

AÇO CA-70 EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO: ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SUA APLICAÇÃO

Filho, W. M. S.¹, Ramos, G. O.², Soares, M. M. P.³

¹ Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, engwashingtonmarques@gmail.com;

² Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, 20212002500200@pucgo.edu.br;

³ Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, murilo.eng@pucgoias.edu.br.

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo de caso focado na etapa de fundação de uma obra de construção civil, com ênfase na aplicação e análise comparativa do uso dos aços CA-50 e CA-70 em blocos de fundação. O objetivo é avaliar os aspectos técnicos, econômicos e executivos decorrentes da adoção de diferentes classes de aço, considerando parâmetros de dimensionamento, consumo de materiais, viabilidade construtiva e desempenho estrutural. A pesquisa foi organizada em três etapas principais: uma revisão bibliográfica sobre fundações e propriedades dos aços CA-50 e CA-70, uma descrição detalhada da obra estudada, contemplando contexto geotécnico, características estruturais e especificações de projeto, e, por fim, uma análise crítica comparando os resultados obtidos com cada tipo de aço, destacando benefícios, limitações e desafios enfrentados na execução.

Palavras-chave: Blocos de Fundação; Concreto Armado; Aço CA-50; Aço CA-70.

ABSTRACT: *This work explores a case study centered on the foundation phase of a construction project, emphasizing a comparative analysis between CA-50 and CA-70 steel grades applied to foundation blocks. It aims to assess the technical, economic, and operational implications of utilizing different steel classes, taking into account sizing parameters, material consumption, feasibility, and structural integrity. The research is structured in three primary phases: a bibliographic review concerning foundations and the mechanical properties of CA-50 and CA-70 steels; a comprehensive description of the building site, including the geotechnical environment, structural features, and design requirements; and a concluding critical analysis of the results for each steel type, addressing the respective advantages, constraints, and execution challenges.*

Keywords: Foundation blocks; Reinforced concrete; CA-50 steel; CA-70 steel.

1. Introdução

O concreto armado é amplamente utilizado na construção civil devido à combinação entre a resistência à compressão do concreto e a resistência à tração do aço. O aço desempenha papel indispensável nesse sistema estrutural, pois supre a fragilidade do concreto frente aos esforços de tração, flexão e cisalhamento, permitindo a execução de estruturas seguras, econômicas e duráveis [1].

No Brasil, o aço CA-50 é tradicionalmente empregado como armadura em estruturas de concreto armado, apresentando resistência característica ao escoamento de 500 MPa. Com a busca por soluções estruturais mais eficientes, foram introduzidos aços de maior resistência, como o CA-70, com limite de escoamento de 700 MPa, possibilitando a redução da área de armadura e a otimização do consumo de aço.

Empresas como a ArcelorMittal passaram a disponibilizar no mercado brasileiro barras com essa resistência, como o CA-70 S/AR [2]. Entretanto, a utilização desse material ainda demanda estudos adicionais, principalmente em relação ao comportamento estrutural e aos critérios normativos aplicáveis, uma vez que a ABNT NBR 6118:2023 [3] ainda não apresenta diretrizes específicas para seu uso.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar comparativamente o desempenho do aço CA-50 e do aço CA-70 em blocos de fundação, avaliando aspectos estruturais, econômicos e construtivos, a fim de verificar a viabilidade da utilização de aços de alta resistência em projetos de engenharia.

2. Referencial teórico

2.1. Tipos de aço

Os aços utilizados em estruturas de concreto armado são classificados principalmente em função da resistência característica ao escoamento (f_{yk}). O CA-50 é o material mais utilizado na construção civil brasileira, devido à sua resistência, ductilidade e boa aderência ao concreto.

Historicamente, o CA-50 possuía subdivisões como CA-50A e CA-50B, relacionadas ao processo de fabricação e ao comportamento mecânico do material [4]. Com a evolução da normalização e dos processos industriais, essas classificações foram gradualmente substituídas pelas especificações atuais padronizadas.

Além do CA-50, o CA-60 é amplamente utilizado em telas soldadas e armaduras pré-fabricadas, enquanto o CA-25 permanece sendo utilizado em aplicações específicas que exigem maior maleabilidade.

Mais recentemente, o aço CA-70 passou a ser introduzido no mercado brasileiro. Regulamentado pela ABNT NBR 7480:2024 [5], esse material permite a redução da área de armadura em elementos estruturais. Entretanto, como a ABNT NBR 6118:2023 [3] ainda não contempla plenamente sua aplicação, recomendações complementares têm sido propostas por entidades técnicas, como a Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural [6] especialmente para o dimensionamento de blocos de fundação.

2.2. Aplicação do aço

Na região Centro-Oeste, mais especificamente na cidade de Goiânia, foi executada a primeira obra registrada com utilização de aços de alta resistência CA-70 em blocos de fundação, combinando também o emprego de luvas soldáveis para a emenda das barras de aço. Essa solução foi adotada no empreendimento FR Magno, da FR Incorporadora [7], conforme ilustrado na **Figura 1**.



Figura 1: Empreendimento FR Magno. Fonte: FR. Incorporadora (2025) [7]

O uso do aço CA-70 ocorreu principalmente na armadura do radier estaqueado central, elemento que apresenta área aproximada de 185 m² e é apoiado sobre 137 estacas, com profundidades variando entre 19 e 28 metros. Essa configuração assegurou maior capacidade resistente, otimização das taxas de armadura e melhoria do desempenho estrutural do conjunto, como demonstrado nas **Figuras 2 e 3**.

A viabilidade técnica do emprego do aço CA-70 S/AR [2], foi analisada no empreendimento FR Magno. O projeto estrutural original, concebido com aço CA-50, previa o consumo de 33.523,4 kg para o radier central. Contudo, a partir de estudos conjuntos entre a FR Incorporadora e a ArcelorMittal, a substituição pelo aço de alta resistência proporcionou uma economia de 18,1% no consumo total de armaduras, reduzindo a massa final do elemento para 27.485,3 kg.



Figura 2: Vista superior da armação do radier estakeado com aço CA-70 (2026).

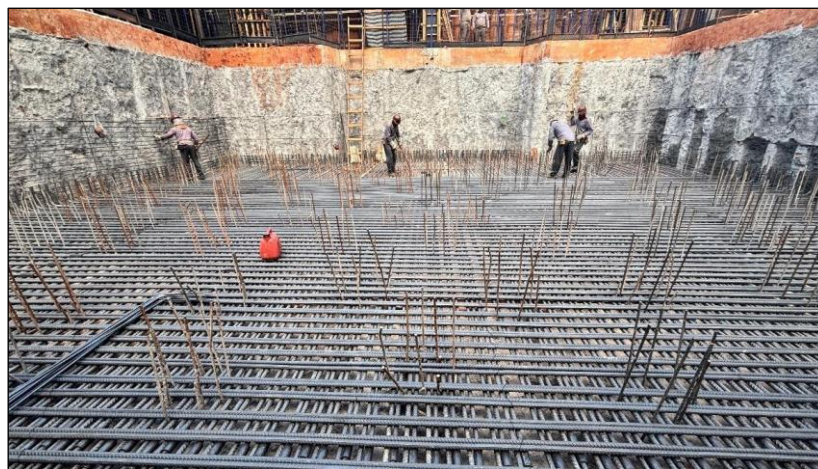


Figura 3: Vista interna da armação do radier estakeado com aço CA-70 (2026).

2.3. Método das bielas e tirantes

Entre os métodos recomendados pela ABNT NBR 6118:2023 [3] para a verificação e o dimensionamento de blocos rígidos, destaca-se o método das bielas e tirantes, em razão de sua base experimental e da representação intuitiva do fluxo de forças por meio de modelos de treliça. O modelo tem origem na analogia introduzida por Emil Mörsch, na

qual a viga de concreto armado fissurada é comparada a uma treliça de banzos paralelos [8]. A Figura 4 demonstra essa analogia.

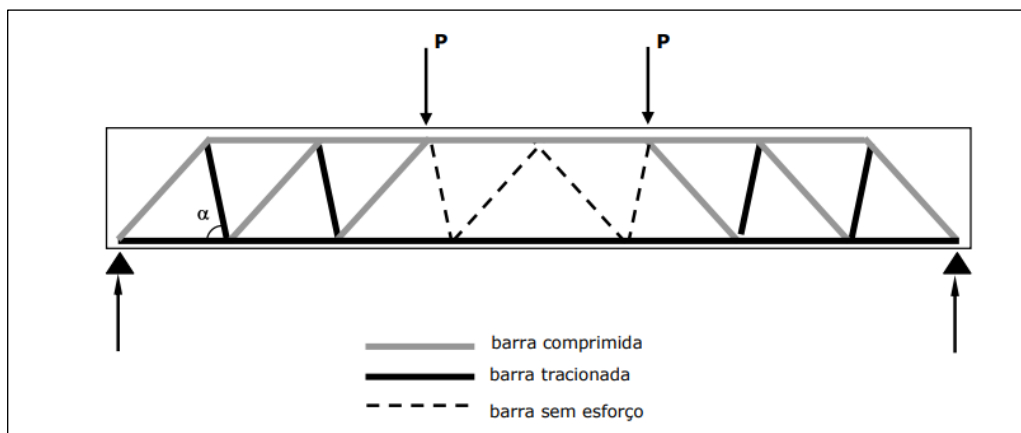


Figura 4: Analogia a treliça de Emil Mörsch. Fonte: Chaer (2003) [9]

Atualmente, a aplicação do método em blocos sobre estacas é fundamentada, entre outras referências, nos ensaios experimentais de Blévyot e Frémy [10], que avaliaram a influência de diferentes arranjos de armaduras e contribuíram para a definição das tensões limites nas bielas comprimidas. O método das bielas e tirantes é recomendado, principalmente, para ações centradas, com estacas igualmente afastadas do centro do pilar [8]. Também pode ser empregado em situações de ações excêntricas, desde que se admita que as estacas comprimidas estejam submetidas à maior força transferida [11]. A Figura 5 apresenta os ensaios realizados por Blévyot e Frémy.

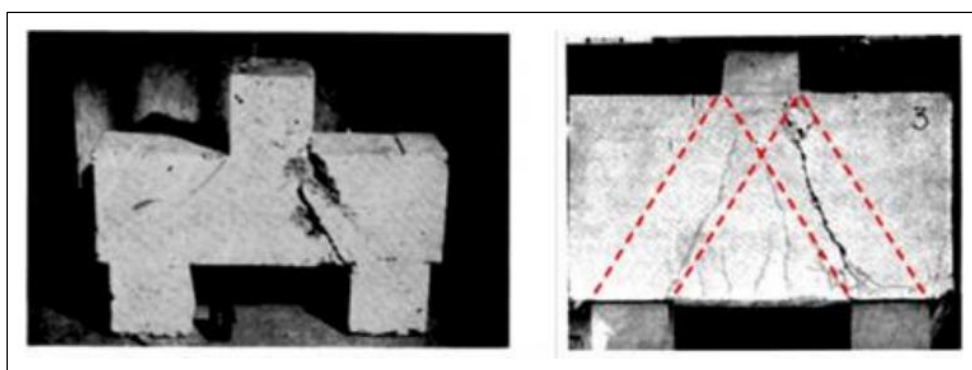


Figura 5: Bloco sobre duas estacas ensaiadas por Blévyot e Frémy. Fonte: Blévyot e Frémy (1967) adaptado por Munhoz (2015) [12]

Nos elementos de concreto armado, o método das bielas e tirantes representa de forma simplificada o fluxo interno das forças. As bielas correspondem às regiões do concreto submetidas à compressão, enquanto os tirantes simbolizam as armaduras tracionadas,

conforme ilustrado na **Figura 6**. Quando há presença de forças horizontais relevantes ou assimetria acentuada no sistema, torna-se necessário que o modelo inclua os efeitos de interação solo–estrutura, garantindo uma representação mais realista do comportamento global.

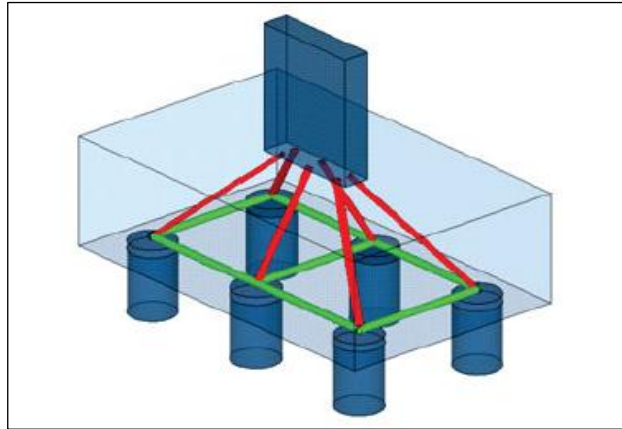


Figura 6: Esquema do modelo de treliça com biela (barras vermelhas) e tirantes (barras verdes). Fonte: Ibracon (2021) [13]

3. Metodologia

O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa das taxas de armadura e do consumo de aço em blocos de fundação dimensionados com os aços CA-50 e CA-70. Para isso, foi realizada a seleção dos blocos de fundação pertencentes ao viaduto localizado no autódromo da cidade de Goiânia, Goiás, que constituem o objeto de estudo desta pesquisa, conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Implantação do autódromo Ayrton Senna – Goiânia/GO. Adaptado pelos autores (2026)

Nessa primeira fase, foram analisadas as características geométricas dos blocos do viaduto, bem como identificadas as cargas atuantes provenientes da superestrutura e

transmitidas às estacas. Foram analisados todos os blocos do viaduto, com destaque para aqueles constituídos por nove estacas, conforme demonstrado na Figura 8, em planta baixa, e na Figura 9, em vista 3D.

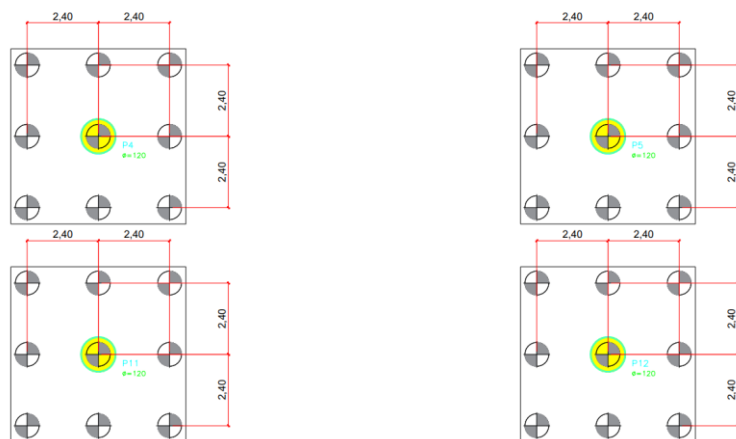


Figura 8: Planta baixa da fundação. Adaptado pelos autores (2026)



Figura 9: Vista 3D dos blocos centrais (2026).

Na segunda fase, foi utilizado o projeto estrutural originalmente dimensionado com aço CA-50, mantendo-se todas as características geométricas do bloco. A partir dessas mesmas condições, procedeu-se ao redimensionamento das armaduras principais do bloco utilizando aço CA-70, com o objetivo de determinar as novas áreas de armadura necessárias e, conseqüentemente, as respectivas taxas de armadura.

Por fim, na terceira fase, realizou-se a análise comparativa entre os resultados obtidos para os dois tipos de aço. Essa etapa permitiu avaliar as diferenças nos custos, no consumo total de aço e nas taxas de armadura, possibilitando analisar o impacto da utilização do aço CA-70 em relação ao CA-50 no dimensionamento de blocos de fundação.

4. Resultados e Discussão

4.1. Blocos analisados

O dimensionamento dos blocos de coroamento em aço CA-70 fundamentou-se na análise dos quatro blocos centrais da mesoestrutura do viaduto, detalhados na Figura 8. Estes elementos apresentam comportamento rígido e geometria de 590 x 590 x 180 cm. As especificações geométricas, a quantidade das estacas e suas respectivas capacidades de carga encontram-se sintetizadas no Quadro 1.

Blocos	Dimensões Bloco			Características Geotécnica	
	B (cm)	L (cm)	h (cm)	Qtde. Estacas	Capacidade de carga (tf)
B1 (P4)	590	590	180	9	180
B2 (P5)	590	590	180	9	180
B3 (P11)	590	590	180	9	180
B4 (P12)	590	590	180	9	180

Quadro 1: Blocos de coroamento analisados (2026)

4.2. Cargas atuantes nos blocos

O estudo de caso concentrou-se nos blocos de fundação centrais de um viaduto situado em Goiânia. Para proceder ao dimensionamento estrutural e à verificação desses elementos, utilizou-se a planta de cargas fornecida pelo projeto original. O Quadro 2 sintetiza as ações atuantes na interface pilar-bloco, detalhando as forças verticais (cargas de compressão), as forças horizontais e os momentos fletores, fundamentais para a definição da geometria e do detalhamento das armaduras.

PILAR	MAX - ELU2 - Verificações de estado limite último - Pilares e fundações				
	Nk (tf)	Fx (tf)	Fy (tf)	Mx (tf.m)	My (tf.m)
P4 (Ø120 cm)	1274,47	-11,72	+34,89	-64,84	-84,94
P5 (Ø120 cm)	1144,86	-4,99	+30,56	-56,03	-63,73
P11 (Ø120 cm)	1291,30	+5,70	-34,02	+62,73	-49,74
P12 (Ø120 cm)	1161,16	+11,96	-31,28	+58,11	-29,49

Quadro 2: Planta de cargas do viaduto (2026)

4.3. Área de aço e detalhamento dos blocos com CA-50 e CA-70

Para a análise das áreas de armadura, adotaram-se as taxas estipuladas pelos projetistas originais, contemplando as alterações requeridas pela Análise Técnica de Projeto (ATP). Adicionalmente, procedeu-se ao dimensionamento do bloco de coroamento pelo Modelo de Bielas e Tirantes, segundo os parâmetros descritos na obra Projeto, Execução e Desempenho de Estruturas e Fundações — especificamente no Capítulo 2, 'Dimensionamento de um bloco sobre várias estacas', de Cunha, Dias e Bittencourt (2018) [14]. O intuito dessa etapa foi estabelecer um comparativo entre as áreas de aço teóricas exigidas pelo método e aquelas detalhadas no projeto, validando as armaduras assumidas para a execução. Dessa forma, avaliaram-se as influências das cargas verticais associadas aos momentos fletores atuantes na base do pilar. Por fim, o Quadro 3 apresenta as áreas de aço compiladas para as armaduras principais inferiores e superiores (nas direções X e Y), bem como para as armaduras horizontais dos blocos analisados, e na Figura 10, com o detalhamento das armaduras no aço CA-50, da forma original do projeto.

Blocos CA-50	Área de aço (inferior)		Área de aço (superior)		Área de aço (horizontal)
	A _{sx} (cm ²)	A _{sy} (cm ²)	A _{sx} (cm ²)	A _{sy} (cm ²)	A _{sh} (cm ²)
B1 (P4)	244,92	244,92	244,92	244,92	41,48
B2 (P5)	244,92	244,92	244,92	244,92	41,48
B3 (P11)	244,92	244,92	244,92	244,92	41,48
B4 (P12)	244,92	244,92	244,92	244,92	41,48

Quadro 3: Áreas de aço dos blocos com aço CA-50 (2026)

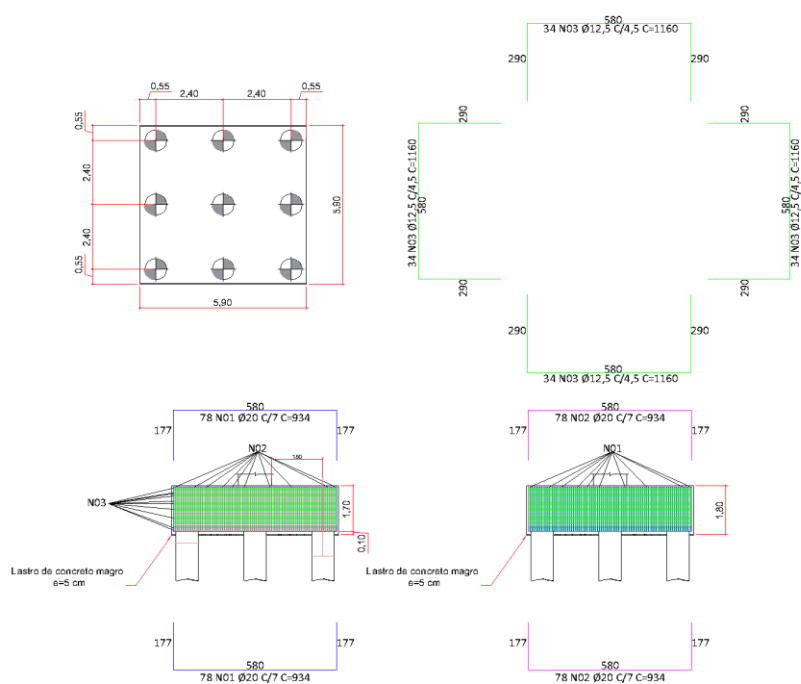


Figura 10: Detalhamento das armaduras dos blocos em CA-50. Adaptado pelos autores (2026)

A partir da determinação das forças de tração na zona inferior do bloco e com embasamento nas recomendações da ABECE [6] e na obra de Cunha, Dias e Bittencourt (2018) [14], a armadura principal (tirantes), inicialmente projetada apenas em aço CA-50, foi otimizada para o aço CA-70, mostrado no Quadro 4. Essa modificação proporcionou a redução do número de barras tracionadas e a diminuição do peso final de aço do bloco. Adicionalmente, em atendimento à Análise Técnica de Projeto (ATP), que recomendou a adoção da mesma quantidade de armadura dos tirantes para a armadura secundária superior, optou-se por seguir essa orientação nessa região. Consequentemente, o bloco passou a apresentar um detalhamento misto, com a aplicação do aço CA-70 nas armaduras longitudinais (inferiores) e do aço CA-50 nas armaduras horizontais e secundárias superiores, como mostrado na Figura 11.

Blocos	Armadura inferior		Armadura superior		Armadura horizontal
	A_{sx} (cm ²)	A_{sy} (cm ²)	A_{sx} (cm ²)	A_{sy} (cm ²)	A_{sh} (cm ²)
B1 (P4)	175,84	175,84	244,92	244,92	41,48
B2 (P5)	175,84	175,84	244,92	244,92	41,48
B3 (P11)	175,84	175,84	244,92	244,92	41,48
B4 (P12)	175,84	175,84	244,92	244,92	41,48

Quadro 4: Áreas de aço dos blocos com aço CA-70/CA-50 (2026)

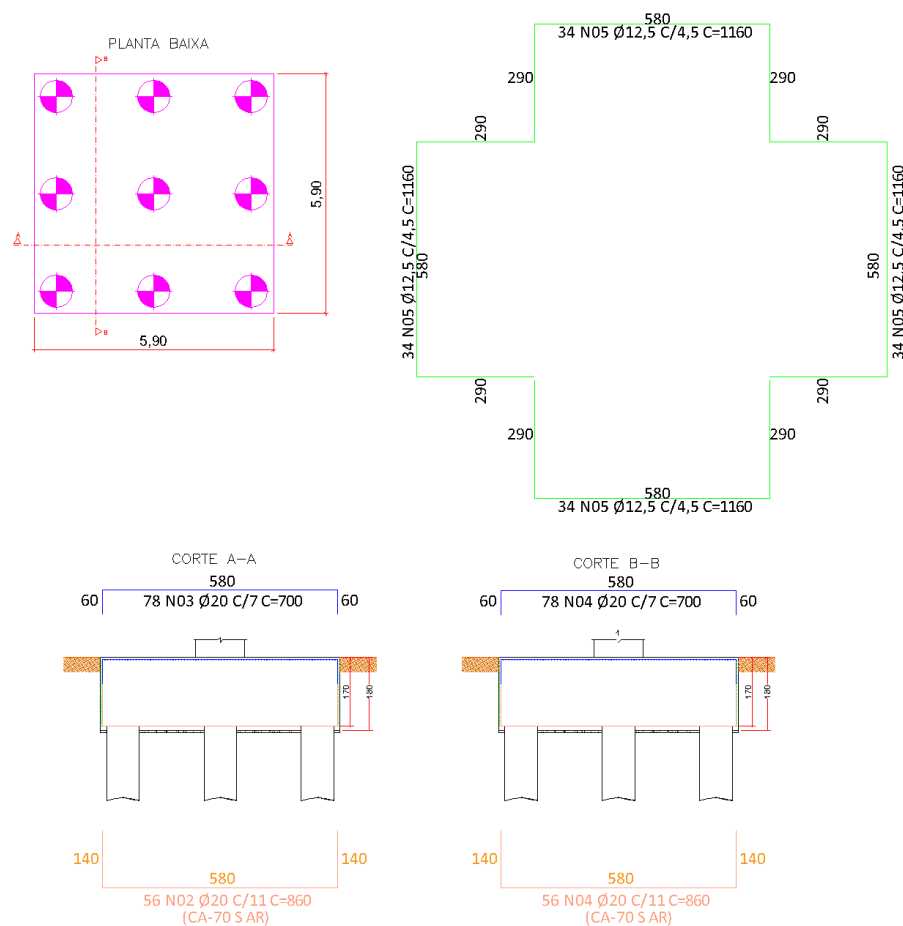


Figura 11: Detalhamento das armaduras dos blocos em CA-70/CA-50 2026)

4.4. Custo da aplicação do aço CA-70

Para a presente análise do custo da aplicação do aço de alta resistência, partiu-se da premissa de avaliar duas soluções (A e B). Na Solução A, referente ao dimensionamento apresentado no Quadro 3, adotou-se exclusivamente o aço CA-50. Em contrapartida, na Solução B, correspondente à hipótese do Quadro 4, considerou-se um detalhamento misto, empregando o aço CA-50 nas armaduras horizontais e secundária superior e o aço CA-70 na armadura principal inferior (tirantes).

A partir dos dados fornecidos pelo Me. Eng. Leandro Mendonça de Lima, integrante da área de Desenvolvimento e Aplicação da ArcelorMittal, para o auxílio neste estudo de caso, em conjunto com o Eng. Cedro Yu, Gerente de Obras da FR Incorporadora, com o estudo realizado na obra FR. MAGNO, para a viabilização do empreendimento, em Goiânia, junto a base dos índices globais das taxas em R\$/kg dos aços CA-50 e CA-70 S/AR da ArcelorMittal [2], apresenta-se os valores dos índices adotados para o estudo no Quadro 5.

Bitolas comerciais	Aço (R\$/kg)	Aço + CD (R\$/kg)	f _{yk} (MPa)
CA50 5,0 mm	R\$ 5,58	R\$ 6,53	500
CA50 6,3 mm	R\$ 5,58	R\$ 6,53	500
CA50 8,0 mm	R\$ 5,58	R\$ 6,53	500
CA50 10,0 mm	R\$ 5,58	R\$ 6,53	500
CA50 12,5 mm	R\$ 5,36	R\$ 6,31	500
CA50 16,0 mm	R\$ 5,36	R\$ 6,31	500
CA50 20,0 mm	R\$ 5,36	R\$ 6,31	500
CA50 25,0 mm	R\$ 5,36	R\$ 6,31	500
CA50 32,0 mm	R\$ 6,00	R\$ 6,95	500
CA70 20,0 mm	R\$ 5,90	R\$ 6,95	700
CA70 25,0 mm	R\$ 5,90	R\$ 6,95	700
CA70 32,0 mm	R\$ 6,61	R\$ 7,66	700

Quadro 5: Índices globais adaptados adotados para os custos de R\$/kg (2026)

4.4.1. Solução A

Conforme ilustrado pelo detalhamento executivo na Figura 10, as armaduras do bloco de fundação foram dimensionadas utilizando exclusivamente o aço CA-50. Para viabilizar a análise do consumo de materiais, o Quadro 6 apresenta a relação detalhada de aço para a Solução A, enquanto o Quadro 7 sintetiza os pesos totais segregados por diâmetro.

Categoria	N	Ø (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Aço
				Unitário	Total	
CA-50	1	20	156	9,00	1.404,0	CA-50
	2	20	156	9,00	1.404,0	CA-50
	3	12,5	136	11,60	1.577,6	CA-50

Quadro 6: Lista de aço, Solução A com CA-50 (2026)

Categoria	Ø	Comprimento	Peso	Peso + 10 %
	(mm)	(cm)	kg	kg
CA-50	12,5	1.577,60	1.519,2	1.671,2
	20	2.808,00	6.924,5	7.617,0

Quadro 7: Quantitativo de aço, Solução A com CA-50 (2026)

Com a Solução A, obteve-se peso final de 1.671,20 kg para bitolas de 12,5 mm e 7.904,70 para bitolas de 20,0 mm em aço CA-50, Assim, adotando os índices globais do Quadro 5, obtêm-se os valores finais em reais para essa solução, apresentados no Quadro 8.

Categoria	Ø	Peso + 10 %	Valor/kg	Custo unitário do Bloco	Custo de 4 Blocos
	(mm)	kg	R\$/kg	R\$	R\$
CA-50	12,5	1671,2	6,31	R\$ 10.547,07	R\$ 42.188,27
	20	7617,0	6,31	R\$ 48.072,72	R\$ 192.290,88

Quadro 8: Custo dos blocos de coroamento, Solução A com CA-50 (2026)

4.4.2. Solução B

Com a adoção do detalhamento misto empregando o aço CA-70 S/AR nos tirantes principais, e o aço CA-50 na armadura horizontal e na armadura secundária superior, conforme ilustra a Figura 11, o Quadro 9 apresenta a lista de aço correspondente à Solução B. Adicionalmente, o Quadro 10 detalha o quantitativo total de material exigido para essa solução.

Categoria	N	Ø (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Aço
				Unitário	Total	
CA-70	1	20	56	8,60	481,6	CA-70 S/AR
	2	20	56	8,60	481,6	CA-70 S/AR
CA-50	3	20	78	7,00	546	CA-50
	4	20	78	7,00	546	CA-50
	5	12,5	136	11,60	1577,6	CA-50

Quadro 9: Lista de aço, Solução B com CA-50/CA-70 S/AR (2026)

Categoria	Ø	Comprimento	Peso	Peso + 10 %
	(mm)	(cm)	kg	kg
CA-50	12,5	1577,6	1519,2	1671,2
	20	1092	2692,9	2962,2
CA-70	20	963,2	2375,3	2612,8

Quadro 10: Quantitativo de aço, Solução B com CA-50/CA-70 S/AR (2026)

Com isso, a adoção do aço CA-70 S/AR [2] nos tirantes principais inferiores dos blocos de coroamento resultou em um consumo de 4.739,50 kg. Por sua vez, a aplicação do aço CA-50 nas armaduras horizontais e superiores totalizou um peso de 864,40 kg. Dessa forma, o Quadro 11 apresenta os valores detalhados referentes à Solução B, caracterizada pelo uso misto das categorias CA-50 e CA-70 S/AR [2].

Categoria	Ø	Peso + 10 %	Valor/kg	Custo unitário do bloco	Custo de 4 Blocos
	(mm)	kg	R\$/kg	R\$	R\$
CA-50	12,5	1671,2	6,31	R\$ 10.547,07	R\$ 42.188,27
	20	2962,2	6,31	R\$ 18.694,95	R\$ 74.779,79
CA-70	20	2612,8	6,95	R\$ 18.146,48	R\$ 72.585,94

Quadro 11: Custo dos blocos de coroamento, Solução B com CA-50/CA-70 S/AR (2026)

4.5. Análise dos resultados obtidos

Com base no detalhamento das soluções e nos dados orçamentários dos Quadros 8 e 11, foi possível quantificar a viabilidade econômica do estudo proposto. Na Solução A, composta integralmente por armaduras em aço CA-50, o custo total para os quatro blocos centrais de fundação totalizou R\$ 234.479,15. Em contrapartida, na Situação B que integra o aço CA-70 S/AR [5] nos tirantes principais e armaduras secundárias superiores, mantendo o CA-50 nas armaduras horizontais, o custo foi reduzido para R\$ 189.533,99. Essa alteração representa uma economia direta de R\$ 44.945,16 (19,16%).

Os parâmetros orçamentários foram adaptados com as porcentagens globais para a cidade de Goiânia-GO (ano base 2025), com o suporte técnico do Me. Eng. Leandro Mendonça de Lima (ArcelorMittal) e do gerente de obras Cedro Yu (FR. Incorporadora).

Além da vantagem financeira, verificou-se uma expressiva desmaterialização da estrutura. A massa total de aço dos quatro blocos recuou de 37.152,40 kg para 28.984,40 kg, resultando em uma economia de material de 8.168,00 kg (21,99%). Especificamente nos tirantes principais inferiores, a redução de peso foi de 13.849,06 kg (Solução A) para 10.451,20 kg (Solução B).

Considerando o volume unitário de 62,66 m³ por bloco (totalizando 250,63 m³ para o conjunto analisado), a taxa de armadura apresentou uma queda significativa: de 148 kg/m³ na Solução A para 115,65 kg/m³ na Solução B. Os dados comparativos estão consolidados no Quadro 12.

04 BLOCOS DE COROAMENTO	Volume de concreto	Tirantes Principais	Aço total	Custo	Taxa de armadura
	(m ³)	(kg)	(kg)	(R\$)	(kg/m ³)
Solução A (CA-50)	250,63	13.849,06	37.152,40	234.479,15	148,23
Solução B (CA-50/CA-70 S/AR)	250,63	10.451,20	28.984,40	189.533,99	115,65
Diferença	0,00%	-24,53%	-21,99%	-19,16%	-21,99%

Quadro 12: Comparativo de volume de concreto e peso de aço para as duas soluções (2026)

5. Conclusão

Este estudo evidenciou que a substituição estratégica do aço CA-50 pelo CA-70 nos tirantes principais de blocos de fundação proporciona vantagens técnicas e econômicas expressivas. Por meio da análise de quantitativos extraídos do detalhamento estrutural e da aplicação de preços praticados em Goiânia-GO, foi possível mensurar com precisão a eficácia da solução proposta.

A estratégia de desmaterialização resultou em uma economia direta de R\$ 44.945,16, viabilizada por uma redução de 21,99% na massa de aço consumida que recuou de 37.152,40 kg para 28.984,40 kg. Para além do benefício financeiro, a redução na taxa de armadura otimiza a produtividade no canteiro de obras. A menor densidade de aço na região dos tirantes principais não apenas torna o elemento estrutural mais leve, como também facilita o adensamento do concreto, reduzindo o risco de falhas executivas.

Nesse contexto, o refinamento dos critérios de cálculo por parte do projetista estrutural mostra-se essencial. Sem uma análise técnica rigorosa, os ganhos obtidos com a alta resistência do CA-70 poderiam ser neutralizados por um aumento indesejado nas

dimensões dos blocos ou nos comprimentos de ancoragem, o que elevaria o custo global da estrutura.

Este estudo de caso configura uma aplicação prática e viável de desmaterialização no cenário da construção civil brasileira, fundamentada em dados reais de projeto e execução. Os resultados reiteram que é possível reduzir o consumo de insumos sem comprometer a segurança estrutural, promovendo benefícios claros em termos de custo e sustentabilidade. Por fim, recomenda-se a expansão desta pesquisa para outras regiões e diferentes tipologias de fundação, visando consolidar uma base de dados robusta que respalde a adoção normativa e técnica do aço CA-70 em larga escala.

6. Referências Bibliográficas

- [1]. ANDRADE, Bruno S. O. Concreto armado. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- [2]. ARCELORMITTAL BRASIL. Vergalhão ArcelorMittal CA70 S. Belo Horizonte, 2025.
- [3]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- [4]. SCRIBD. Aço CA-50A e CA-50B: características e diferenças. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/36986572/Aco-CA-50-e-60>. Acesso em: 12 maio 2026.
- [5]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- [6]. ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural). Recomendações para o uso do aço CA-70 em blocos de fundação. São Paulo: ABECE, 2024.
- [7]. FR INCORPORADORA. FR Magno. Goiânia, 2026.
- [8]. ALTOQI. Dimensionamento de blocos de fundação: modelo de bielas e tirantes. Florianópolis: AltoQi, 2014. Manual técnico.
- [9]. CHAER, Alberto Vilela; OLIVEIRA, Maria das Graças Duarte (org.). Estruturas de Concreto Armado I: Notas de Aula – Cisalhamento. Goiânia: Departamento de Engenharia, Universidade Católica de Goiás, [2003]. p. 1.
- [10] BLÉVOT, J.; FRÉMY, R. Semelles sur pieux. Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, v. 20, n. 230, p. 223-295, 1967.

- [11]. OLIVEIRA, Leticia de Oliveira. Diretrizes para projeto de bloco de concreto armado sobre estacas. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.
- [12]. MUNHOZ, Fabiana de Souza. Análise do comportamento de blocos de concreto armado sobre duas estacas submetidos à ação de força centrada e excêntrica. 2015. 278 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.
- [13]. INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO. IBRACON PR-002: Projeto e execução de blocos de concreto armado sobre estacas. São Paulo: IBRACON, 2021.
- [14]. CUNHA, F. R. L.; DIAS, D. C.; BITTENCOURT, D. M. A. Projeto, Execução e Desempenho de Estruturas e Fundações (Capítulo 2: Dimensionamento de um bloco sobre várias estacas). [Goiânia, GO]: [Editora Ciência Moderna], 2018.