



Estudo do Alargamento de Ponte em Concreto Armado

Rafaela da Silva Guimarães¹, Mayra S. P. L. Perlingeiro², Luiz Antonio Vieira Carneiro³

¹Universidade Federal Fluminense / Departamento de Eng^a Civil / rafaelaguimaraes@id.uff.br

²Universidade Federal Fluminense / Departamento de Eng^a Civil / mayraperlingeiro@id.uff.br

³ Universidade Federal Fluminense / Departamento de Eng^a Civil / luizcarneiro@id.uff.br

Resumo

Os programas de atualização da malha rodoviária brasileira evidenciaram diversos problemas de ordem funcional e estrutural das pontes existentes. Estes problemas não estão relacionados apenas à falta de manutenção, mas, também, a não adequação às seções transversais e aos critérios de segurança atuais e ao aumento do tráfego, o que pode gerar um carregamento não previsto em Obras de Arte Especiais. Nesse contexto, são abordados neste trabalho conceitos pertinentes ao tema objeto de estudo, como a evolução de normas técnicas e avaliação de capacidade de carga. Em seguida, apresenta-se o estudo de uma ponte existente, cuja seção transversal é típica do período de 1960 a 1975, além de seu projeto de alargamento. O estudo é composto pelas análises estruturais de cada projeto, no qual o dimensionamento das longarinas e lajes da ponte existente segue as diretrizes de normas pertinentes a projetos de pontes da década de 1960 e da ponte alargada de normas vigentes atualmente. A análise dos resultados mostra que a ponte em estudo deve passar por intervenção para reforço estrutural para realização de seu alargamento.

Palavras-chave

Alargamento; Ponte; Concreto Armado; Reforço Estrutural.

Introdução

Historicamente, a malha rodoviária brasileira recebe uma grande concentração de investimentos, sendo ela a mais desenvolvida dentro da matriz de transportes do país. Desta forma, a economia se tornou dependente do modal rodoviário, o qual corresponde ao principal meio de transporte de pessoas e cargas. Apesar disto, os investimentos para expansão da infraestrutura deste modal não foram acompanhados por investimentos para sua atualização e conservação.

Nos últimos anos, os programas de ampliação e de concessões da malha rodoviária brasileira deflagrados pelo governo federal e por diversos governos estaduais mostraram problemas de ordem funcional e estrutural das pontes e viadutos que compõem esta malha.

Obras de duplicação e alargamento de importantes rodovias federais e estaduais foram iniciadas por esses programas, o que, segundo VITÓRIO e BARROS (2011), gerou a necessidade de maior conhecimento sobre intervenções estruturais em pontes e viadutos antigos, com objetivo de adequá-los aos novos gabaritos transversais das rodovias, aos requisitos de segurança e às cargas móveis atualmente exigidas pelas normas vigentes.

Aspectos gerais

O mapeamento de 5.619 pontes do sistema viário brasileiro realizado por MENDES (2009) mostra que grande parte foi construída há mais de 40 anos. Durante este período, as normas técnicas passaram por diversas revisões e a utilização das estruturas passou por mudanças, diferindo daquela da época de construção. É neste contexto que as atividades relacionadas à intervenção de reabilitação, que introduz modificações para o aumento da capacidade de carga, o alargamento da seção transversal do tabuleiro, e a inclusão de passeios laterais e barreiras de segurança, se apresentam como uma alternativa à sobreposição de obras, visando adequar as características geométricas da via ao fluxo de veículos e aos requisitos de segurança atuais.

A conformidade das estruturas às normas vigentes nos dias de hoje e ao gabarito transversal determinado por estas normas é verificada a partir do conhecimento do ano de realização do projeto e dos elementos de projeto característicos do período de construção, sendo uma forma de identificar a necessidade de alargamento e reforço de uma ponte ou viaduto.

Desde a década de 1940, o gabarito transversal das pontes passou por variações. Conforme VITÓRIO (2013), a seção transversal típica de uma obra projetada até 1950 possui uma largura total de 8,30 m sem a presença de faixa de segurança. Atualmente, buscando-se a segurança dos usuários com a diminuição dos riscos de acidentes entre veículos e pedestres, as pontes de pista simples são projetadas com largura de 12,8 m com acostamentos.

A Figura 1 ilustra as seções transversais típicas das pontes rodoviárias brasileiras classificadas por períodos conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT, 2004).

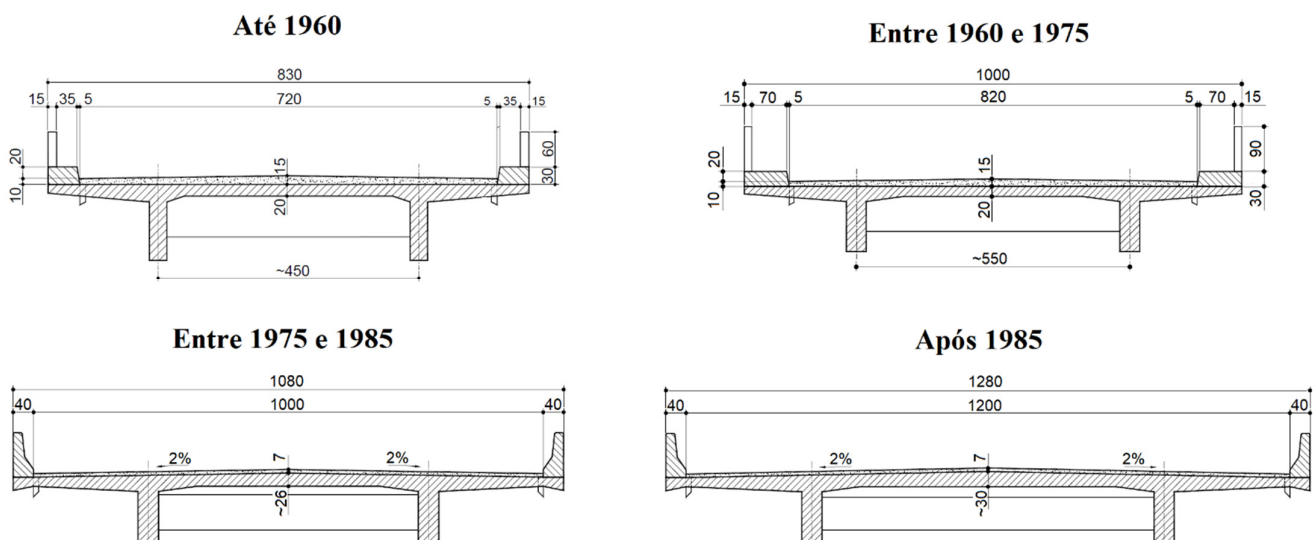


Figura 1 – Evolução do gabarito transversal de pontes rodoviárias (cotas em cm).

Quanto à capacidade de carga das Obras de Arte Especiais, o critério que determina a necessidade dessas intervenções é justamente a avaliação delas para as solicitações atuais de operação. Diante disso, é necessário conhecer a resistência característica do concreto original da estrutura e as armaduras existentes nos elementos estruturais. Além disto, deve-se estabelecer as cargas atuantes atuais, pois foram modificadas ao longo das últimas décadas.

A principal variação das cargas permanentes está relacionada à consideração do recapeamento da pavimentação e à substituição de guarda-corpos por barreiras. No que se refere às cargas móveis, houve a mudança do trem-tipo de projeto e do cálculo do coeficiente de impacto.

A primeira norma de cargas móveis para pontes rodoviárias foi a ABNT NB-6 (1946), que estabeleceu o trem-tipo Classe 24 (24 tf ou 240 kN). Essa norma vigorou até 1960, quando passou por sua primeira revisão, que determinou a Classe 12 (12 tf ou 120 kN) e a Classe 36 (36 tf ou 360 kN). A revisão seguinte ocorreu em 1984, na qual são contemplados os trens-tipo Classe 24, Classe 36 e Classe 45 (45 tf ou 450 kN). Este último

é definido como carga rodoviária padrão na ABNT NBR 7188 (2013), que é a norma de cargas móveis em vigor nos dias de hoje.

O cálculo do coeficiente de impacto foi introduzido na ABNT NB-2 (1946) e revisado nas edições desta norma e das atuais ABNT NBR 7187 (2003) e ABNT NBR 7188 (2013). As expressões para o cálculo são apresentadas a seguir por período de vigência das diretrizes normativas.

Na norma ABNT NB-2 (1946), o coeficiente de impacto possui o valor fixo, dado pela Equação 1.

$$\varphi = 1,30 \quad (1)$$

A primeira revisão desse cálculo ocorreu na ABNT NB-2 (1961), na qual o coeficiente de impacto é calculado pela Equação 2, que foi mantida na ABNT NBR 7187 (2003).

$$\varphi = 1,4 - 0,007L \quad (2)$$

onde L é o comprimento do vão teórico em metros.

Atualmente, o coeficiente de impacto é calculado pela Equação 3, estabelecida pela ABNT NBR 7188 (2013).

$$\varphi = CIV \cdot CIA \cdot CNF \quad (3)$$

onde:

CIV é o coeficiente de impacto vertical, igual a 1,35 para estruturas com vão menor que 10,0 m e calculado pela Equação 4 para estruturas com vão entre 10,0 m e 200 m;

$$CIV = 1,0 + 1,06 \left(\frac{20}{L_{iv} + 50} \right) \quad (4)$$

sendo L_{iv} o comprimento médio dos vãos, para vãos contínuos e comprimento total do balanço, para o balanço. CIA é o coeficiente de impacto adicional igual a 1,0, para seções com distância maior do que 5,0 m da junta, e 1,25, para seções com distância menor do que 5,0 m da junta em obras em concreto ou mistas; CNF é o coeficiente de número de faixas, dado pela Equação 5.

$$CNF = 1,0 - 0,05(n - 2) \quad (5)$$

onde n é o número de faixas de rolamento.

Em relação aos materiais utilizados nas construções, de acordo com o DNIT (2010), o aço empregado nas obras mais antigas era o CA-37, atual CA-25, e, posteriormente, o aço CA-T50 com espiras deficientes e sem a consideração da fadiga. Atualmente, o aço utilizado é o CA-50 especificado na ABNT NBR 7480 (2007), com a consideração do efeito da fadiga.

No que se refere ao cimento utilizado na mistura do concreto presente nas estruturas brasileiras, conforme THOMAZ (2010), o cimento CPI foi o primeiro a ser produzido no Brasil e, desde a década de 1940 até o início da década de 1990, foi o tipo mais utilizado no país. O cimento CPIII surgiu na década de 1960 e o cimento CIV, na década de 1970, obtendo uma pequena participação na produção brasileira. Entretanto, desde 2010, o cimento CPII, cuja produção teve início na década de 1990, passou a ser o tipo de cimento mais produzido no país.

Estudo de Caso

A estrutura original consiste em uma ponte em concreto armado constituída por um vão de 20,0 m finalizados em balanços de 4,50 m cada, somando um total de 29,0 m. As transversinas de apoio e intermediárias são tradicionalmente ligadas às lajes e espaçadas em 5,0 m, como ilustrado na Figura 2.

A Figura 3 ilustra o corte transversal no meio de vão da ponte existente, que corresponde à seção transversal típica do período dos anos de 1960 a 1975, apresentada na Figura 1.

No que diz respeito aos materiais originais da ponte, o concreto utilizado apresenta resistência característica à compressão de 22 MPa e o aço utilizado possui resistência característica ao escoamento de 500 MPa.

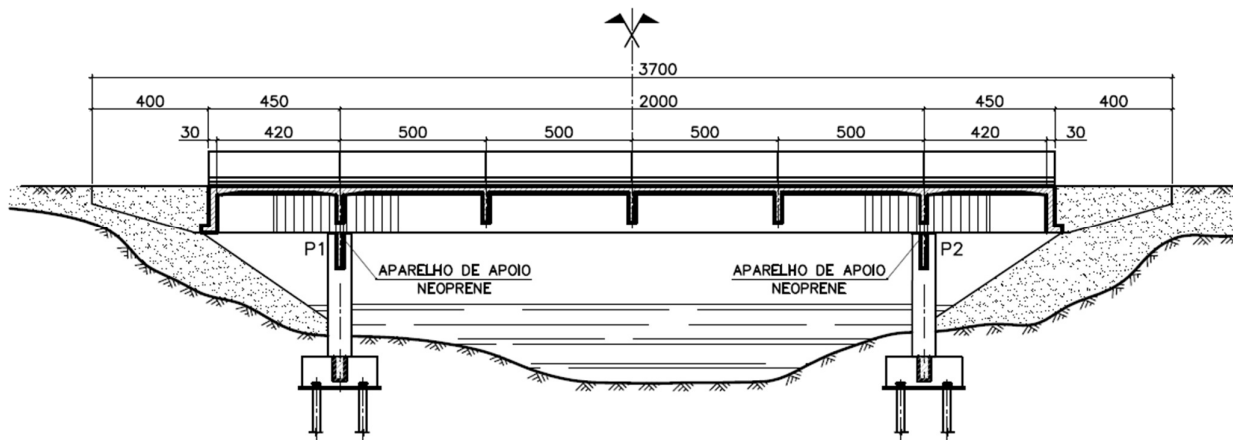


Figura 2 – Meio corte da elevação longitudinal (cotas em cm).

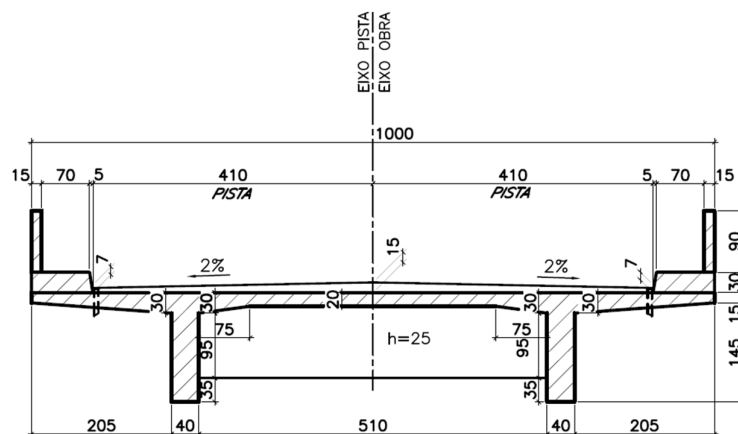


Figura 3 – Corte transversal no meio de vão da ponte existente (cotas em cm).

Para a adequação ao gabarito transversal atual, o projeto de alargamento engloba as pistas e os acostamentos definidos pelo DNIT (1996) para Classe de Projeto III, a substituição dos guarda-rodas e guarda-corpos existentes por barreiras tipo *New Jersey* e a incorporação de um novo passeio com 1,50 m de largura. Foram adicionadas, também, pingadeiras e lajes de transição de 4,0 m de comprimento. A aba existente deve ser retirada e uma nova deve ser construída com as mesmas características geométricas do projeto original, de maneira a respeitar a nova largura de projeto.

A seção transversal da ponte alargada é ilustrada na Figura 4 e é obtida com a execução do aumento dos balanços laterais da seção transversal original do tabuleiro.

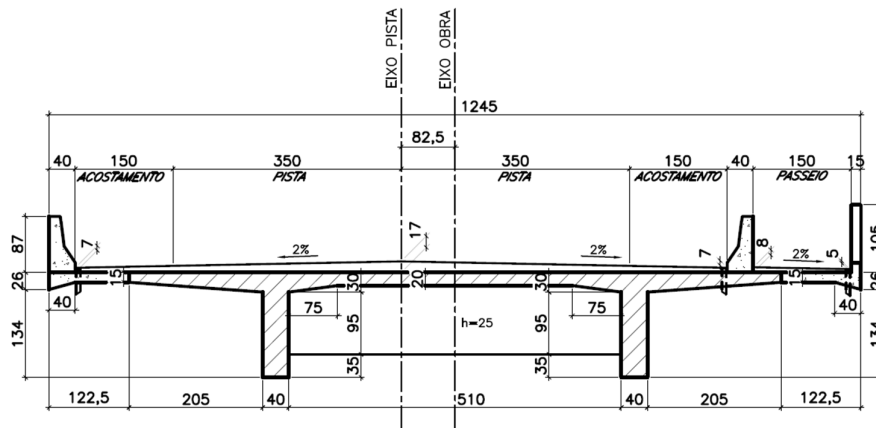


Figura 4 – Corte transversal no meio de vão da ponte alargada (cotas em cm).

Para a determinação dos carregamentos permanentes nas vigas principais e lajes desses projetos foram utilizados métodos analíticos clássicos. A definição dos carregamentos devidos às cargas móveis foi feita conforme a ABNT NB-6 (1960) para a ponte original e, posteriormente, segundo a ABNT NBR 7188 (2013) para a ponte alargada. Os dimensionamentos à flexão e ao cisalhamento das longarinas e das lajes seguiram as diretrizes da ABNT NB-1 (1960) para projeto da década de 1960 e da ABNT NBR 6118 (2014) para o projeto de alargamento.

Conforme a ABNT NB-1 (1960), as vigas sob a ação de solicitações de flexão simples ou composta são dimensionadas em função da carga de ruptura (Estádio III), com seus respectivos coeficientes de segurança ou pelas tensões admissíveis (Estádio II), sem os efeitos de fadiga das armaduras. O dimensionamento das armaduras de flexão e transversais da ponte existente é feito no Estado Limite Último em GUIMARÃES (2019).

De acordo com a ABNT NB-2 (1961), os coeficientes de segurança no Estádio III, para peças solicitadas à flexão simples ou composta, são iguais a 2,00 para carga móvel definida nas normas ABNT NB-6 (1960) e ABNT NB-7 (1943) e 1,65 para cargas permanentes. Esses coeficientes foram alterados entre as normas ABNT NB-2 (1961) e ABNT NBR 8681 (2004), passando de 2,00 e 1,65 para 1,50, para ações variáveis, e 1,35, para ações permanentes (ações desfavoráveis), respectivamente.

Análise dos Resultados

São analisadas as diferenças entre as solicitações características e de dimensionamento das seções de cálculo do apoio (S_0) e de meio de vão (S_s) das longarinas do tabuleiro das pontes. Analisam-se, também, as seções da extremidade engastada da laje em balanço e do meio da laje do painel central. Além disso, é feita a comparação entre as armaduras longitudinais e transversais das pontes original e alargada.

No projeto de alargamento foram incorporadas lajes de transição e consoles de apoio, portanto, surgem novos carregamentos gerados por estes elementos. Além disso, são aplicados os carregamentos de aterro e da barreira tipo *New Jersey* sobre a laje de transição.

Houve, ainda, a mudança de carregamento no comprimento total da ponte e das abas devida à troca do guarda-rodas e do guarda-corpo por barreiras na área de influência sobre a longarina esquerda, a qual é utilizada para o dimensionamento de ambas as vigas principais.

Em relação às ações variáveis, as principais diferenças entre as normas estão associadas ao trem-tipo de projeto e ao coeficiente de impacto.

Conforme o DNIT (1996), as solicitações de carga permanente da laje de transição somente devem ser consideradas quando desfavorável para a estrutura. Portanto, são apresentados dois valores para as solicitações internas devidas à sobrecarga permanente, obtidos separando-se a laje de transição dos demais carregamentos.

As alterações dos carregamentos se traduzem em mudanças nas solicitações das pontes em estudo. Como pode ser observado na Tabela 1, a diferença entre as solicitações devidas à sobrecarga permanente, utilizadas na combinação mínima de ações, chega a cinco vezes quando é feita a comparação entre a seção do apoio da ponte existente e da ponte alargada. Para os momentos de flexão devidos à carga móvel, verifica-se que a mudança do trem-tipo TB-360 para o TB-450 e o aumento dos coeficientes de impacto resultam em um aumento de 197,0 % e 139,1% no momento de flexão nos apoios nas seções S_0 e S_5 , respectivamente. Esta diferença também é justificada pelo alargamento da seção e pela construção da laje de transição.

Em relação às forças cortantes características, pode-se observar na Tabela 2 que a variação destas solicitações se mostra maior nos apoios em comparação ao meio de vão. De modo geral, houve um acréscimo das solicitações cortantes devido aos carregamentos permanentes e às variáveis entre as pontes existente e alargada.

A consideração do recapeamento da pavimentação, a alteração do trem-tipo, o alargamento da seção, a inclusão da laje de transição e das barreiras levaram a um acréscimo de 303,8% da força cortante devida ao g_2 e de 115% na força cortante mínima devida à carga móvel na seção à esquerda do apoio, segundo a Tabela 2.

Tabela 1 – Momentos de flexão característicos nas seções S_0 e S_5 em kNm.

	S_0			S_5		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
M_{g1}	-864	-1.078	24,8%	1.371	1.337	-2,5%
M_{g2}	-215	-1.382*	542,8%*	847	373*	-56,0%*
		-460**	114,0%**		1295**	52,9%**
M_{q1}	0	0	0,0%	2.660	4.881	83,5%
M_{q2}	-1.309	-3.882	197,0%	-780	-1.865	139,1%

* Valores máximos da envoltória; ** Valores mínimos da envoltória

A Tabela 3 mostra a comparação entre os momentos de flexão de dimensionamento. Observa-se que houve um aumento dos momentos de flexão negativos na seção do apoio e dos momentos de flexão positivos na seção do meio de vão. Apesar dos coeficientes de majoração de cargas da ABNT NB-2 (1961) serem maiores do que aqueles da ABNT NBR 8681 (2004), verifica-se que o aumento dos carregamentos de sobrecarga permanente e de carga móvel, apresentados na Tabela 1, superam essa diferença.



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

Tabela 2 – Forças cortantes características nas seções S₀ e S₅ em kN.

	S _{0,e}			S _{0,d}			S ₅		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
V _{g1}	-299	-354	18,4%	452	488	8,0%	8,25	8,25	0,0%
V _{g2}	-95,6	-386* 0**	303,8%* -**	212	351	65,6%	0	0	0,0%
V _{q1}	0	0	0,0%	553	1.382	149,9%	298	406	36,2%
V _{q2}	-465	-1.184	154,6%	65,4	-194	-396,6%	-298	-406	36,2%

* Valores máximos da envoltória; ** Valores mínimos da envoltória

Tabela 3 – Momentos de flexão de dimensionamento nas seções S₀ e S₅ em kNm.

	S ₀			S ₅		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
M _{sd,máx}	-1.079	-1.548	43,5%	8.980	10.875	21,1%
M _{sd,mín}	-4.398	-9.144	107,9%	657	-1.088	-265,6%

Quanto às forças cortantes de dimensionamento, a Tabela 4 mostra que as maiores variações acontecem na seção à esquerda do apoio, onde houve a adição da laje de transição, do aterro e da barreira.

Tabela 4 – Forças cortantes de dimensionamento nas seções S_{0,e}, S_{0,d} e S₅ em kN.

	S _{0,e}			S _{0,d}			S ₅		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
V _{sd,máx}	-394	-535	35,8%	2.202	3.205	45,5%	437	620	41,9%
V _{sd,mín}	-1.579	-2.775	75,7%	533	547	2,6%	-415	-601	44,8%

As áreas de aço longitudinais são apresentadas na Tabela 5. A armadura superior de flexão aumentou em 175,2% na seção do apoio devido ao carregamento atuante nos balanços. Na seção S₅ da ponte alargada, a combinação mínima dos esforços resultou em um momento de flexão negativo que era nulo para a ponte original (ver Tabela 3). Dessa forma, constata-se a necessidade de dez vezes mais área de aço, que antes correspondia a 2,45 cm² da armadura de montagem. A necessidade de acréscimo de área de aço inferior é identificada apenas para a seção de meio de vão.

Tabela 5 – Armadura longitudinal nas seções S₀ e S₅ em cm².

	S ₀			S ₅		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
A _{s,inf.}	2,45	2,45	0,0%	129,00	182,00	41,1%
A _{s,sup.}	62,50	172,00	175,2%	2,45	29,20	1091,8%

No que se refere à armadura transversal, a partir da Tabela 6, verifica-se que diferença percentual na área de aço transversal é de 4,2% na ponte alargada. Isso se deve por essa armadura corresponder à mínima calculada conforme a ABNT NBR 6118 (2014), que é função das propriedades mecânicas do concreto e do aço, além da largura da viga, dados que permaneceram os mesmos entre os casos estudados.

O grande acréscimo percentual das armaduras transversais é justificado não só pelo aumento do carregamento, mas, também, majoração da área de aço devido à avaliação do fenômeno de fadiga.

Tabela 6 – Armadura transversal nas seções $S_{0,e}$, $S_{0,d}$ e S_5 em cm^2/m .

	$S_{0,e}$			$S_{0,d}$			S_5		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
A_{sw}	8,49	71,80	745,7%	16,81	71,10	323,0%	4,24	4,42	4,2%

Nas lajes, os carregamentos são devidos às cargas permanentes, ao impacto do veículo na barreira e à carga móvel. O peso próprio é maior no projeto de alargamento por consequência do alargamento da seção transversal da ponte.

As seções transversais de cálculo são ilustradas na Figura 5. A seção S_5 está localizada no bordo engastado da laje em balanço, que corresponde ao eixo da viga principal, e a seção S_{10} no meio da laje central, que coincide com o eixo das obras, original e alargada.

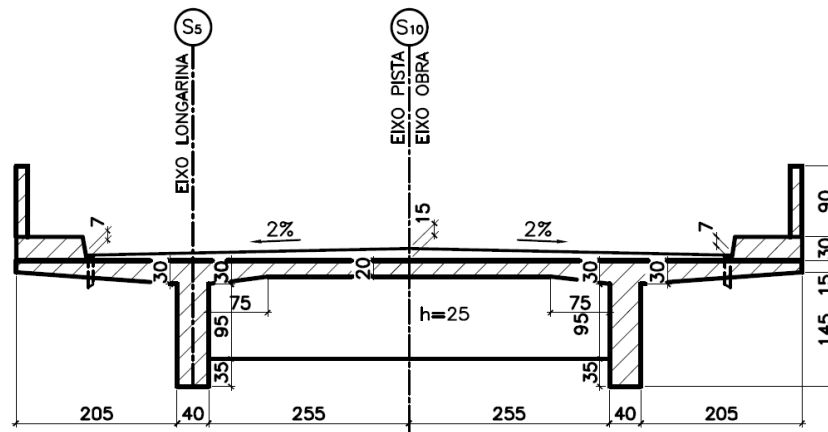


Figura 5 – Seções transversais de cálculo das lajes (cotas em cm).

De forma análoga às longarinas, o aumento do coeficiente de impacto e a mudança do trem-tipo projeto, do TB-360 da norma ABNT NB-6 (1960) para TB-450 da ABNT NBR 7188 (2013), causam modificação das solicitações devidas à carga móvel.

A ponte original não possui elemento estrutural dimensionado para o impacto de um veículo. Portanto, a diferença entre os carregamentos de carga móvel da ponte original e os da ponte alargada, calculados segundo a ABNT NBR 7188 (2013), é bem definida. Na seção do extremo do balanço da seção transversal da ponte original, o momento de flexão gerado por esse carregamento é nulo e na ponte alargada é de 50,0 kNm/m em seu valor característico.

O alargamento da laje em 122,5 cm gera um aumento de 69,3% no momento de flexão devido à carga permanente na seção S_5 e de 171,0% devido à carga móvel, como pode ser visto na Tabela 7. Na seção do meio da laje central (S_{10}), o acréscimo de momentos de flexão em y devido à carga móvel é 15,2%.

Um aumento também é visto na direção x e está relacionado ao aumento do coeficiente de impacto na seção longitudinal S₅ quando calculado conforme as normas atuais.

Tabela 7 – Momento de flexão na seção S₅ e S₁₀ em kNm/m.

	S ₅			S ₁₀					
	direção x			direção x			direção y		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
M _g	-33,9	-57,4	69,3%	10,8	11,6	7,4%	1,8	1,9	5,6%
M _q	-59,4	-161,0	171,0%	29,6	38,1	28,7%	14,5	16,7	15,2%

No que se refere às solicitações no Estado Limite Último, observa-se na Tabela 8 que há um acréscimo de 82,3% no momento de flexão utilizado para o dimensionamento das armaduras principais na seção S₅. Na seção do meio de vão da laje central (S₁₀), os momentos de flexão máximos reduziram em valor, o que está associado à redução dos coeficientes de majoração de cargas da ABNT NBR 6118 (2014) em relação a ABNT NB-2 (1961).

Tabela 8 – Momento de flexão de dimensionamento nas seções S₅ e S₁₀ em kNm/m.

	S ₅			S ₁₀					
	direção x			direção x			direção y		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
M _{sd,máx}	-33,9	-57,4	69,3%	77,0	72,8	-5,5%	31,9	27,7	-13,2%
M _{sd,mín}	-175,0	-319,0	82,3%	10,8	15,7	45,4%	1,8	2,6	44,4%

Em relação às áreas de aço necessárias, como mostram as Tabela 9 e 10, os maiores acréscimos ocorrem na armadura principal, chegando a 719,1% na seção do bordo engastado da laje balanço e a 310,9% na seção S₅. A armadura inferior permanece a de montagem na seção S₅ e o mesmo ocorre na seção S₁₀ para a armadura superior.

Tabela 9 – Armadura principal nas seções S₅ e S₁₀ em cm²/m.

	S ₅			S ₁₀		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
A _{s,inf}	MONTAGEM	MONTAGEM	0,0%	2,58	10,60	310,9%
A _{s,sup}	3,87	31,70	719,1%	MONTAGEM	MONTAGEM	0,0%

Tabela 10 – Armadura secundária na seção S₁₀ em cm²/m.

	S ₁₀		
	Ponte Original	Ponte Alargada	Variação
A _{s,inf}	2,58	4,17	61,6%
A _{s,sup}	MONTAGEM	MONTAGEM	0,0%



Conclusões

Neste estudo, fez-se a verificação da adequação de uma ponte, cujo projeto é da década de 1960, às normas vigentes atuais e à necessidade de reforço estrutural para o seu alargamento. A partir da análise dos resultados do estudo de caso, verificou-se que o dimensionamento da ponte alargada de acordo com a ABNT NBR 6118 (2014) de vigas e lajes de uma ponte de um vão de 20,0 m levou a maiores áreas de aço longitudinais e transversais, em comparação com as da ponte existente conforme a ABNT NB-1 (1960). Dessa forma, constatou-se a necessidade de reforço estrutural para a realização do alargamento da ponte em estudo, seguindo a evolução de critérios normativos e aumentando sua capacidade de carga, de forma a garantir a extensão de sua vida útil técnico-operacional e a segurança dos usuários.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7187: Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7188: Carga Móvel Rodoviária e de Pedestres em Pontes, Viadutos, Passarelas e Outras Estruturas. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-1: Cálculo e Execução de Obras em Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1960.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-2: Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1946.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-2: Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1961.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-6: Cargas Móveis em Pontes Rodoviárias. Rio de Janeiro, 1946.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-6: Cargas Móveis em Pontes Rodoviárias. Rio de Janeiro, 1960.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NB-7: Cargas Móveis em Pontes Ferroviárias. Rio de Janeiro, 1943.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais. Rio de Janeiro, 1996.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários. Rio de Janeiro, 2010.
- GUIMARAES, R. S. Estudo de Alargamento de Ponte em Concreto Armado. Niterói. Projeto de Conclusão de Curso I. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.
- MENDES, P. D. Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.
- THOMAZ, E. C. S. Cimentos e Concretos - 1900 a 2010. *In: III Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas CBPE.* Rio de Janeiro, 2010.
- VITÓRIO, J. A. Um Estudo Comparativo sobre Métodos de Alargamento de Pontes Rodoviárias de Concreto Armado com a Utilização das Normas Brasileiras e Eurocódigos. Tese de Doutorado. Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.
- VITÓRIO, J. A., BARROS, R. C. Reforço e Alargamento de Pontes Rodoviárias com a Utilização de Protensão Externa. *In: 7º Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas CINPAR.* Fortaleza, 2011.