

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E ESTRUTURAL DO USO DO AÇO CA-70 EM OBRAS EM GERAL

STUDY OF THE ECONOMIC AND STRUCTURAL VIABILITY OF USING CA-70 STEEL IN GENERAL CONSTRUCTION

¹DA SILVA, Antonio Henrique Carster Livramento; ²AMANCIO, Daniel Traglia

¹Estudante de Engenharia Civil – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UNIFIO

²Professor Orientador – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UNIFIO

RESUMO

O presente trabalho analisa a viabilidade econômica e estrutural do uso do aço CA-70 em substituição às classes tradicionalmente utilizadas em estruturas de concreto armado, como o CA-50. A pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo de caso envolvendo o dimensionamento estrutural realizado no software TQS, considerando critérios da NBR 6118:2023. Os resultados indicaram que a substituição do aço CA-50 pelo CA-70 pode reduzir em aproximadamente 28,6% o consumo de armaduras longitudinais, apresentando potencial para ganhos técnicos e econômicos. Entretanto, a ausência de reconhecimento normativo para o aço CA-70 como armadura passiva convencional e sua indisponibilidade no mercado inviabilizam, no momento, a aplicação prática em larga escala. Assim, conclui-se que o CA-70 constitui alternativa promissora, mas que demanda avanços normativos e estudos adicionais para consolidação de seu uso.

Palavras-chave: concreto armado; aço CA-70; estruturas; viabilidade econômica; dimensionamento.

ABSTRACT

This study analyzes the economic and structural feasibility of using CA-70 steel as a substitute for the classes traditionally employed in reinforced concrete structures, such as CA-50. The research was developed through a case study involving structural design carried out in the TQS software, following the criteria of NBR 6118:2023. The results indicated that replacing CA-50 with CA-70 steel may reduce longitudinal reinforcement consumption by approximately 28.6%, thus showing potential for both technical and economic benefits. However, the lack of normative recognition of CA-70 as conventional passive reinforcement and its unavailability in the market currently prevent its large-scale practical application. Therefore, it is concluded that CA-70 is a promising alternative, but it requires normative advances and further studies to consolidate its use.

Keywords: reinforced concrete. CA-70 steel; structures; economic feasibility; design.

INTRODUÇÃO

Nosso objeto de estudo tem como característica uma tensão de escoamento de até 700 Mpa/ mm² ou 70 kgf/ mm², denominando assim o seu nome, CA-70. Já sendo incluída na NBR 7480 no ano de 2024, não tivemos muitas obras que utilizaram esta classe de aço e ainda permanecemos nos campos dos estudos sobre como ela afetará o nosso mercado.

Introduzido no mercado brasileiro pela Gerdau (2023) e pela ArcelorMittal (2023), o produto tem se mostrado uma opção muito interessante tanto no ponto de vista estrutural, podendo oferecer a mesma resistência a tração, com menor quantidade de barras que a classe CA-50 (que é a mais usada), e podendo oferecer até uma redução no dimensionamento de um elemento estrutural, como no ponto de vista econômico, gerando menores custos com materiais e mão de obra/equipamentos.

Um estudo realizado por Silveira (2023), indicou uma diminuição da área de aço de um elemento estrutural em 43%, sendo esse elemento exposto à flexão simples. Porém precisamos de mais informações, como o custo de produção para determinar o quão impactante e o quão lucrativo ou econômico poderia ser o emprego da classe CA-70 em uma obra.

MATERIAL E MÉTODOS

O objeto de estudo deste trabalho consiste no memorial de cálculo estrutural de um edifício residencial de dois pavimentos, que serviu como principal fonte de dados para a pesquisa, fornecendo as hipóteses de cálculo, os parâmetros de dimensionamento e os resultados das verificações normativas. O desenvolvimento da investigação foi estruturado em etapas sucessivas, iniciando-se pela coleta de informações, na qual foram levantadas as hipóteses adotadas no memorial, incluindo materiais, normas técnicas aplicáveis, combinações de carregamento e resultados de dimensionamento, tais como momentos fletores, esforços cortantes, áreas de armadura e deslocamentos.

Em seguida, procedeu-se à organização dos dados, por meio da sistematização das informações em tabelas classificadas conforme os elementos estruturais (lajes, vigas e pilares). Na etapa seguinte, realizou-se a análise normativa, confrontando os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela NBR 6118:2023, com o objetivo de verificar sua conformidade. Por fim, foi conduzida a interpretação dos resultados, correlacionando-os com os critérios de dimensionamento adotados, como a classe de aço, a resistência característica do concreto e as dimensões das

seções, de modo a avaliar os impactos no desempenho estrutural e no consumo de materiais.

Os instrumentos de análise utilizados compreenderam a leitura crítica do memorial de cálculo estrutural, a elaboração de tabelas a partir do resumo estrutural gerado pelo software TQS e a realização de cálculos comparativos voltados à proposição de alternativas de dimensionamento. Entre essas alternativas, destaca-se a verificação da possibilidade de redução da área de armadura longitudinal, conduzida por meio da substituição do aço originalmente especificado (CA-50, $f_yk = 500$ MPa) por aço de maior resistência (CA-70, $f_yk = 700$ MPa). Para tal conversão, considerou-se o fator de redução de área equivalente a $500/700 \approx 0,7143$. Ressalta-se que, nessa análise, foram mantidos constantes os carregamentos aplicados, a resistência característica do concreto (f_{ck}), os critérios de cálculo e os coeficientes de segurança prescritos em norma, sendo preservadas também as armaduras transversais (estribos), de modo que a investigação se restringiu exclusivamente às armaduras longitudinais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como evidenciado pelas classes de cada aço, onde os números representam a sua tensão de escoamento, sabemos que a classe CA-70 suporta até 700MPa antes do aço atingir o patamar de escoamento, ou seja, se deformar de forma irreversível. Para atingir esse desempenho é utilizado mais carbono em sua composição, junto a outras ligas de metais como manganês, mas em troca de um desempenho melhor na tração do material, é sacrificado a ductilidade dele, ou seja, diminui-se a capacidade do material se deformar.

Embora tenha essa menor ductilidade em comparação com o aço CA-50, estudos realizados por Silveira (2023) em sua monografia de especialização, intitulada de “Explorando as implicações do aço CA-70 no dimensionamento de elementos de concreto armado sujeitos à flexão simples” mostraram uma melhora de cerca de 40% em tração, sendo realizados testes em vigas sujeitas a flexão simples. Este resultado

obtido por Silveira, corrobora com o nome da classe, entregando os 700MPa de tração prometidos e se mostrando uma excelente opção para construções de médio e grande porte.

A NBR 6118 (2024), também conhecida como "Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento", é uma norma técnica brasileira que estabelece diretrizes para o projeto e a execução de estruturas de concreto armado, simples e protendido. Ela é amplamente utilizada na construção civil para garantir a segurança, durabilidade e eficiência das estruturas.

Entre os principais pontos abordados pela norma estão:

Durabilidade: Define critérios para proteger as estruturas contra deterioração, considerando fatores como cobrimento mínimo das armaduras e classes de agressividade ambiental.

Segurança: Estabelece limites de resistência e deformação, além de critérios para estados limites últimos e de serviço.

Materiais: Especifica propriedades do concreto e do aço, como resistência e comportamento conjunto.

Dimensionamento: Fornece orientações para o cálculo e detalhamento de elementos estruturais, como vigas, pilares e lajes.

A norma também trata dos Estados Limites Últimos e de Serviço. O aço CA-70, devido à sua alta resistência, é eficiente em estruturas projetadas para resistir a forças de tração maiores, o que pode contribuir para atender aos critérios de desempenho estrutural. Em resumo, o uso do aço CA-70, dentro dos parâmetros da NBR 6118 (2024), permite um projeto mais racional e econômico, sem comprometer a durabilidade e a segurança.

A norma NBR 7480 (2024) estabelece os parâmetros técnicos para barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado, incluindo o aço CA-70. Sendo os pontos importantes: a resistência característica ao escoamento; ductilidade; características geométricas, tolerâncias dimensionais e ensaios mecânicos.

O edifício analisado apresenta altura total de 6,12 m, distribuída em três pavimentos — subsolo, térreo e cobertura —, totalizando uma área estruturada de 266,96 m². O dimensionamento estrutural foi conduzido em conformidade com os critérios estabelecidos pela NBR 6118:2023. No que se refere à durabilidade e aos materiais empregados, a estrutura foi projetada para a classe de agressividade ambiental II (moderada), sendo utilizado concreto de resistência característica C25 em pilares, vigas, lajes e fundações. Todos os cobrimentos especificados atendem aos valores mínimos exigidos pela norma.

O modelo estrutural adotado corresponde a um modelo espacial global, baseado em pórtico integrado, considerando flexibilização das ligações. Para os efeitos de segunda ordem, utilizou-se o método GamaZ. Quanto às ações e combinações de carregamento, a análise considerou velocidade básica do vento de 45 m/s, com quatro direções principais avaliadas. Foram gerados vinte casos de combinações no estado limite último (ELU) e doze no estado limite de serviço (ELS), não sendo realizadas verificações específicas para situação de incêndio.

No que se refere à estabilidade global, o parâmetro GamaZ obtido foi de 1,043, atendendo aos requisitos normativos. Os deslocamentos horizontais apresentaram valores superiores aos limites aceitáveis em algumas combinações analisadas, enquanto as flechas das lajes permaneceram dentro dos parâmetros estabelecidos. Ressalta-se que os efeitos de vibração não foram considerados nos cálculos.

Consumo de Materiais

Quadro 1 - Resumo de materiais geradas pelo TQS (concreto e formas

Consumo										
Consumo de concreto e fôrmas										
Pavimento	Concreto (m3)					Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
cobertura	2.37	3.34	7.84	0.00	0.00	40.80	37.92	65.33	0.00	0.00
planta térreo	4.23	5.94	9.60	0.00	0.00	75.19	66.92	80.04	0.00	0.00
subsolo	0.00	3.52	10.38	0.00	0.00	0.00	44.42	87.13	0.00	0.00
Sapatas/Blocos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	6.60	12.80	27.82	0.00	0.00	115.99	149.26	232.50	0.00	0.00

Quadro 2 - Consumo de aço gerada pelo TQS

Consumo de aço						
Pavimento/Pasta	Área (m2)	Aço (kgf)				
		Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
cobertura	73.15	224	351	486	0	0
planta térreo	94.95	616	453	576	0	0
subsolo	98.87	0	386	675	0	0
TOTAL	266.96	840	1190	1738	0	0

O consumo de aço nas escadas está incluso na coluna Outros.

Quadro 3 - Tabela de bitolas calculada automaticamente pelo TQS**Consumo de aço por bitola (kgf)**

Pasta	Bitola (mm)											
	3.2	4.2	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	32	40
cobertura	0	0	116	497	12	201	6	123	107	0	0	0
planta térreo	0	0	251	547	22	519	163	48	96	0	0	0
subsolo	0	0	152	578	76	130	51	74	0	0	0	0
TOTAL	0	0	519	1622	110	850	220	245	204	0	0	0

Obs. Valores obtidos pré verificação dos detalhamentos

A conversão das armaduras longitudinais para aço CA-70 foi realizada aplicando-se o fator de redução de 0,7143 sobre as áreas de aço calculadas originalmente em CA-50. Como exemplo, a viga V15 apresentou uma área de 9,00 cm² no dimensionamento original, que, após a conversão, correspondeu a 6,43 cm², podendo ser atendida comercialmente por 2 barras de Ø22 mm, resultando em 7,60 cm². De modo análogo, outros trechos apresentaram reduções proporcionais, como o caso de 4,96 cm² (CA-50) convertidos para 3,54 cm² (CA-70), sugerindo a adoção de 2 barras de Ø16 mm, com área total de 4,02 cm². Essa lógica foi estendida a diferentes elementos estruturais, sempre buscando um arranjo de barras comerciais que se aproximasse da área convertida.

Tabela 1.3a														
ÁREA DA SEÇÃO DE BARRAS A_s (cm ²)														
LARGURA MÍNIMA PARA UMA CAMADA b_w (cm)														
DIÂMETRO		MASSA	A_s (cm ²) e b_w (cm)	NÚMERO DE BARRAS										
NOMINAL (mm)	APROX. (POL)	NOMINAL (kg/m)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	$\frac{3}{16}$	0,154	A_s	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	
			b_w	Br.1	-	10	12	15	18	21	23	26	29	32
				Br.2	-	10	14	17	21	24	28	31	35	38
6,3	$\frac{1}{4}$	0,245	A_s	0,31	0,62	0,94	1,25	1,56	1,87	2,18	2,49	2,81	3,12	
			b_w	Br.1	-	10	13	16	19	21	24	27	30	33
				Br.2	-	11	14	18	21	25	29	32	36	40
8	$\frac{5}{16}$	0,395	A_s	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	
			b_w	Br.1	-	10	13	16	19	22	26	29	32	35
				Br.2	-	11	15	18	22	26	30	34	37	41
10	$\frac{3}{8}$	0,617	A_s	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	
			b_w	Br.1	-	11	14	17	20	24	27	30	34	37
				Br.2	-	11	15	19	23	27	31	35	39	43
12,5	$\frac{1}{2}$	0,963	A_s	1,23	2,45	3,68	4,91	6,14	7,36	8,59	9,82	11,04	12,27	
			b_w	Br.1	-	11	15	18	22	25	29	32	36	39
				Br.2	-	12	16	20	25	29	33	37	42	46
16	$\frac{5}{8}$	1,578	A_s	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	
			b_w	Br.1	-	12	16	20	23	27	31	35	39	43
				Br.2	-	12	17	22	26	31	35	40	45	49
20	$\frac{3}{4}$	2,466	A_s	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	
			b_w	Br.1	-	13	17	21	25	30	34	38	43	47
				Br.2	-	13	18	23	28	33	38	43	48	53
22	$\frac{7}{8}$	2,984	A_s	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	
			b_w	Br.1	-	13	17	22	26	31	35	40	44	49
				Br.2	-	14	19	24	29	34	40	45	50	55
25	1	3,853	A_s	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	
			b_w	Br.1	-	14	19	24	29	34	39	44	49	54
				Br.2	-	14	20	25	31	36	42	47	53	58
32	$1\frac{1}{4}$	6,313	A_s	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	
			b_w	Br.1	-	16	22	29	35	41	48	54	61	67
				Br.2	-	16	22	29	35	41	48	54	61	67
40	$1\frac{1}{2}$	9,865	A_s	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,5	113,1	125,7	
			b_w	Br.1	-	18	26	34	42	50	58	66	74	82
				Br.2	-	18	26	34	42	50	58	66	74	82

Os resultados apontam que a conversão teórica para aço CA-70 possibilitaria uma redução aproximada de 28,6% no consumo de armaduras longitudinais, o que implicaria em um novo consumo estimado de cerca de 1450 kgf (pilares e vigas), em comparação aos 2030 kgf originalmente dimensionados. No entanto, ressalta-se que a NBR 6118 não reconhece o aço CA-70 como material passivo convencional, restringindo sua aplicação ao contexto de protensão ou a análises comparativas. Portanto, ainda que os resultados evidenciem potencial para economia de material, recomenda-se reprocessar o modelo estrutural no software TQS, a fim de verificar novamente os estados limites último e de serviço, bem como os requisitos de ductilidade, ancoragem e detalhamento, antes de qualquer aplicação prática.

Não foi possível fazer uma comparação orçamentária do objeto de estudo. Ao entrar em contato com fornecedoras como Gerdau e Arcelor Mital, ambas, apesar de possuírem em seu catálogo o aço CA-70, ele não está disponível para venda nos setores comerciais, não possibilitando a produção de um orçamento, ou uma estimativa de custo do material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou avaliar o potencial do aço CA-70 como alternativa às classes tradicionalmente empregadas em estruturas de concreto armado, em especial o CA-50. A análise comparativa evidenciou que a adoção do CA-70 pode proporcionar significativa redução na área de armadura longitudinal — estimada em aproximadamente 28,6% —, o que representa ganhos relevantes tanto do ponto de vista estrutural quanto da otimização no consumo de materiais.

Contudo, é necessário destacar que, apesar das vantagens técnicas observadas, a aplicação do CA-70 ainda encontra restrições normativas, uma vez que a NBR 6118 não o reconhece como aço passivo convencional. Desse modo, sua utilização deve ser, por ora, restrita a análises comparativas e a contextos específicos, como em estruturas protendidas, até que novos estudos consolidem sua viabilidade prática e regulamentar.

Além disso, o estudo revelou uma limitação importante relacionada ao aspecto econômico: embora o material já figure nos catálogos de grandes fornecedoras nacionais, como Gerdau e ArcelorMittal, sua indisponibilidade comercial inviabilizou a realização de uma análise orçamentária. Essa lacuna reforça a necessidade de futuros trabalhos que integrem não apenas a modelagem estrutural, mas também a avaliação de custos e da cadeia de fornecimento, condição essencial para determinar o real impacto econômico da adoção do CA-70 em obras de diferentes portes.

Em síntese, os resultados alcançados permitem concluir que o aço CA-70 apresenta-se como uma solução promissora para o setor da construção civil, sobretudo em projetos que demandem maior eficiência estrutural. Entretanto, a consolidação de sua utilização em larga escala dependerá de maior respaldo normativo, de maior disponibilidade comercial e de estudos complementares que avaliem sua aplicação em situações reais de projeto e execução.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2023 — Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:2019 — Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:1988 — Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681:2003 — Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480:2024 — Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931:2004 — Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013 — Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

DE VIVEIROS SILVEIRA, G. H. *et al.* **Explorando as implicações do aço CA-70 no dimensionamento de elementos de concreto armado sujeitos à flexão simples**. 2023.

ATENEU, CENTRO UNIVERSITÁRIO *et al.* **Avaliação da utilização do aço CA-50 e CA-70 em vigas.** [S.l.], [s.d.].