22	23	25	23
3	MACARRÃO	20	20	20	20	20	15
4	TOTAL	1520	1440	1760	1840	2000	1380
	SOMATORIA	9940					
	PESO (gramas)	397,6					

FONTE: Autor, 2019.

O modelo B seguiu à risca a planta da ponte de espaguete no autocad/2014, nessa estrutura foi aplicado as tensões em 12 partes dividido entre as faces da ponte. Assim o peso geral da Ponte de Espaguete $397,6+202,2+172,48=772,28$. E o peso dos Materiais utilizados 155g. Logo, o peso característico da ponte foi de 927,28g.

1.2 PROCEDIMENTO DE CONSTRUÇÃO DA PONTE DE MACARRÃO

1.2.1 Procedimento de ponte de espaguete dos modelos A e B

1.2.1.1 Procedimento da Ponte de Espaguete Modelo A

IMAGEM 3: Parte da base da seção da ponte de macarrão



FONTE: Autor, 2019.

A metodologia da Ponte de Espaguete do modelo A seguindo o raciocínio do cálculo da tabela. Assim, sendo feita cada etapa das seções com base no cálculo de peso previsto. A amostra feita com um canudo no seu interior para o formato cilíndrico. Depois de colocá-lo foi amarrado com elástico e ligas.

IMAGEM 4: Após secar o produto *CarPlast*



FONTE: Autor, 2019.

Após secar o material é retirado o canudo, para esse momento. E feito uma pequena flexão na lixa para formar o acabamento cilíndrico e encaixar a outra seção de macarrão cilíndrica e assim formando a ponte de macarrão.

IMAGEM 5: A estrutura de madeira



FONTE: Autor, 2019.

Após a aplicação do material *CarPlast* e necessário deixar 1 a 3 dias para secar. E depois revestir com mais macarrão para manter o formato original. Assim, que as seções foram definidas, foi necessário utilizar uma estrutura de madeira para a montagem e fixação com super-bonder e durepoxi.

IMAGEM 6: A estrutura de madeira



FONTE: Autor, 2019.

A montagem da ponte na estrutura de madeira, segue com alinhamento de palito de churrasco mais, as ligas para manter o equilíbrio e poder deixa-lo fixar com super-bonder e durepoxi.

IMAGEM 7: Finalização da ponte de macarrão



FONTE: Autor, 2019.

2.1.2.2 Procedimento da Ponte de Espaguete Modelo B

IMAGEM 8: A contagem do macarrão por seção seguindo o raciocínio da tabela de cálculo.



FONTE: Autor, 2019.

A metodologia da Ponte de Espaguete do modelo B segue o raciocínio do cálculo da tabela. Sendo feito cada etapa das seções com base no cálculo de peso previsto. A contagem e seleção dos materiais por seção. E o processo de contagem obedece aos critérios do cálculo da quantidade de macarrão por seção e peso. Assim, evitar o desnível e o excesso de peso.

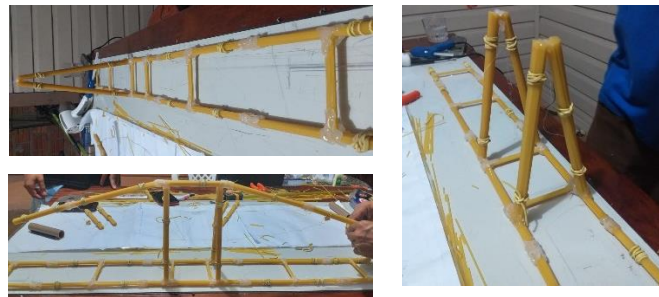
IMAGEM 9: Desenho 2D no papel A3



FONTE: Autor, 2019.

O grupo optou por desenvolver o desenho da planta do macarrão nas folhas de papel A3. Segundo Lagemann; Salvador; Tremarin (2013, p.16), “antes de início da construção, e necessário um desenho feito em tamanho real da ponte”. Para facilitar o processo de manipulação das seções do cilindro de macarrão. E efetuar a colagem com cola quente.

IMAGEM 10: Elevação da estrutura por parte da ponte de macarrão



FONTE: Autor, 2019.

Após o desenho da ponte na folha A3 o grupo finalizou a estrutura no mesmo dia, utilizando liga e cola quente. Em primeiro momento foi montado a base, depois a estrutura superior e por fim as tensões. Depois tudo foi reforçado até atingir o equilíbrio necessário.

IMAGEM 11: Finalização da ponte de macarrão



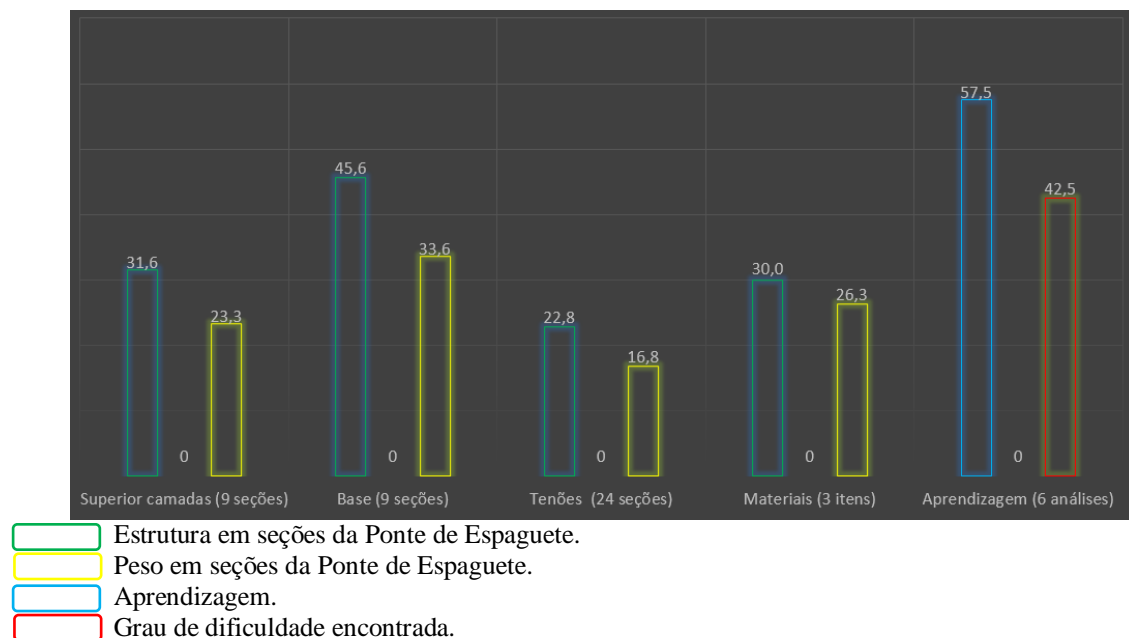
FONTE: Autor, 2019.

Após a finalização, a pesagem da ponte que manteve o peso de 905g, assim, foi acrescentado mais seções ao centro para fortalecer a fixação o ferro de 8mm.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICO DA PONTE DE MACARRÃO

A aprendizagem do grupo A durante o planejamento, construção e execução da ponte de espaguete foi com 57,5%, sendo que os critérios de nota foram atribuídos 10 pontos distribuídos para cada item em: 7 para o planejamento, já que o grupo não seguiu todos os critérios da “imagem 1” a planta; 5 para os materiais adotados, pois foi utilizado muito dureboxi com pouco tempo para a cura; 7,5 ao compromisso do tempo, o trabalho foi entregue no ultimo útil e faltando reajustes; 4,5 na divisão das tensões e 4,5 na divisão do peso, ambos são muito importantes mais o peso ficou pouco concentrado nas camadas superior e a base da ponte e 6 ao desempenho da ponte.

GRÁFICO 1: Análise do cálculo da Ponte de Espaguete Modelo A

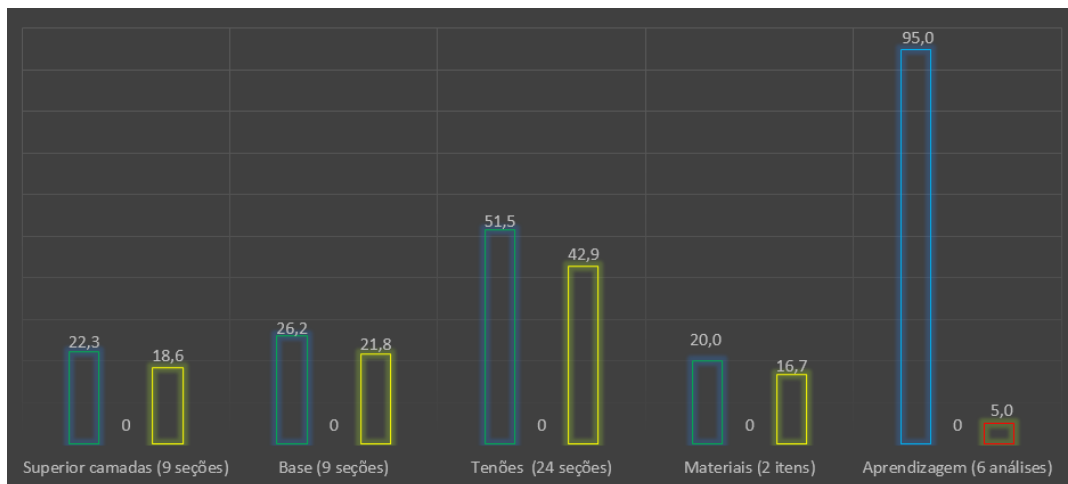


FONTE: autor, 2020.

A camada superior atingiu 31,6% de macarrão e com concentração de 23,3% do peso, ficando com uma estrutura muito forte. A camada da base atingiu 45,6% de macarrão e a concentração de 33,6% do peso, ficando com uma base muito forte. O risco ficou nas tensões de força que foram criadas poucas, somente 4 no total com 22,8% de macarrão e 16,8% de concentração do peso. Os materiais principais utilizados foram a durepoxi, *Carplast* e superbonder, no entanto, concentrou-se mais na *carplast* e o durepoxi com 26,3% de peso.

GRÁFICO 2: Análise do cálculo da Ponte de Espaguete Modelo B

A aprendizagem do grupo B durante o planejamento, construção e execução da ponte de espaguete foi com 95%, sendo que os critérios de nota foram atribuídos 10 pontos distribuídos para cada item como: 8,5 para o planejamento; 9 materiais adotados a cola quente e a super bonder; 9,5 ao compromisso do tempo, o trabalho foi entregue no ultimo útil e faltando poucos reajustes; 10 na divisão das tensões e 10 na divisão do peso e 10 para o desempenho da ponte de espaguete.



- Estrutura em seções da Ponte de Espaguete.
- Peso em seções da Ponte de Espaguete.
- Aprendizagem.
- Grau de dificuldade encontrada.

FONTE: autor, 2020.

A camada da superfície 22,3% de macarrão e 18,6% de peso; podendo adicionar mais macarrão ao centro para fortalecer; na camada da base para facilitar o equilíbrio entre a superfície; a base com 26,2% de macarrão e 21,8% de peso bem equilibrado; já as tensões com 51,5% de concentração de macarrão e com 42,9% do peso.

2.4 RESULTADO

Na interdisciplinaridade o desenvolvimento cognitivo do discente interatua com os demais alunos (as) em busca de: pesquisa, informação, conhecimento faz-se necessário o esforço fora da sala de aula. E nesse espaço de saber que o aluno (a) procura seu interesse, na busca da aprendizagem, através da investigação de subsídios palpáveis, da manifestação do

próprio cogito⁴. De fato! Fazendo com que o alunado bate de frente, com o que acredita, com que está certo. E seus valores tendem a ser testados ao limite pelo próprio grupo do protótipo.

As pontes de macarrão possibilitam a discussão sobre conceitos onde, muitas vezes, os estudantes apresentam dificuldades para aprendizagem como, por exemplo, as forças resultantes da interação entre dois planos e as condições de equilíbrio. (...) além de um limite de validade pode ser debatido com os estudantes quando se representa o peso da ponte. (MERIZIO; SOUZA, 2010, p.1).

O protótipo proporciona a atividade pedagógica necessária para apresenta didaticamente, a oportunidade de debater, com os estudantes algumas qualidades envolvendo proporções de força envolvendo equilíbrio.

Além de “permitir aos professores o desenvolvimento de atividades prática e lúdica, a qual pode despertar um maior interesse dos alunos pelas disciplinas e ajudar na fixação dos conteúdos” (PALUDO; PERES; KRIPKA, 2011, p.1).

O protótipo pode impulsionar a aprendizagem lúdica entre várias interdisciplinaridades na corrente pedagógica como: matemática (porcentagem, equações, tabelas e gráficos), física (tensões de equilíbrio, força horizontal e vertical), química (os produtos de certos materiais químicos), informática (*excel, word, softwares*) e arte (desenho). O protótipo proporciona a metodologia de ensino aprendizagem multiplica em diferentes formas e totalmente direcionada as qualidades do trabalhar lúdico da ponte de macarrão.

IMAGEM 12: Quebra do modelo A



FONTE: autor, 2019.

⁴ Filósofo e Matemático Francês René Descarte (1596-1650). “Penso, logo existo” em outras palavras penso, portanto sou.

Em média seu desempenho foi bom, faltou equilibrar os pesos adicionando mais macarrão nos apoios externos. E a retirada do excesso de peso entre as camadas superior e a base. As desvantagens da planta A na imagem 1, deve ótima planeamento, mais faltou compreender melhor os materiais adotados: o produto de *CarPlast* e muito forte, com o catalizador fazia pequenas quebras nos macarrões e o seu exposto ao sol, fazia com que o macarrão partisse e enrolasse; o produto de durepoxi e muito bom, mais foi utilizado sem controle fazendo com que o peso aumentasse 120g a mais na ponte.

O grau de dificuldade da ponte é de 42,5%, com isso o grupo sentiu problema na execução do projeto. Assim, “(...) levando em consideração que não se trata apenas da montagem da ponte, mas também dos métodos utilizados para o que projeto fosse bem executado” (OLIVEIRA; SOUZA; PEREIRA; QUEIROGA, 2018, p.7).

IMAGEM 13: Quebra do modelo B



FONTE: autor, 2019.

Com 5% de dificuldade o modelo B, atingiu a meta de 927,28g, mantendo o equilíbrio até o momento máximo da ruptura e seu desempenho foi ótimo durante o teste até o momento de quebra. Desse modo, a vantagem foi em manter o equilíbrio durante o teste de peso. Durante o processo de construção a escolha dos materiais como: super bonder e cola quente fizeram com que manterá a integridade da ponte até o momento certo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto da ponte de macarrão passou por várias aplicabilidades na multidisciplinariedade como utilidades dos materiais, passo a passo da construção e nas técnicas de aprendizagem. Assim movimentou um novo processo de ensino na prática pedagógica. Segundo a UFRGS que registra as principais competências de ponte de espaguete, entre os acadêmicos de engenharia civil a realização do protótipo propende da metodologia nas diferentes áreas de conhecimento como ciências exatas, desenho e tecnologia. A sua peculiaridade contribuiu no desempenho significativo ao planejamento didático, aplicado a capacidade de visualização, memorização e simetria, e no desenvolvimento de cálculo, equação, tabela e gráficos. Além de domínio o conhecimento nos materiais e aplica-los no equilíbrio e momento de forças.

É inevitável visualizar um conjunto de dez macarrões a ser romper. No entanto o seu produto adicionado a um revestimento com a resina epóxi, induzindo o seu material a criar uma densidade resistente. No entanto o grupo A não encontrou o material. E a nova proposta ficou com o CarPlast e Catalizador, que não teve o resultado esperado, de maneira que a ponte de macarrão do modelo A quebrou antes do previsto.

O protótipo B realizou e finalizou todas as propriedades necessárias na construção. Utilizou o planejamento para somente dois materiais a cola quente e a super-bonder. E teve melhor resultado, suportando mais carga e quebrando lentamente, de maneira que, apareceu a principal falha.

Na simetria de 2,5cm a menos ao lado esquerdo, ocasionado maior concentração de macarrão e conseqüentemente suportando mais força exercida ao centro. Prontamente, no momento em que ao lado direito 2,5cm a mais, ficando mais alongado, e sendo sujeito a proporcionalidade das forças do lado esquerdo. Ocasionalmente a romper-se lentamente no momento de equilíbrio das forças aplicada ao centro na demonstração no laboratório.

Em suma a realização do projeto da ponte de macarrão preencheu o desenvolvimento cognitivo com a experimentação do protótipo nas dinâmicas entre os modelos A e B. A contribuição didática tornou-se prazerosa com a influência mútua entre os acadêmicos nas pesquisas, montagem das estruturas e no laboratório. Além que cada grupo recebeu todas as orientações indispensáveis dos profissionais das áreas de engenharia, física, matemática e tecnologia, reunidos com comprometimentos dos grupos durante a realização dos protótipos A e B.

4 REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

LAGEMANN, Carlos Henrique; SALADOR, Paulo Fernando; TREMARIN, Ronaldo Cesar. **Projeto desafio de inovação tecnológica**. Ponte de Espaguete. Rio Grande do Sul: UNIVATES, 2013. Disponível no site:< [https://www.univates.br/media/extensao/dit/desafio_de_inovacao-ponte_de_espague te.pdf](https://www.univates.br/media/extensao/dit/desafio_de_inovacao-ponte_de_espague_te.pdf)>. Acessado em 31/mar/2020.

MERIZIO, Anaximandro Dalri; SOUZA, Carlos Alberto. **Ponte de macarrão**: uma alternativa para o ensino da estática. Santa Catarina: Física na Escola, 2010. Disponível no site:< <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num2/a08.pdf>>. Acessado em 31/mar/2020.

OLIVEIRA, André Canto de; SOUZA, Sarah Gomes de; PEREIRA, Mayane Reis; QUEIROGA, Emilli Maciel. **A importância da confecção de pontes de macarrão para o processo de ensino aprendizagem da disciplina de mecânica geral**. São Paulo: V CONEDU Congresso Nacional Educação, 2018. Disponível no site:< http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD1_SA17_ID6490_04092018230351.pdf>. Acessado em 31/mar/2020.

PALUDO, Leandro; PERES, Carlos Ariel Samudio; KRIPKA, Moacir. **Uma ponte para o futuro**: competição de pontes de espaguete como uma experiência didática nas escolas de ensino médio. Rio Grande do Sul: 2011. Disponível no site:< https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Leandro_Paludo_UPF.pdf>. Acessado em 31/mar/2020.

SANTOS, Guilherme H; SILVA, Hebert Vieira Cardoso da; MELO, João Pedro Melo. **Atividades Práticas Supervisionadas**: Ponte de Macarrão. Goiânia: 2014. Disponível no site:< https://www.academia.edu/12042155/APS_ENGENHARIA_UNIP_II_SEMESTRE_-_PONTE_MACARR%C3%83O>. Acessado em 31/mar/2020.

SANTOS, Humberto; FAEL, Paulo. **Pontes de Espaguete**. São Paulo: 2019. Disponível no site:< [fhttp://www.pontes-de-espaguete.ubi.pt/construir.html](http://www.pontes-de-espaguete.ubi.pt/construir.html)>. Acessado em 31/mar/2020.
 UFRGS. **Competição de ponte de espaguete**: Regulamento da competição. Rio Grande do Sul: 2019. Disponível no site:< <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/regulamento.html>>. Acessado em 01/dez/2019.

ANEXO: DETALHAMENTO GRÁFICO DO MODELO A E B

GRÁFICO DA PONTE DE ESPAGUETE MODELO A

UNID	CAMADAS	SEÇÕES	I%	PESO	GRAMA	I%
1	Estr. Superior	5814	31,6	P. Superior	232,56	23,3
2	Estr. da Base	8400	45,6	P. da Base	336,00	33,6
3	Tensões	4200	22,8	P Tensões	168,00	16,8
4	Material	3 itens	30,0	P do Material	263,34	26,3
5	Aprendizagem	██████████	57,5	Dificuldade	██████████	42,5
TOTAL		18414			999,99g	

FONTE: autor, 2020.

OBS: adotar critério três para o material.
O cálculo do peso para a porcentagem foi de 999,99g.

GRÁFICO DA PONTE DE ESPAGUETE MODELO B

UNID	CAMADAS	SEÇÕES	I%	PESO	GRAMA	I%
1	Estr. Superior	4312	22,3	P. Superior	172,48	18,6
2	Estr. da Base	5055	26,2	P. da Base	202,20	21,8
3	Tensões	9940	51,5	P Tensões	397,60	42,9
4	Material	2 itens	20,0	P do Material	155,00	16,7
5	Aprendizagem	██████████	95	Dificuldade	██████████	5
TOTAL		44			927,28g	

FONTE: autor, 2020.

OBS: adotar critério dois para o material.
O cálculo do peso para a porcentagem foi de 927,28g.

APRENDIZAGEM

ITENS	DIDÁTICA	Modelo	Modelo
		A	B
1	Planejamento da ponte de macarrão	7	8,5
2	Materiais adotados	5	9
3	Compromisso com o tempo	7,5	9,5
4	Divisões das seções da ponte de macarrão	4,5	10
5	Divisões do peso adotado por seção	4,5	10
6	Desempenho da ponte	6	10
TOTAL		34,5	57
TOTAL EM PORCENTAGEM (%)		57,5%	95%

FONTE: autor, 2020.

OBS: Adotar critério de 0 a 10 a cada item.
Adotar critério de porcentagem de aprendizagem (60).