

## 14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

### ESTUDO DE CASOS PARA O PRÉ-DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA DE CUSTOS DE MESOESTRUTURAS DE PONTES

GLÓRIA B. A. DE BARROS<sup>1</sup>, GUSTAVO C. NIRSCHL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil, IFSP, Câmpus Votuporanga, g.beatriz@ifsp.edu.br.

<sup>2</sup> Professor orientador, Mestre em Engenharia Civil, IFSP, Câmpus Votuporanga, nirschl@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.01.05.04-8 Rodovias; Projeto e Construção

**RESUMO:** As pontes, como toda obra de engenharia, requerem um orçamento estimativo para fornecer subsídios para as tomadas de decisões no âmbito da escolha dos materiais, processos construtivos e modelo estrutural adotado. No Brasil, existe atualmente pelo menos um balizador público que fornece um simulador de custos médios gerenciais para uma obra de ponte, disponível em *website*, de autoria da FGV, IBRE e DNIT. O simulador necessita que o usuário escolha, entre outros, a região da obra, seu porte, seu tipo e sua área construída, exibindo como resultado o custo estimativo total da obra. Os tipos disponíveis são: ponte ou viaduto em longarinas de concreto armado; em balanços sucessivos; e passagem inferior em concreto armado. Não há estimativas para outros tipos de pontes, como estaiada, pênsil, em estrutura metálica. Não há divisão dos custos estimativos da estrutura entre suas partes, como encontros, pilares, fundações e superestrutura. Buscando, no futuro, criar um simulador mais abrangente, neste trabalho, estudaram-se as mesoestruturas (aqui consideradas como pilares e possíveis travamentos) de cinco pontes, na forma de seu pré-dimensionamento e custo estimativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** mesoestrutura; pilares de pontes; pontes e viadutos; pré-dimensionamento; e estimativa de custos.

### CASES STUDY FOR PRE-DIMENSIONING AND COST ESTIMATION OF BRIDGE MESOSTRUCTURES

**ABSTRACT:** Bridges, like all engineering works, require an estimated budget to support decision-making in terms of choosing materials, construction processes and the adopted structural model. In Brazil, there is currently at least one public beacon that provides a simulator of average management costs for a bridge project, available on a website, authored by FGV, IBRE and DNIT. The simulator requires the user to choose, among others, the region of the work, its size, its type and its built area, displaying the total estimated cost of the work as a result. The available types are: bridge or viaduct in reinforced concrete stringers; in successive swings; and underpass in reinforced concrete. There are no estimates for other types of bridges, such as cable-stayed, suspension, metallic structure. There is no division of the estimated costs of the structure between its parts, such as endings, pillars, foundations and superstructure. Seeking, in the future, to create a more comprehensive simulator, in this paper, the mesostructures (here considered as pillars and possible locks) of the five bridges were studied, in the form of their pre-dimensioning and estimated cost.

**KEYWORDS:** mesostructure; bridge piers; bridges and viaducts; pre-dimensioning; and cost estimate.

## INTRODUÇÃO

Conforme Vitório (2002), as partes integrantes de uma ponte, em geral, são a superestrutura (ex: lajes, vigas), a mesoestrutura (pilares e possíveis travamentos), a infraestrutura (fundações) e os encontros. Há várias formas de conceber a superestrutura de uma ponte, sendo, por exemplo, ponte em viga, em laje, ponte treliçada, estaiada, pênsil, em arco ou em quadro rígido.

Conforme Conforto e Spranger (2008 apud Lopes, 2017), a elaboração de estimativas de custos consiste no emprego de metodologias de avaliação que permitem prever o valor e a composição de custo total a ser incorrido na realização de determinado empreendimento, ainda que, a partir de dados de Engenharia, apenas preliminares ou pouco detalhados sobre o projeto.

Conforme Brasil (2020), o Custo Médio Gerencial (custo estimativo total da obra) estabelece referências de custos para tomadas de decisões, na fase de planejamento, e que normalmente precedem os projetos e os orçamentos dos empreendimentos de infraestrutura de transportes.

Portanto, este estudo visa a contribuir na criação de índices de pré-dimensionamento e estimativa de custos para mesoestrutura (pilares e travamentos) de pontes, para que tais referências sejam utilizadas em um futuro *software* de pré-dimensionamento e estimativa de custos de pontes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constitui-se do estudo de cinco casos de pontes, em termos da superestrutura e mesoestrutura, sobre dados como largura, altura e inter eixos, de acordo com cada tipo de ponte. Estas informações foram procuradas em bibliografias e/ou em projetos de pontes já realizados.

Também foi feita a busca por estimativas de custo dos pilares para cada tipo de mesoestrutura (pilares e travamentos) descrito, em bibliografias e/ou em projetos e obras realizados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de pesquisas em projetos e obras de construções de pontes, foram obtidos os dados apresentados na sequência.

OBRA 1: Ponte em vigas sobre o rio Trairão – FIGURA 1

Cumaru do Norte (2020) apresenta uma ponte sobre o rio Trairão, sendo em vigas com inter eixo de pilares de até 12,025 m, sendo 3 pilares por eixo, com dimensões de 0,80x0,80 cm e altura de até 4,76 m. Total de 33 pilares.

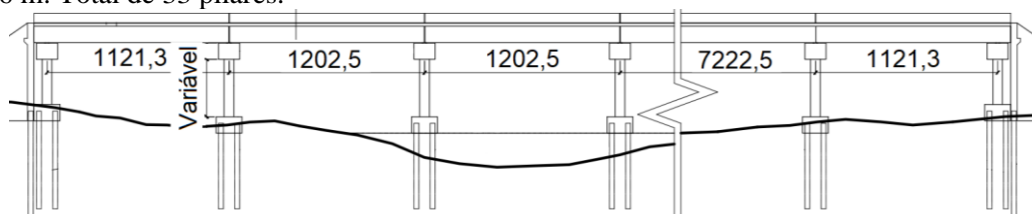


FIGURA 1. Ponte em vigas sobre o rio Trairão – cotas em cm. Fonte: adaptado de Cumaru do Norte (2020).

A tabela 1 apresenta o orçamento da ponte sobre o rio Trairão referente à sua mesoestrutura.

TABELA 1. Orçamento da mesoestrutura da ponte sobre o rio Trairão

DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Formas para concreto em chapa de madeira compensada resinada e=15 mm (REAP 1x) – Pilares e Transversinas	m <sup>2</sup>	517,7	R\$ 85,66	R\$ 44.346,18
Concreto c/ seixo FCK=35 MPA (incl. preparo e lançamento)	m <sup>3</sup>	84,27	R\$ 839,76	R\$ 70.766,58
Armação p/ concreto – Pilares e Transversinas	kg	16.853,76	R\$ 13,46	R\$ 226.851,61
TOTAL				R\$ 341.964,37

Fonte: adaptado de Cumaru do Norte (2020).

### OBRA 2: Ponte sobre o córrego Jaguaribe – FIGURA 2

A Secretaria do Estado de Infraestrutura e Logística do Mato Grosso (SINFRA) (Mato Grosso, 2023) apresenta a ponte sobre o córrego Jaguaribe, sendo em vigas com inter eixo de pilares de 20 m, com 2 pilares por eixo, de 1,0 m de diâmetro e altura máxima de 5,271 m. Total de 6 pilares.

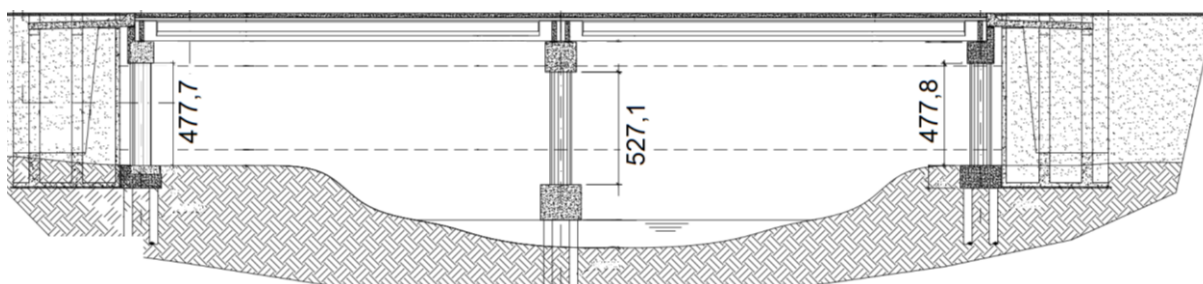


FIGURA 2. Ponte em vigas sobre o córrego Jaguaribe – cotas em cm. Fonte: adaptado de Mato Grosso (2023).

A tabela 2 apresenta o orçamento da mesoestrutura da ponte sobre o córrego Jaguaribe.

TABELA 2. Orçamento da mesoestrutura da ponte sobre o córrego Jaguaribe

DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	60,78	R\$ 3,27	R\$ 198,75
Armação em aço CA-50 – fornecimento, preparo e colocação	kg	7.158,00	R\$ 13,88	R\$ 99.353,04
Concreto para bombeamento fck = 30 Mpa – confecção em central dosadora de 30 m³/h – areia e brita comerciais	m³	60,78	R\$ 462,52	R\$ 28.111,97
Escoramento com pontaletes D = 15 cm – utilização 1 vez – confecção e instalação	m³	191,86	R\$ 53,44	R\$ 10.253,00
Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm – uso geral – utilização de 2 vezes – confecção, instalação e retirada	m²	93,15	R\$ 122,63	R\$ 11.422,98
Fôrmas curvas de compensado plastificado 14 mm – uso geral – utilização de 3 vezes – confecção, instalação e retirada	m²	108,17	R\$ 87,36	R\$ 9.449,73
Lançamento livre de concreto usinado por meio de caminhão betoneira – confecção em central dosadora de 30 m³/h	m³	60,78	R\$ 48,30	R\$ 2.935,67
Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo- altura de até 6 m – utilização de 5 vezes – confecção, instalação e retirada	m³	508,15	R\$ 61,84	R\$ 31.424,00
TOTAL				R\$ 193.149,14

Fonte: adaptado de Mato Grosso (2023).

### OBRA 3: Ponte em vigas sobre o córrego do Veado – FIGURA 3

Lavrinhas (2020) apresenta a ponte sobre o córrego do Veado, sendo em vigas com inter eixo de pilares de 11,44 m, com 2 pilares por eixo, de 0,80 m de diâmetro e altura máxima de 2,30 m. Total de 4 pilares.

Lavrinhas (2020) apresenta planilha (tabela 3) de custos da mesoestrutura considerando os pilares e os encontros. Porém, neste trabalho, deve ser considerado somente o custo dos pilares. Sendo assim, tal planilha foi adaptada considerando o volume de concreto dos 4 pilares e uma estimativa de 50 kg de aço por m³ de concreto. Feitas estas adaptações, a tabela 3 apresenta o orçamento da ponte sobre o córrego do Veado referente à sua mesoestrutura (pilares).



DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Forma curva para concreto aparente	m²	23,12	R\$ 143,79	R\$ 3.324,42
Concreto FCK 25 MPa	m³	4,6	R\$ 554,57	R\$ 2.564,57
Barras de aço CA-50	kg	231,2	R\$ 10,63	R\$ 2.457,88
TOTAL				R\$ 8.346,87

OBRA 4: Ponte em vigas na vicinal Jabutizinho – FIGURA 4

Technical drawing of a bridge cross-section. The total width of the bridge is 2200. The width of the deck is 1100. The central support has a height of 300 and a gap of 70 between the deck and the support. The bridge is supported by two main piers and two smaller piers at the ends.

OBRA 5: Ponte em vigas em Alto Paraíso

Os dados obtidos das cinco obras apresentadas estão resumidos, atualizados pelo DrCalc.net (Cálculo, 2023) e ampliados na tabela 6.

TABELA 4. Orçamento da mesoestrutura da ponte na vicinal Jabutizinho.

DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50 de 16,0 mm - montagem.	kg	212,02	R\$ 10,05	R\$ 2.130,80
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	658,00	R\$ 14,19	R\$ 9.337,02
Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para bloco de coroamento, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm, 2 utilizações.	m <sup>2</sup>	38,40	R\$ 114,07	R\$ 4.380,29
Concreto c/ seixo FCK=30 MPA (incl. lançamento e adensamento)	m <sup>3</sup>	7,68	R\$ 748,83	R\$ 5.751,01
TOTAL				R\$ 21.599,12

Fonte: adaptado de Jacundá (2022).

TABELA 5. Orçamento da mesoestrutura da ponte na Rua Pitinga

DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50 de 16,0 mm - montagem.	kg	424,04	R\$ 10,05	R\$ 4.261,60
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	1316,00	R\$ 14,19	R\$ 18.674,04
Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para bloco de coroamento, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm, 2 utilizações.	m <sup>2</sup>	38,40	R\$ 114,07	R\$ 4.380,29
Concreto c/ seixo FCK=30 MPA (incl. lançamento e adensamento)	m <sup>3</sup>	7,68	R\$ 748,83	R\$ 5.751,01
TOTAL				R\$ 33.066,94

Fonte: adaptado de Jacundá (2022).

TABELA 6. Tabela resumo dos resultados obtidos pela revisão bibliográfica

OBRA	INTER EIXO PILARES (m)	DIMENSÕES DOS PILARES (m)	ALTURA DOS PILARES (m)	CUSTO TOTAL - MESOESTRUTURA	R\$/m <sup>3</sup> DE PILAR	R\$/m <sup>2</sup> DE PONTE
1	até 12,02	0,80x0,80	até 4,76	462.444,29	4.600,01	448,10
2	20	Ø 1,00	até 5,30	193.149,14	7.733,49	548,72
3	11,44	Ø 0,80	2,3	11.528,31	2.492,92	208,85
4	11	0,70x0,70	3	26.731,21	9.092,25	303,76
5	9	0,70x0,70	3	40.923,85	13.919,68	284,19

Fonte: descritas anteriormente.

## CONCLUSÕES

Os índices calculados na tabela apresentam discrepâncias, necessitando-se de mais casos a serem estudados para se obter valores mais precisos. Os dados e índices apresentados na tabela 1 serão também utilizados para um futuro *software* de pré-dimensionamento e estimativa de custos de pontes. O *software* utilizará estes dados para detalhar o orçamento estimativo, variando as soluções encontradas para a ponte que se deseja orçar, variações como o tipo de ponte, inter eixo dos pilares, suas dimensões e altura.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

G. B. A. B. contribuiu com a pesquisa, apresentação, análise dos dados e redação do texto. G. C. N. procedeu com a orientação, revisão e aprovação do texto.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor orientador por toda a ajuda para tornar o trabalho possível e ao IFSP pelo suporte na realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

**BRASIL. Ministério da Infraestrutura.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Custo Médio Gerencial.** Brasília, DF: Ministério da Infraestrutura, 2020. Acesso em 17 ago. 2022. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/custo-medio-gerencial>.

**CÁLCULO** de atualização monetária. 2023. Acesso em 29 ago. 2023. Online. Disponível em: <https://drcalc.net/correcao.asp?it=3&ml=Calc>.

**CUMARU DO NORTE. Concorrência Pública N° 003/2020: Construção de ponte em concreto armado na Rodovia Vicinal Trairão, trecho MPA-287 / RB-235, sobre o rio Trairão, lote 1, com extensão de 120m no município de Cumaru do Norte – PA, sob jurisdição do 6º nr, conforme condições, quantidades, exigência, especificações técnicas, termo de referência, planilha orçamentaria e composições de preços unitários estabelecidas neste projeto básico por meio de concorrência pública.** Cumaru do Norte: Órgão oficial do município, 2020. Acesso em 21 ago. 2023. Online. Disponível em: <https://pmcn.pa.gov.br/concorrenca-publica-n-003-2020/>.

**JACUNDÁ. Tomada de preços N° 002/2022-001-PMJ: Contratação de empresa para construção de 05 (cinco) pontes de concreto armado, na zona urbana e rural** Jacundá: Prefeitura Municipal, 2022. Acesso em 23 ago. 2023. Online. Disponível em: <https://jacunda.pa.gov.br/tomada-de-precos-no-2-2022-001-pmj/>.

**LAVRINHAS. Tomada de preços N° 002/2020: Ponte sobre Córrego dos Veados.** Lavrinhas: Prefeitura Municipal, 2020. Acesso em 22 ago. 2023. Online. Disponível em: <http://lavrinhas.sp.gov.br/site/index.php/2020/08/13/4245/>.

**LOPES, Rafael Azevedo Cançado. Estimativa de custo para o pré-projeto de pontes rodoviárias mistas de aço e concreto.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Acesso em 17 ago. 2022. Online. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10165/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_EstimativaCustoPR%C3%A9.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10165/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_EstimativaCustoPR%C3%A9.pdf)

**MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Concorrência Pública Eletrônica no 16/2023 (Comissão Permanente de Licitação - CPL): Contratação de empresa de engenharia para execução da obra de construção da ponte em concreto protendido sobre o córrego Jaguaribe (pt01031), com extensão de 40,00m e 8,80m de largura, localizada na rodovia mt-020, município de Paranatinga/mt..** Mato Grosso: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2023. Acesso em 21 ago. 2023. Online. Disponível em: <https://www.sinfra.mt.gov.br/-/22446975-31>.

**VITÓRIO, Afonso. Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão.** Recife: CREA-PE, 2002. Acesso em 15 jun. 2016. Online. Disponível em: [http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes\\_Rodoviaras\\_Fundamentos\\_Conservacao\\_Gestao.pdf](http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Rodoviaras_Fundamentos_Conservacao_Gestao.pdf).