

RELATÓRIO FINAL – IFSP (PIVICT)

Título do Projeto: Pré-dimensionamento e estimativa de custos de encontros de pontes

Dados do(a) pesquisador voluntário:

Nome: Beatriz Adolfo Pereira da Silva

Telefone: (17) 99751-1210

e-mail: adolfo.beatriz@aluno.ifsp.edu.br

Dados da Instituição de vínculo do programa:

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Votuporanga – IFSP

Av. Jerônimo Figueira da Costa, 3014 – Pozzobon, Votuporanga - SP

CEP: 15503-110

Telefone: (17) 3426-6990

e-mail: cpi.vtp.@ifsp.edu.br

Dados do professor orientador:

Nome: Gustavo Cabrelli Nirschl

Telefone: (17) 99153-2885

e-mail: nirschl@ifsp.edu.br

RESUMO

As pontes, como toda obra de engenharia, requerem um orçamento estimativo para fornecer subsídios para as tomadas de decisão 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 para uma obra de ponte, disponível em Fundação Getúlio Vargas (2019), 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, o grupo de pesquisa já cadastrado no CNPq vem realizando diversos trabalhos que, juntos, construirão a ferramenta. Neste trabalho, apresentam-se os resultados dos encontros de algumas pontes, com o intuito de, no futuro, encontrar relações de seu pré-dimensionamento e custo estimativo.

APRESENTAÇÃO (INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS)

Conforme a NBR 7187:2021, PONTE é a obra destinada a permitir a transposição de um obstáculo natural (como rio, córrego, vale etc.) e VIADUTO é a obra destinada a permitir a transposição de um obstáculo artificial (como avenida, rodovia etc.). Porém, Mendes (2017) cita que o viaduto é um tipo de ponte. Seguindo este último autor, neste trabalho, o termo PONTE foi aplicado às pontes e viadutos. Segundo Vitorio (2002), as partes integrantes de uma ponte, em geral, são a superestrutura (lajes e vigas), a mesoestrutura (pilares e travamentos), a infraestrutura (fundações) e os encontros.

Neste contexto, neste trabalho foi realizado o estudo e análise dos encontros de pontes como uma estrutura a parte, por meio de estudos bibliográficos sendo que esses dados contribuirão para, no futuro, serem obtidos valores práticos de pré-dimensionamento e orçamento de encontro de pontes.

Tais valores serão usados, em um futuro software de pré-dimensionamento e orçamento de pontes.

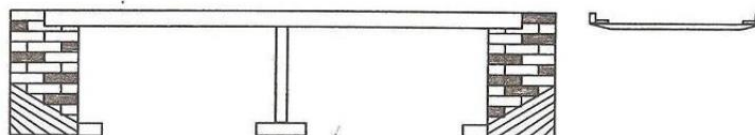
Há várias formas de conceber a superestrutura de uma ponte, sendo algumas ilustradas nas figuras 1 a 10.

1.1 Pontes em laje:

Cavalcante (2019) apresenta que, segundo Hambly (1991), este tipo de superestrutura é formado por elementos contínuos em planos bidimensionais, no qual as cargas aplicadas são suportadas por distribuições bidimensionais das

forças cortantes, momentos fletores e momentos de torção. Assim, o autor afirma que são esforços mais complexos que em sistemas de barras unidimensionais, e podem ser constituídas de lajes contínuas ou biapoiadas, maciças ou vazadas.

Figura 1: Ponte em laje



Fonte: Marchetti (2008).

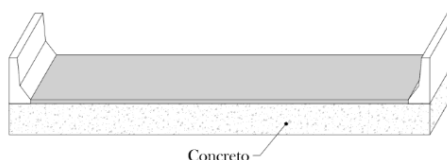
Cavalcante (2019) mostra como vantagens dessa superestrutura a espessura reduzida do tabuleiro, facilitando o fluxo de veículos embaixo, a construção simples e ágil e o uso por questões estéticas, devido a passar uma sensação de leveza e esbeltez. Dentre esse tipo de superestrutura, há alguns exemplos, conforme mostra Cavalcante (2019):

1.1.2 Seção Maciça:

Como afirma Cavalcante (2019), são seções típicas de pontes em laje e que tem peso próprio elevado, o que torna o sistema estrutural pouco eficiente, pois a relação entre o momento de inércia e a área da seção transversal é baixa.

Conforme Cavalcante (2019), são pontes geralmente construídas em concreto armado ou protendido com simples execução. Junto a isso, o autor mostra que há uma melhora no comportamento da estrutura com o uso de balanços, diminuindo o peso próprio sem alterar muito o momento de inércia.

Figura 2 : Ponte em laje com seção maciça



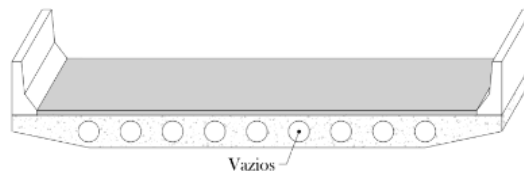
Fonte: Cavalcante (2019).

Entretanto, o autor afirma que são seções menos vantajosas que as de seção vazadas, uma vez que o material fica próximo da linha neutra.

1.1.3 Seção Vazada

De acordo Cavalcante (2019), este tipo de seção tem uma menor massa e um maior momento de inércia ao comparada com a seção maciça, no qual pode ser executada em concreto armado ou em sistemas de protensão com pós-tração e são mais utilizadas quando tem como desejo do projetista espessuras pequenas. Cavalcante (2019) ainda afirma que, segundo O'Brien e Keogh (1999), esse tipo de estrutura é mais vantajoso financeiramente para vãos de 20 m a 30 m. Assim, Cavalcante (2019) aponta como desvantagem o processo construtivo devido à sua complexidade construtiva comparada à seção maciça.

Figura 3: Ponte em laje com seção vazada

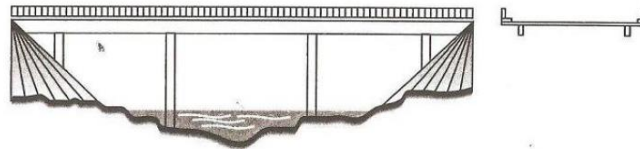


Fonte: Cavalcante (2019).

1.2 Pontes em vigas:

Cavalcante (2019) explica que é um sistema estrutural constituído por longarinas, que pode ter presença ou não de transversinas para suporte das lajes, que receberão as cargas diretamente.

Figura 4: Ponte em viga

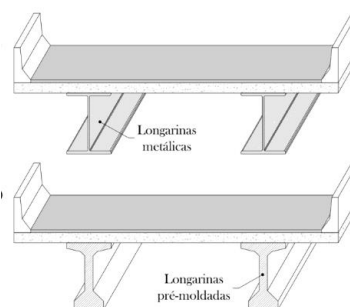


Fonte: Marchetti (2008).

De acordo com Cavalcante (2019), esta superestrutura é marcada pela presença de longarinas, que podem ser treliçadas, em perfil metálico e pré-moldadas, pré-fabricadas ou moldadas in loco em concreto armado ou protendido. Além disso, o autor explica que as lajes apresentam espessuras reduzidas, sendo unidirecionais e com sentido de flexão perpendicular ao movimento de automóveis.

Segundo Cavalcante (2019), algumas vantagens das pontes em vigas são: flexibilidade nas escolhas de material para uso e na escolha de seção transversal, rápida execução e fácil determinação de esforços

Figura 5: Ponte em vigas



Fonte: Cavalcante (2019).

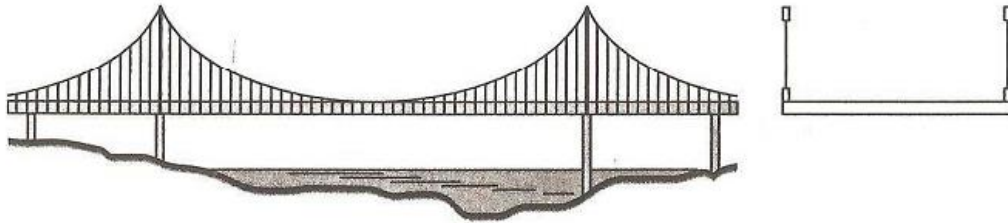
1.3 Ponte pênsil

Mendes (2017) apresenta que ponte pênsil é uma superestrutura em que o tabuleiro contínuo é sustentado por cabos de metal atirantados, que são

conectados a dois cabos maiores e principais (cabos portantes parabólicos), que se interligam às torres de sustentação.

Segundo Valeriano (2021), o sistema pênsil pode vencer vãos mais extensos e é mais flexível, entretanto pode apresentar oscilação lateral devido à passagem de cargas ou pela ação do vento.

Figura 6: Ponte pênsil.

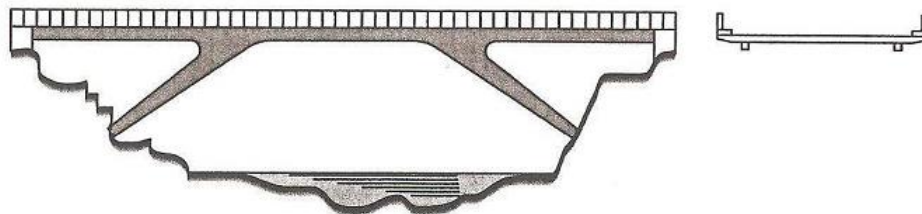


Fonte: Marchetti (2008).

1.4 Ponte em pórtico (ou quadro rígido):

De acordo com Cavalcante (2019), este tipo de superestrutura apresenta ligações rígidas ou semirrígidas entre as partes do tabuleiro e dos pilares ou paredes do encontro. E explica que segundo Leonhardt (1979), como a extremidade da viga é engastada, uma parte do momento positivo é diminuída devido ao momento negativo do engaste, o que leva à uma redução da altura necessária do vão, sendo que esse sistema é muito usado em pontes com tramo único.

Figura 7: Ponte em pórtico



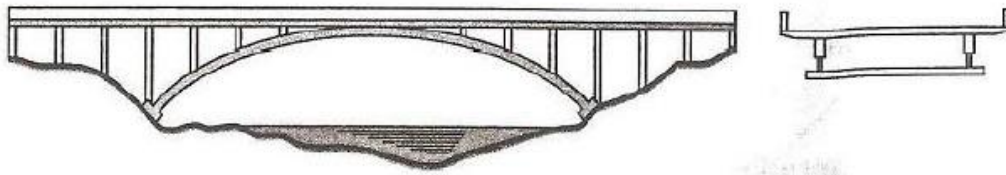
Fonte: Marchetti (2008).

1.5 Ponte em arco:

De acordo com Mendes (2017), arcos são mais usados para atravessar vales e terrenos rochosos, em regiões montanhosas para que permita um bom assentamento para os encontros e fundações.

Segundo Valeriano (2021), nesta superestrutura o material é solicitado majoritariamente à compressão, praticamente uniforme em toda seção transversal e o uso da ponte em arco, com um bom aproveitamento do material, permite alcançar vão maiores que pontes em viga.

Figura 8: Ponte em arco

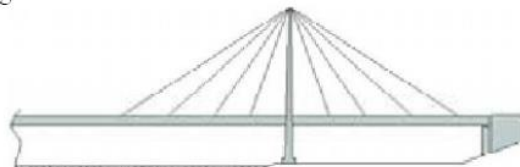


Fonte: Marchetti (2008).

1.6 Ponte estaiada:

Conforme Mendes (2017), ponte estaiada é um sistema estrutural que constitui de um vigamento metálico com alta rigidez à torção, que se apoia nos encontros e nas torres de ancoragem e em um sistema de cabos retos esticados (estais), no qual eles partem dos acessos do vigamento, passam sobre as torres e seguem para o vão principal, sendo este local onde é ancorado e sustentado.

Figura 9: Ponte estaiada

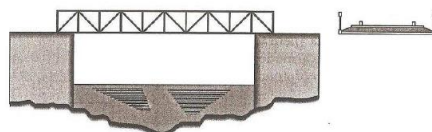


Fonte: Pinho e Bellei (2007).

1.7 Ponte treliçada:

De acordo com Criado (2017), as pontes treliçadas apresentam, no sistema estrutural principal, uma viga treliçada, a fim de vencer grandes vãos, é utilizada também em obras emergenciais de construção rápida, uma vez que seu método construtivo é modular e de fácil montagem.

Figura 10: Ponte treliçada



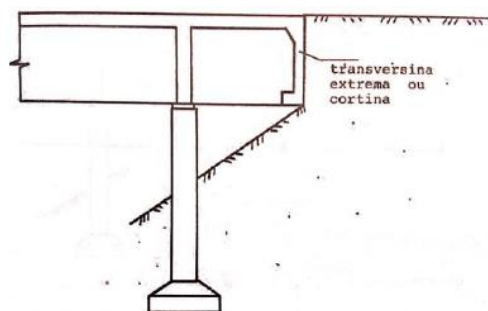
Fonte: Marchetti (2008).

2. TIPOS DE ENCONTROS DE PONTES

2.1 Encontro com transversina extrema ou cortina:

Conforme explica Mendes (2017), pontes que contém as extremidades em balanço são específicas para terraplenos que não são sujeitos a recalque, em que esses balanços apresentam uma viga transversal, chamada de transversina ou cortina, nas suas extremidades. E o autor afirma que a transversina (ou cortina) tem como papel receber empuxos da terra vindos da camada de aterro que faz a interligação da obra com a rodovia.

Figura 11: Encontro com transversina externa ou cortina



Fonte: Mendes (2017).

2.2 Encontro em balanço com placa de transição

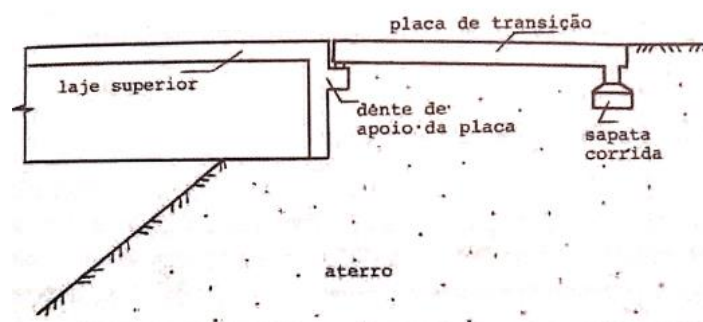
Mendes (2017) apresenta que, em casos que o aterro ou terrapleno está sujeito a recalques diferenciais, é preciso a implantação de uma placa de transição que liga a transversina extrema ao aterro. O autor explica que esta placa de transição é constituída por uma laje, que no qual seus apoios são o dente da cortina e uma sapata corrida imersa no terrapleno, que acompanha seu assentamento.

Conforme Mendes (2017), o intuito da placa é compensar os recalques que ocorrem durante a estabilização da camada de aterro, sendo que seu comprimento é em função do recalque esperado e pelo tráfego e não pode passar de 15m, sendo que não se colocam guarda-corpos ou guarda-rodas sobre a placa de transição.

Mendes (2017) cita alguns exemplos desse tipo de encontro, sendo eles:

2.2.1 Encontro com a placa de transição apoiada em sapata corrida:

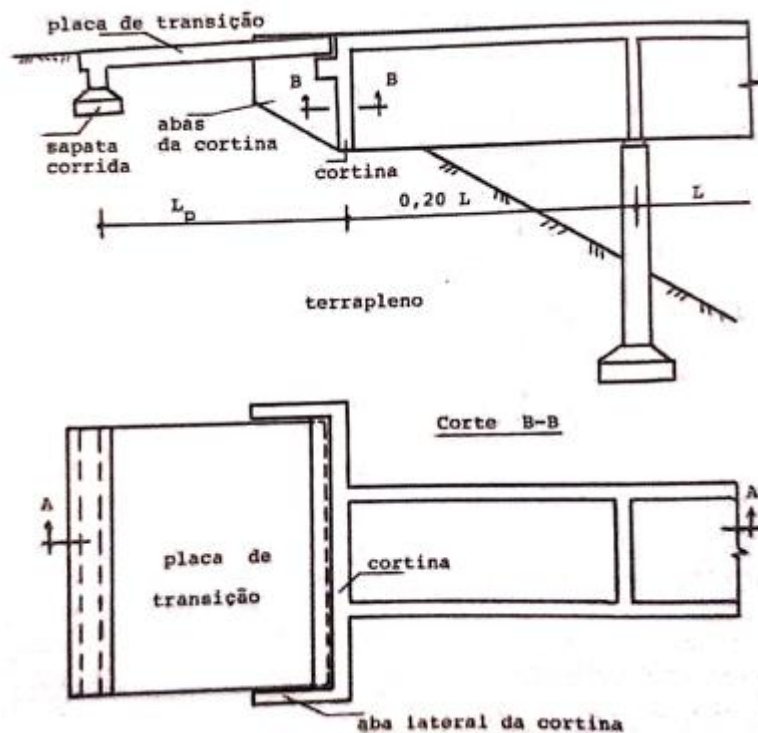
Figura 12: encontro com placa apoiada em sapata corrida



Fonte: Mendes (2017).

2.2.2 Encontro com muros de aba lateral:

Figura 13: encontro com muros de aba lateral

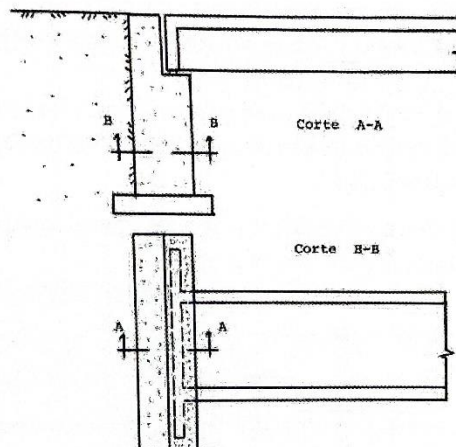


Fonte: Mendes (2017).

2.3 Encontro maciço

Conforme Mendes (2017), este tipo de encontro não permite a entrada de aterro no seu interior.

Figura 14: Encontro maciço

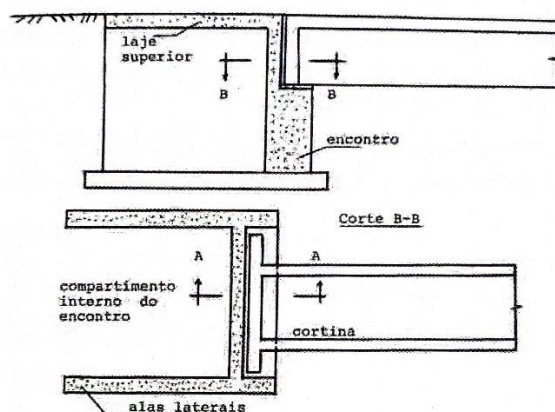


Fonte: Mendes (2017).

2.4 Encontros vazados

Segundo Mendes (2017), estes encontros permitem a entrada de aterro no seu interior e, muitas vezes, são constituídos de alas laterais, na qual sua função é conter e distribuir o aterro, uma vez que sua entrada no interior gera maior peso próprio e rigidez, e também são providos de laje superior em concreto armado.

Figura 15: Encontros vazados

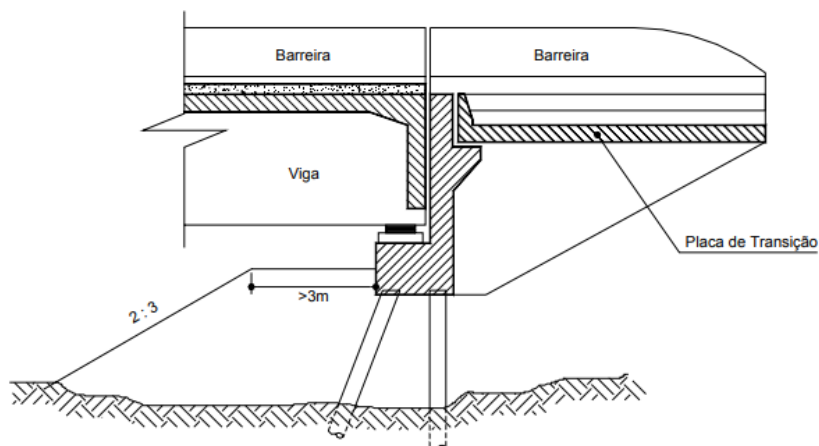


Fonte: Mendes (2017).

2.5 Encontro Leves:

Spicigo (2021) mostra que, segundo DNIT (2004), este tipo de encontro equivale às estruturas de menor porte construídas sobre cortes estáveis ou aterros já previamente feitos, com escolha de materiais e compactação adequadas.

Figura 16: Encontros Leves

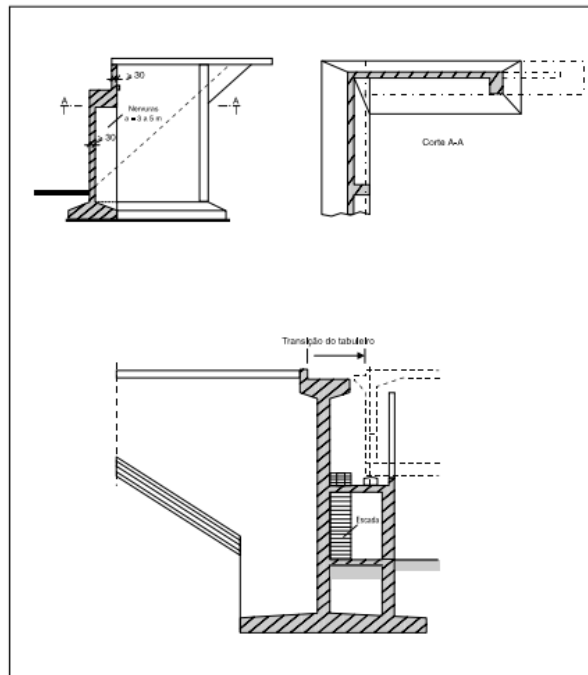


Fonte: DNIT (2004).

2.6 Encontros de grande porte

DNER (1996) apresenta que este tipo de encontro é mais utilizado em pontes longas que transmitem forças horizontais grandes ou com aterros altos, e também feitos após a execução da ponte. Junto a isso, DNER (1996) explica que estes tipos geralmente têm estruturas celulares e comprimento necessário para que o aterro caia livre no interior, assim não ocorre a solicitação da parede frontal.

Figura 17: Encontros de grande porte



Fonte: DNER (1996).

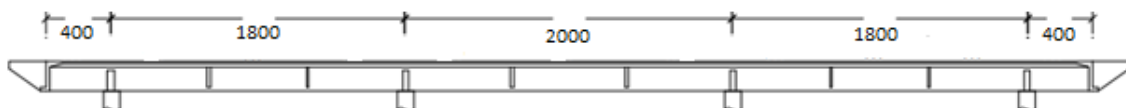
DESENVOLVIMENTO (METODOLOGIA E ANÁLISE)

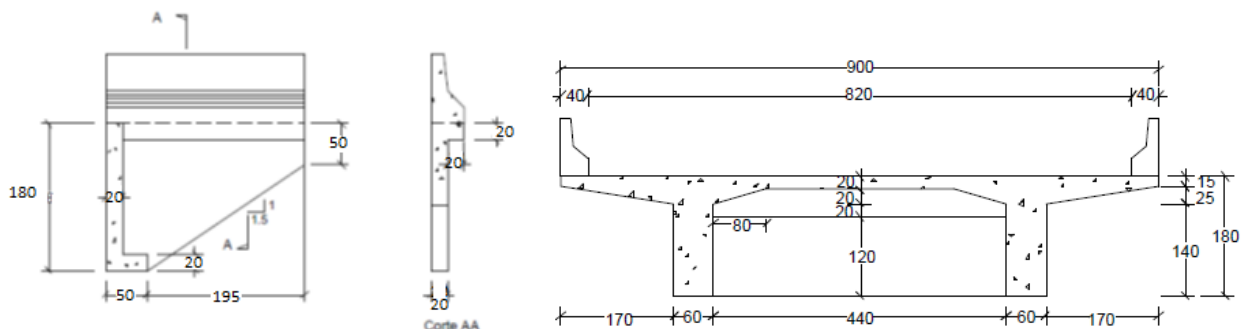
Em referências bibliográficas sobre pontes, estudaram-se valores como largura e altura, além do custo dos encontros.

Obra 1: Ponte Pau Seco

De acordo com Araújo (1999) é uma ponte em vigas, localizada no trecho entre os municípios de Alvorada (TO) e Araguaçu (TO), com extensão de 64m e largura de 9 m, e seu encontro é composto por cortinas, abas e laje de transição.

Figura 18- Vista longitudinal e transversal com detalhe do encontro da obra nº1 (dimensões em cm).



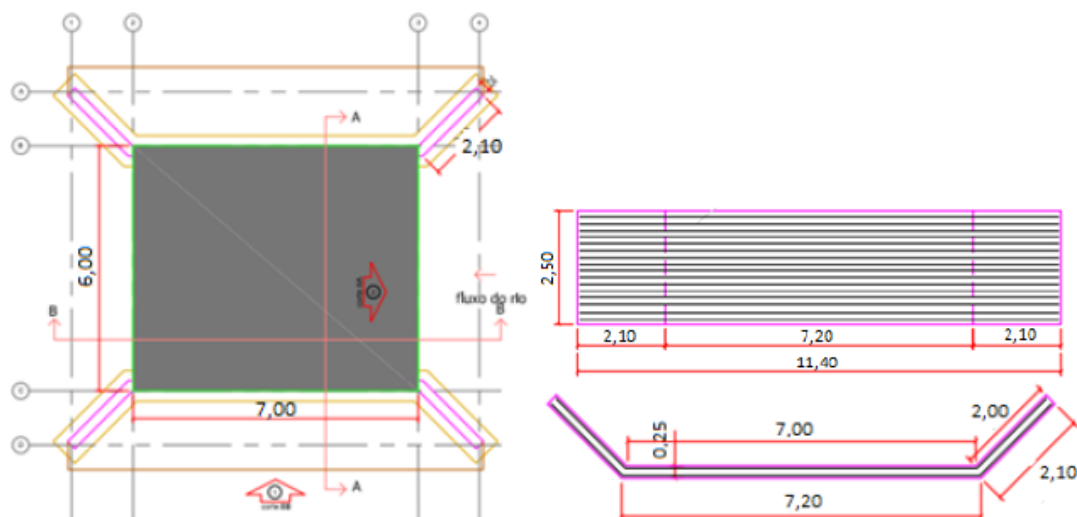


Fonte: Adaptado de Araújo (1999).

Obra 2: Ponte nova

Como apresentado por Serafina Corrêa (2021) é um projeto de uma reconstrução total de uma ponte em vigas no município Serafina Corrêa, que possui uma extensão de 6 m e uma largura de 7 m, no qual ser encontro é composto por cortinas.

FIGURA 19. Planta e detalhe do encontro da obra nº2 (dimensões em m).



Fonte: Adaptado de Serafina Corrêa (2021).

Tabela 1: Quantidade de aço de uma cortina

AÇO	DIÂMETRO (mm)	C. TOTAL (m)	QUANT. AÇO (kg)	QUANT. AÇO (kg /m ³)
CA-50	10,0	796,2	245,63	34,47
CA-60	5,0	712,0	54,82	7,69

Fonte: Adaptado de Serafina Corrêa (2021).

Conforme Serafina Corrêa (2021), segue abaixo o orçamento estimativo das cortinas:

Tabela 2: Orçamento estimativo da ponte

CORTINAS	Quant.	Material (R\$)	Mao de obra (R\$)	TOTAL (R\$)
Concreto armado ¹	14,25 m ³	14.891,11	6.381,90	21.273,01
Andaime de madeira ²	28,5 m ² xmês	179,70	77,01	256,71

Fonte: Adaptado de Serafina Corrêa (2021).

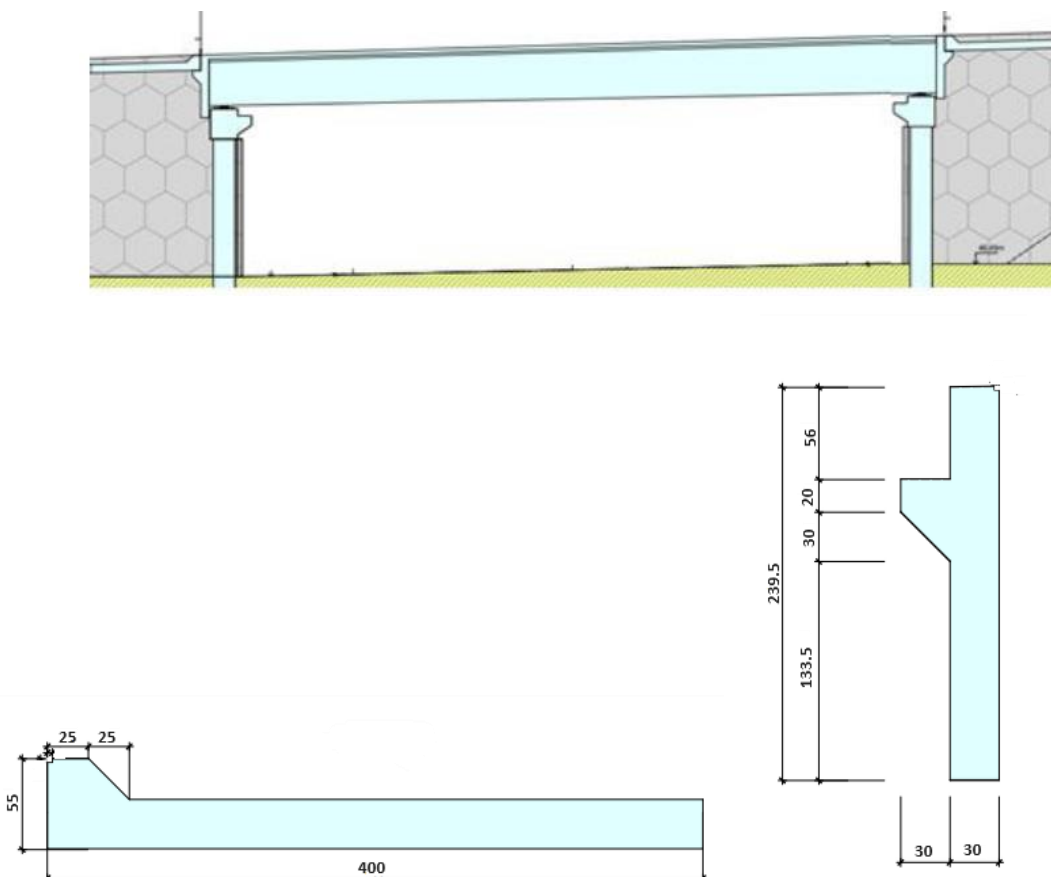
Concreto armado¹: inclui formas, ferragem, concretagem e desforma, possui uma fck = 25 MPa.

Andaime de madeira²: usado para montagem da caixaria das cortinas.

Obra 3: Ponte em Lajeado

EGR (2019) apresenta o projeto do viaduto no município de Lajeado (RS), que faz parte do projeto de aumento da rodovia ERS-130, no qual a ponte é em vigas, possui uma extensão de 26,50 m e uma largura de 13 m, e seu encontro é formado por cortina e laje de transição.

FIGURA 20. Vista longitudinal e detalhe do encontro da obra n°3 (dimensões em cm).



Fonte: Adaptado de EGR (2019).

É importante observar que as abas foram projetas como muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica, cujo custo não foi considerado.

TABELA 3. Orçamento do encontro da obra nº3

	Quantidade	Custo Unitário ¹	Custo total
Concreto fck= 30 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual- areia e brita comerciais	53,08 m ³	R\$459,38 /m ³	R\$24.383,89
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	53,08 m ³	R\$3,71/m ³	R\$196,93
Formas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	225,78 m ²	R\$95,65 /m ²	R\$21.595,86
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	10719,60 kg	R\$12,54/kg	R\$134.423,78
		TOTAL	R\$180.600,46

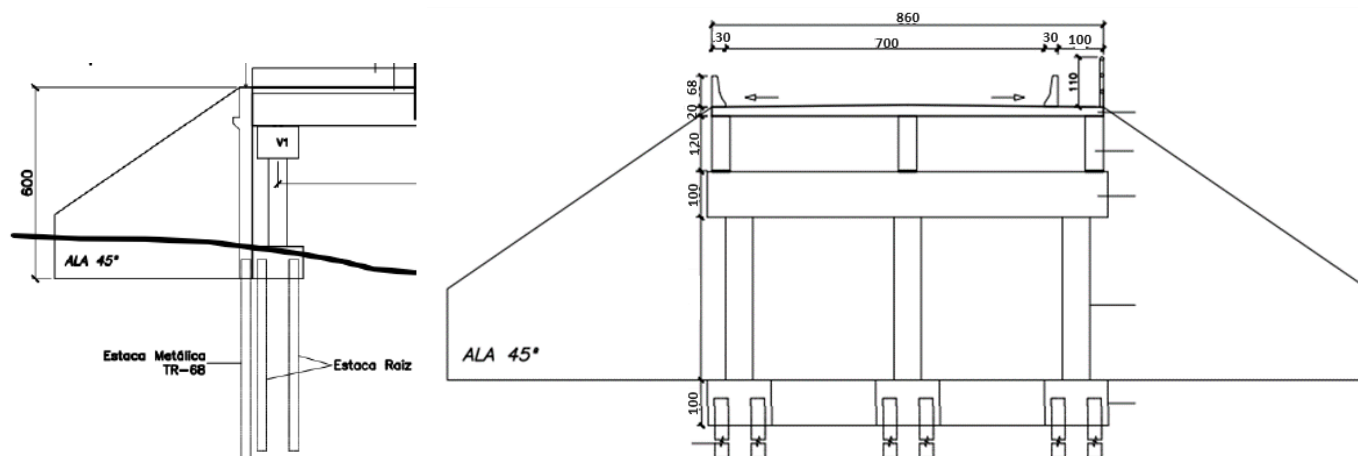
¹Obtido pelo sistema de custos referenciais de obras (SICRO, DNIT (2023)), na região Sul no estado do Rio Grande do Sul em abril de 2023.

Fonte: Adaptado de EGR (2019).

Obra 4- Ponte sobre o Rio Trairão

De acordo com Cumaru do Norte (2020), a ponte abaixo é em vigas, no município de Cumaru do Norte (PA) sobre rio Trairão, possui uma extensão de 120 m e uma largura de 8,60 m, e seu encontro é formado por alas, cortinas e laje de transição.

FIGURA 21. Corte transversal e detalhe do encontro da obra nº4 (dimensões em cm).



Fonte: Adaptado de Cumaru do Norte (2020).

TABELA 4. Orçamento do encontro da obra nº4

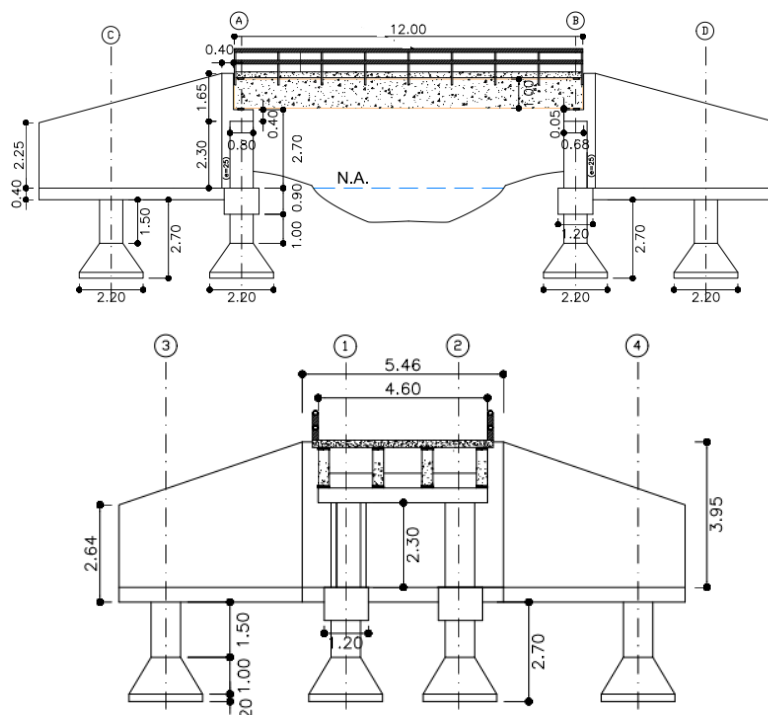
Insumos	Quantidade	Custo unitário	Custo final
Formas para concreto em chapa de madeira compensada resinada e=15mm (REAP 1x) - Alas e Cortinas	515,20 m ²	R\$ 85,66 /m ²	R\$ 44.132,03
Concreto c/ seixo FCK=35 MPa (incl. preparo e lançamento)	25,62 m ³	R\$ 839,76/ m ³	R\$ 21.514,65
Armação p/ concreto - Alas e Cortinas	4.611,60 kg	R\$ 13,46/kg	R\$62.072,14
Formas para concreto em chapa de madeira compensada resinada e=15mm (REAP 1x) - Lajes de transição	12,10 m ²	R\$ 85,66/m ²	R\$ 1.036,49
Concreto c/ seixo FCK=35 MPa (incl. preparo e lançamento)	16,51 m ³	R\$ 839,76/ m ³	R\$13.864,44
Armação p/ concreto - Lajes de transição	3.302,40 kg	R\$ 13,46/kg	R\$ 44.450,30
		TOTAL	R\$ 187.070,05

Fonte: Cumaru do Norte (2020).

Obra 5 : Ponte sobre o Córrego dos Veados

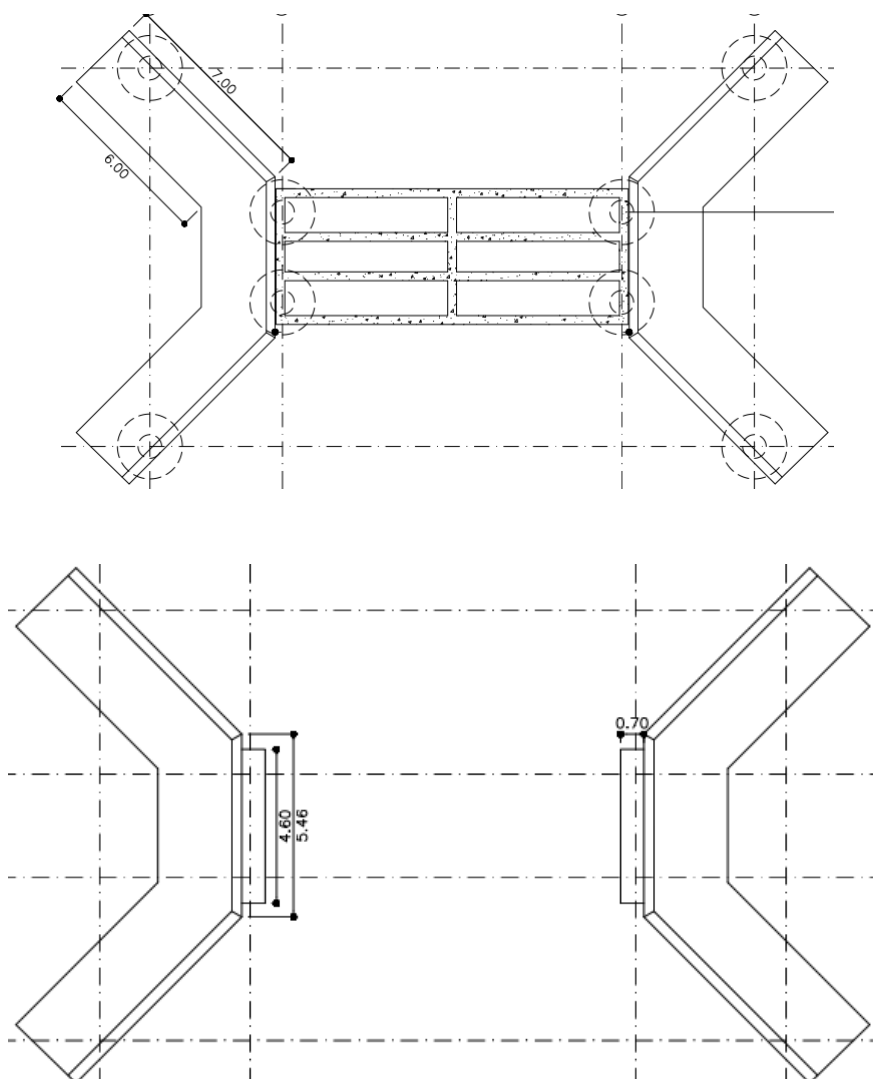
Lavrinha (2020) mostra esta ponte em vigas construída no município de Lavrinhas (SP), composta por um encontro em alas, no qual a obra possui uma extensão de 12 m e uma largura de 4,60 m.

FIGURA 22. Vista longitudinal e detalhamento do encontro da obra nº 5 (dimensões em m).



Adaptado de Lavrinhas (2020).

FIGURA 23. Detalhamento das abas da obra nº 5 (dimensões em m).



Fonte: Adaptado de Lavrinhas (2020).

Considerando apenas as quantidades os custos unitários do encontro da ponte, tem-se que:

TABELA 5. Orçamento do encontro da obra nº 5

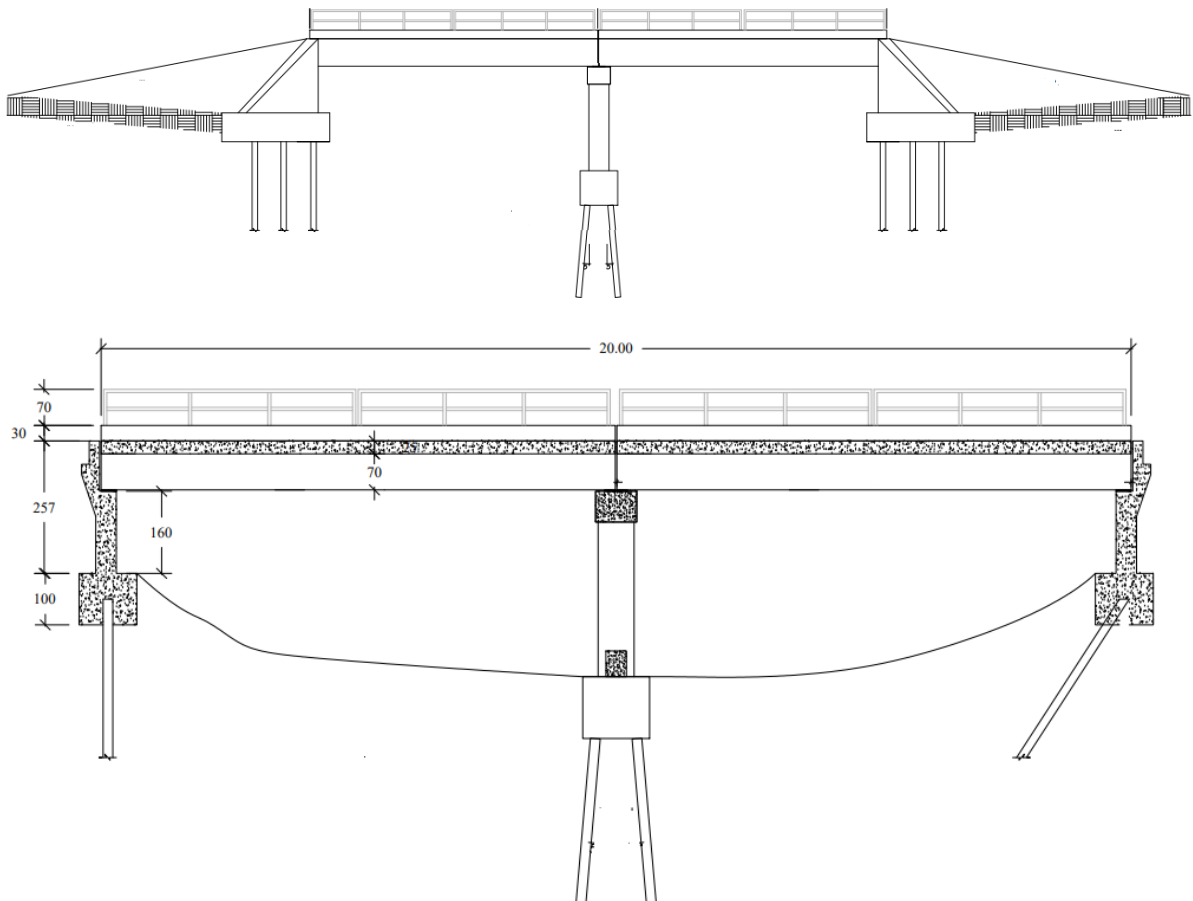
	Quant.	Valor unit. (R\$)	Total (R\$)
Forma plana para concreto comum	320,30 m ²	106,16	34.003,05
Concreto fck= MPa	40,2 m ³	554,57	22.293,71
Barras de aço CA-50	4194,8 kg	10,63	44.590,72
			100.887,48

Fonte: Adaptado de Lavrinhas (2020).

Obra 6- Ponte Areia Branca

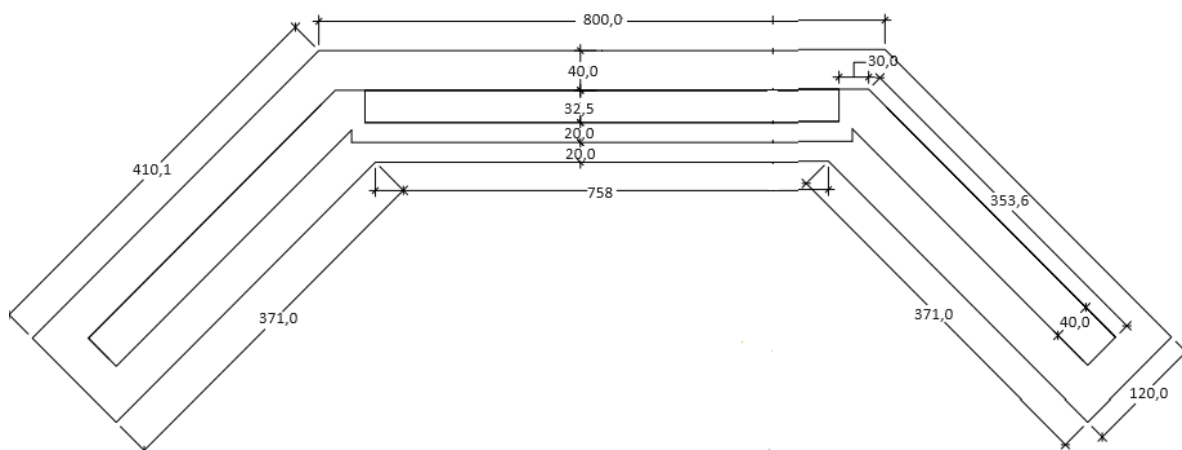
Jacundá (2021) apresenta a ponte em vigas, construída no município de Jacundá (PA), que possui uma largura de 4,80 m e uma extensão de 20 m, e no qual seu encontro é composto por cortinas.

FIGURA 24. Vista longitudinal da obra nº6



Fonte: adaptado de Jacundá (2021).

FIGURA 25. Detalhamento do encontro (diemensões em cm).



Fonte: adaptado de Jacundá (2021).

TABELA 6. Orçamento do encontro da obra nº6 (desconsiderado BDI)

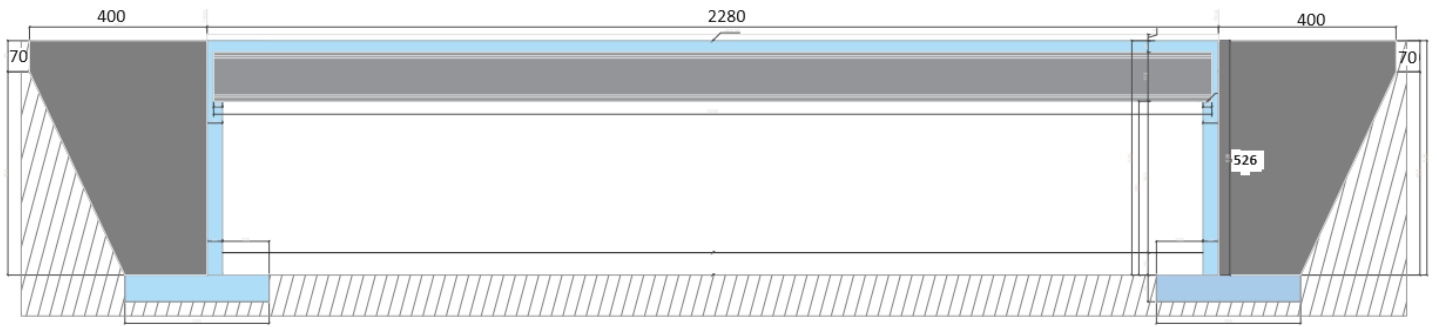
	Quantidade	Valor Unit	Custo final (R\$)
Tubo PVC DN 75 mm para drenagem - fornecimento e instalação	20 m	R\$ 42,63/m	852,60
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 10 mm - montagem. Af_06/2017	1210,20 kg	R\$12,71/kg	15.381,64
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem. Af_06/2017	747,99 kg	R\$10,75/ kg	8.040,89
Fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm. Af_09/2020	216 m ²	R\$114,07/ m ²	24.636,12
Concreto c/ seixo Fck=30 MPa (incl. lançamento e adensamento)	54 m ³	R\$748,83/ m ³	40.436,82
			R\$ 89.348,07

Fonte: Adaptado de Jacundá (2021).

Obra 7- Ponte Baixo Caçador

Como mostra Guarama (2023), é uma ponte em vigas pré-moldadas, construída no município de Guarama (RS), com extensão de 22,80 m e com largura de 6,0 m, e seu encontro e composto por cortinas, alas.

Figura 26. Vista longitudinal da obra nº7 (dimensões em cm).



Fonte: Adaptado de Guarama (2023).

FIGURA 27. Dimensões das cortinas e alas

CORTINA			
Descrição	Comprimento (C) m	Largura (L) m	Altura (H) m
Cortina	6,00	0,35	5,26

ALAS			
Descrição	Área de Corte (A) m	Perímetro de forma (m)	Espessura E (m)
Alas	16,14	5,74	0,25

Fonte: Guarama (2023).

TABELA 7. Orçamento do encontro (cortinas e alas) da obra nº7 (desconsiderado BDI)

	Quantidade	Valor unit	Total(R\$)
Fôrmas de compensando plastificado 14 mm- uso geral- utilização de 1 vez- confecção, instalação e retirada	268,44 m ²	160,28	43.025,56
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	4806 kg	13,17	63295,02
Concreto para bombeamento fck = 25 MPa - confecção em central dosadora de 30 m ³ /h - areia e brita comerciais	38,23 m ³	397,63	15201,39
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 30 m ³ /h - confecção em central dosadora de 30 m ³ /h	38,23 m ³	53,36	2036,95
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	38,23 m ³	3,24	123,87
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m ³ /h e descarga livre	91,76 t	16,6	1.523,22
Transporte com caminhão betoneira - rodovia em leito natural	862,55 tkm	0,93	802,17
Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada	1972,84 tkm	0,6	1.183,70
Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de até 6 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada	146,43 m ³	55,94	8.191,29
			135.383,17

Fonte: Adaptado de Guarama (2023).

Obra 8- Ponte sobre o córrego Jaguaribe

Sinfra (2023) apresenta o projeto da ponte em vigas sobre o córrego Jaguaribe, no município de Paranatinga (MT), no qual possui uma extensão de 40 m e uma largura de 8,80 m, junto a isso, seu encontro é composto por muros de contenção (cortinas) e laje de transição.

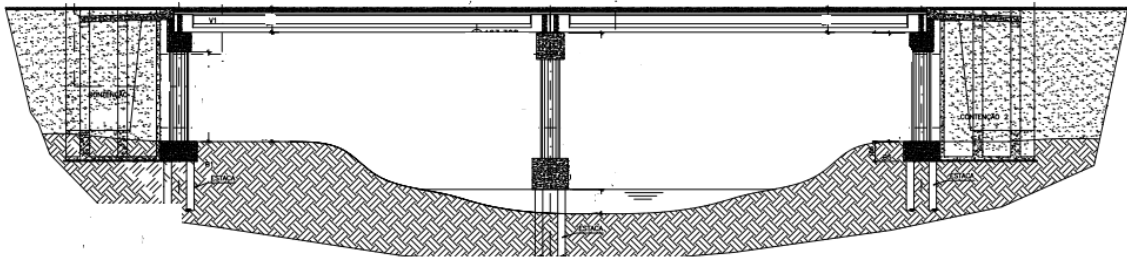


FIGURA 27. Vista longitudinal da obra nº 8. Fonte: Sinfra (2023).

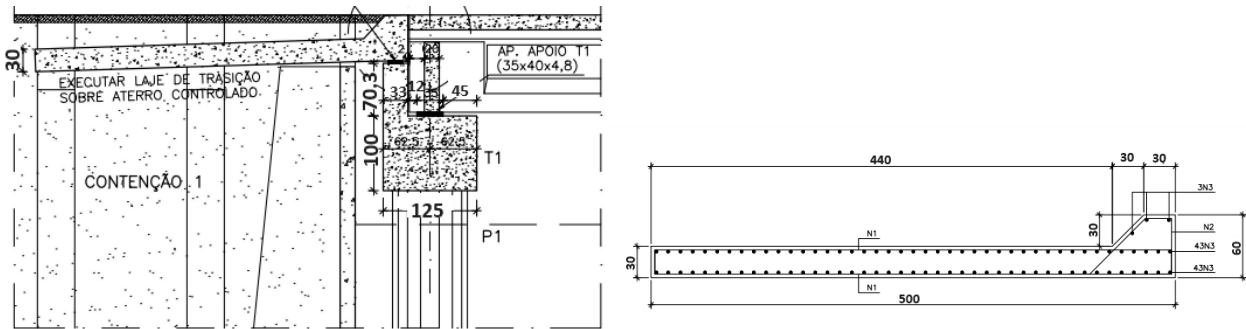


FIGURA 28. Encontro da obra nº8. Fonte: Adaptado de Sinfra (2023)

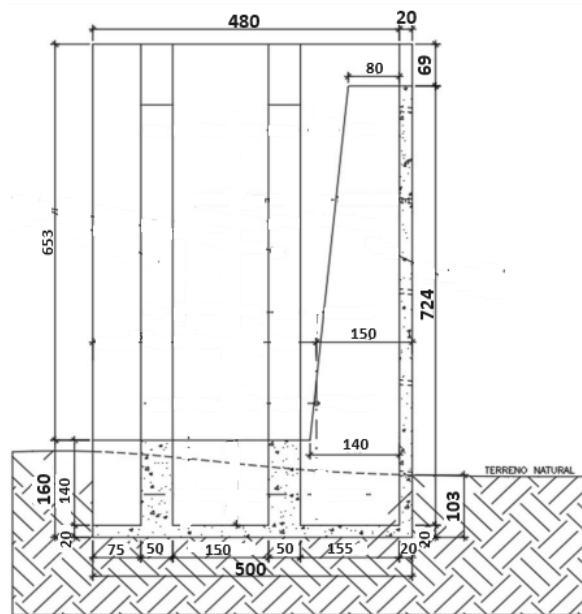


FIGURA 29. Muro de contenção da obra nº8. Fonte: adaptado de Sinfra (2023).

TABELA 8. Orçamento do Muro de contenção da obra nº8 (desconsiderado BDI)

	Quantidade	Valor unitário(R\$)	Total (R\$)
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	185,71 m3	3,23	559,84
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	27.450 kg	13,23	363.163,50
Concreto magro- confecção em betoneira e lançamento manual- areia e brita comerciais	5 m3	822,63	4.113,15
Concreto para bombeamento fck=30 Mpa- confecção em central dosadora de 30m3/h- areia e britas comerciais	185,71 m3	625,08	116.083,61
Fôrmas de compensado plastificado 14 mm- uso geral- utilização 3 vezes- confecção, instalação e retirada	1.012,02 m2	90,71	91.800,33
Lançamento livre de concreto usinado por meio de caminhão betoneira- confecção em central dosadora de 30m3/h	185,71 m3	47,97	8.908,51
Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo- altura de até 6m- utilização de 5 vezes- confecção, instalação e retirada	479,14 m3	65,47	31.369,30
Tubo de PVC para dreno tipo barbacá- D= 75mm - fornecimento e instalação	54 m3	14,96	807,84
Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	22,50 m3	8,24	185,4
			616991,48

Fonte: Adaptado de Sinfra (2023).

TABELA 9. Orçamento da laje de transição da obra nº8 (desconsiderado BDI)

	Quantidade	Valor unitário(R\$)	Total (R\$)
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	28,90 m3	3,23	93,35
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	3.238 kg	13,23	42.838,74
Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual- areia e brita comerciais	4,40 m3	822,63	3.619,57
Concreto para bombeamento fck = 40 Mpa- confecção em central dosadora de 30 m3/h - areia e brita comerciais	28,90 m3	725,48	20.966,37
Fôrmas de compensado plastificado 14 mm- uso geral- utilização 3 vezes- confecção, instalação e retirada	81,91 m2	90,71	7.430,06
Lançamento mecânico de concreto em bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m3/h - confecção em central dosadora de 40m3/h	28,90 m3	57,23	1.653,95
			76.602,03

Fonte: Adaptado de Sinfra (2023)

CONCLUSÃO (RESULTADOS DA PESQUISA)

Conforma a revisão bibliográfica apresentada, segue um resumo dos dados:

TABELA 10. Dimensões aproximadas dos encontros das obras estudadas:

Obras	Cortina (m)	Laje de Transição (m)	Aba (m)
1	Espessura = 0,20 Altura= 1,80 comprimento = 9,00	Espessura = 0,20 Comprimento = 2,45 largura = 9,00	Espessura = 0,20 Comprimento = 2,45 Altura= 0,50 a 1,80
2	Espessura= 0,25 Altura= 2,50 comprimento= 7,00	-	Espessura= 0,25 Altura= 2,50 comprimento= 2,10
3	Espessura= 0,30 Altura= 2,39 Comprimento= 13,00	Comprimento = 4,00 Espessura = 0,30 Largura = 13,00	Muro de escama de concreto não considerado

4	Espessura= 0,20 Altura= 6,00 Comprimento=8,60	Comprimento = 4,00 Espessura = 0,24 Largura = 8,60	Espessura = 0,20 Comprimento = 4,65 Altura= variável tanto a 6,0
5	Espessura = 0,40 Comprimento = 5,46 Altura= 3,95	-	Espessura = 0,40 Comprimento = 7,00 Altura= 2,25 a 3,95
6	Espessura = 0,40 Comprimento = 8,00 Altura= 2,57	-	Espessura = 0,40 Comprimento = 4,10 Altura= 2,57
7	Espessura = 0,35 Comprimento = 6,00 Altura= 5,26	-	Espessura = 0,25 Comprimento = tanto a 4,0 Altura= 5,26
8	Espessura= 0,20 Altura= 8,13 Comprimento= 10,0	Comprimento = 5,00 Espessura = 0,30 Largura = 8,80	Contenção especial

Fonte: Descritas em cada.

Foram calculados índices de custo e apresentados na tabela 11, na qual os custos foram atualizados pelo DrCalc.net (2023):

TABELA 11. Índices obtidos

Obra	Volume da cortina e abas (m ³)	Volume Laje de transição (m ³)	Custo atualizado (2023) (R\$)	Taxa de aço (kg/m ³)	Taxa de custo (R\$/m ³)	Custo/m ² (R\$/m ²) ¹
2	14,25	-	26.976,90	42,16	1.893,11	1.541,54
3	21,01	32,07	180.600,46	201,95	3.402,42	5.800,56
4	25,62	16,51	252.978,01	187,85	6.004,70	4.902,67
5	40,2	-	131.967,26	104,35	3.282,77	6.118,94
6	54	-	101.687,26	36,26	1.883,10	4.945,87
7	38,23	-	135.383,17	125,71	3.541,28	4.289,71
8	185,71	28,90	693.593,51	147,81	3.231,88	9.694,64

Fonte: Próprio Autor.

¹Largura da ponte pela altura do encontro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7187:** Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto: ABNT, 2021.

ARAÚJO, Daniel de Lima. **Projeto de ponte em concreto armado com duas longarinas.** Goiânia, 1999. 154 f. Apostila da disciplina Pontes – Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <<https://ctec.ufal.br/ees/disciplinas/ec2/PontePauSeco.pdf>>. Acesso em 12 de junho de 2023.

CAVALCANTE, Gustavo Henrique Ferreira. **Pontes em concreto armado: análise e dimensionamento.** São Paulo: Bucher, 2019. Disponível em https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=kHLEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ponte+em+laje+concreto&ots=RX4AKD5p3l&sig=KCFkO_kE18MKy. Acesso em 27 de março de 2023.

CUMARU DO NORTE. Concorrência pública nº 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). 2020. Disponível em: <<https://pmcn.pa.gov.br/concorrenca-publica-n-003-2020/>>. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

CRIADO, Tayla Castilho. **Análise de vigas treliçadas de aço para aplicação em pontes.** Ilha Solteira, 2017. 113 f. Dissertação (mestrado em Estruturas) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150652/criado_tc_me_ilha.pdf?sequesequ=3&isAllowed=y. Acesso em 17 de abril de 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) (BRASIL). **SICRO.** [S. l.], 2022. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e)

[pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/copy_of_sicro > .](#)

Acesso em 09 de agosto de 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO (DNER). **Manual de projeto de obras-de-arte especiais**. Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/698_manual_de_projeto_de_obras_de_arte_especiais.pdf.

Acesso em 27 de abril de 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de inspeção de pontes rodoviárias**. 2ª edição. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/709_manual_de_inspecao_de_pontes_rodoviaras.pdf.

Acesso em 27 de abril de 2023.

DrCalc.net. **Cálculo de atualização monetária**. 2023. Online. Disponível em :< <https://drcalc.net/correcao.asp>> .Acesso em 30 de agosto de 2023.

EMPRESA GAÚCHA DE RODOVIAS (EGR). **Projeto Básico de Aumento de Capacidade da Rodovia ERS-130**. Porto Alegre, 2019.193 p. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos//projeto-basico-volume-1-b-projeto-de-oae.pdf>. Acesso em 03 de agosto de 2023.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (Rio de Janeiro/RJ). Instituto Brasileiro de Economia- IBRE. SIMULADOR DE CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS [S.I.].

GUARAMA. Prefeitura Municipal de. **Projeto de Ponte de Concreto- Relatório do Projeto.2023**. Disponível em: <https://gaurama.rs.gov.br/uploads/anexo/60293/PROJETO%20PONTE%20BAIXO%20CA%C3%87ADOR%20Rev01.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2023.

JACUNDÁ. Prefeitura Municipal de. **TOMADA DE PREÇOS Nº 2/2022-001-PMJ (CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA CONSTRUÇÃO DE 05 (CINCO) PONTES DE CONCRETO ARMADO, NA ZONA URBANA E RURAL)**. 2022.

Disponível em: <https://jacunda.pa.gov.br/tomada-de-precos-no-2-2022-001-pmj/>. Acesso em 23 de outubro de 2023.

LAVRINHAS. Prefeitura Municipal de. **TOMADA DE PREÇOS Nº 002/2020**. 2020. Disponível em: <http://lavrinhas.sp.gov.br/site/index.php/2020/08/13/4245/>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

LEONHARDT, F. MÖNNIG, E.. Construções de Concreto. **Volume 2**. Rio de Janeiro, Interciência, 2007

MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

MENDES, Luiz Carlos. **Pontes**. Editora da Universidade Federal Fluminense (EDUFF). 2ª ed. Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, Alexandre; PIEROTT, Rodrigo. **Projeto de dimensionamento de uma ponte em concreto armado sobre o rio Urarí**. Campos dos Goytacazes, 2016.174 f. Projeto Final (em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Disponível em <https://uenf.br/cct/leciv/files/2016/02/Alexandre-Magno-Alves-de-Oliveira-e-Rodrigo-Moulin-Ribeiro-Pierrot.pdf> . Acesso em 17 de junho de 2023.

PINHO, Fernando Ottoboni; BELLEI, Ildony Hélio. **Pontes e viadutos em vigas mistas**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2007.

SERAFINA CORRÊA. Prefeitura Municipal de. Departamento de Engenharia. **Construção de Ponte Nova: Projeto Técnico**, 2021. 37 p. Disponível em: <http://www.serafinacorrea.rs.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/Projeto-Tecnico.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2023.

SINFRA (Mato Grosso). Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. **Concorrência Pública Eletrônica nº 16/2023 (Comissão Permanente de Licitação - CPL)**. 2023. Disponível em: <https://www.sinfra.mt.gov.br/-/22446975-31>. Acesso em 6 de novembro de 2023.

SPRICIGO, Vinícius Moraes. **Contribuições ao estudo da interação solo-estrutura em encontros de pontes**. São Paulo, 2021. 201 p. Dissertação

(mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-22022022-103233/publico/ViniciusMoraesSpricigoCorr22.pdf. Acesso em 05 de maio de 2023.

VALERIANO, Ricardo. **Pontes**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=y11aEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=tipos+de+encontro+de+pontes&ots=qplagKbRGv&sig=79LjETTHM>. Acesso em 27 de março de 2023.

VITÓRIO, Afonso. **Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão**. Recife, CREA-PE, 2002. Disponível em http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Rodoviaras_Fundamentos_Conservacao_Gestao.pdf Acesso em agosto de 2023.

Em conformidade com as normas vigentes da ABNT.

Assinatura do orientador: _____

Assinatura do bolsista: _____