



2025

Análise comparativa do consumo de concreto e aço em fundações de sistemas construtivos – convencional x alvenaria estrutural – a partir de revisão bibliográfica

Rafael Aquiles Soares de Moura; Christiane Areias Trindade ^b

^a Aluno de Graduação em Engenharia Civil, aquiles.rafael@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutora em Engenharia Civil, christiane.trindade@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

A Engenharia Civil se baseia na eficiência, projetando, executando e gerenciando obras de modo a conciliar segurança, funcionalidade e estética com viabilidade econômica, o que torna essencial avaliar o custo do empreendimento e sua distribuição entre as etapas. A escolha do sistema construtivo impacta diretamente as fundações, pois cada sistema gera quantitativos distintos de aço e concreto. Considerando esse cenário, o presente trabalho analisou os métodos construtivos da Estrutura Reticulada de Concreto Armado (Sistema Convencional) e da Alvenaria Estrutural sob a ótica do consumo de materiais estruturais nas fundações. A metodologia adotada baseou-se em revisão bibliográfica e em uma análise comparativa de estudos de caso presentes na literatura, nos quais foram examinados os custos diretos, os quantitativos de concreto e aço e as diferenças executivas entre sapatas isoladas e radiers utilizados em cada sistema. Os resultados indicam que a alvenaria estrutural tende a reduzir significativamente o consumo de concreto e aço nas fundações quando comparada ao sistema convencional, sobretudo pela simplificação da geometria e pela menor complexidade do processo construtivo.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Sistema Convencional, fundação, consumo, concreto, aço.

ABSTRACT

Civil Engineering is grounded in efficiency, seeking to design, execute, and manage structures in a way that aligns safety, functionality, and aesthetics with economic feasibility. In this context, evaluating the cost of construction and its distribution across stages becomes essential, as the choice of construction system directly affects foundation design by generating different quantities of concrete and steel. This study analyzes the Constructed Frame System in Reinforced Concrete (Conventional System) and the Structural Masonry System from the perspective of material consumption in foundations. The methodology was based on a literature review and a comparative analysis of case studies available in the technical literature, assessing direct costs, quantities of concrete and steel, and the constructive differences between isolated footings and raft foundations used in each system. The results indicate that structural masonry tends to significantly reduce the consumption of concrete and steel in foundations when compared to the conventional system, mainly due to its simplified geometry and lower constructive complexity.

Keywords: Structural Masonry, Conventional System, consumption, concrete, steel.

1. INTRODUÇÃO

Desde a concepção, uma edificação tem que ser pensada como o todo, pois todos os elementos estarão interligados e interagem e interferem entre si. Por este motivo, ao escolher o sistema de superestrutura utilizado, também deve-se pensar como será a infraestrutura.

A alvenaria convencional é um sistema construtivo no qual as paredes são executadas somente com a função de vedação. Neste modelo, o suporte da edificação é feito por pilares, vigas e lajes de concreto armado enquanto as alvenarias servem como fechamento e separação de ambientes. É o sistema mais comum no Brasil, e na maioria dos casos são utilizadas fundações que transmitem a carga para o solo de forma isolada.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que as paredes têm função estrutural além da vedação, sendo assim as paredes recebem, suportam e transmitem cargas provenientes de lajes e demais elementos da edificação. É um sistema que vem crescendo no Brasil e que, normalmente, utiliza fundações que recebem e transmitem a carga para o solo de forma distribuída.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre o sistema construtivo convencional e o sistema de alvenaria estrutural, considerando o consumo de concreto e aço nas fundações, a fim de identificar as particularidades e impactos de cada um no contexto da construção civil.

A relevância desse estudo reside na necessidade de compreender como a escolha do sistema construtivo influencia diretamente o orçamento da obra, permitindo prever custos com maior precisão antes do início da execução e auxiliar na definição do método mais adequado às condições técnicas, econômicas e ao tipo de edificação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistemas construtivos

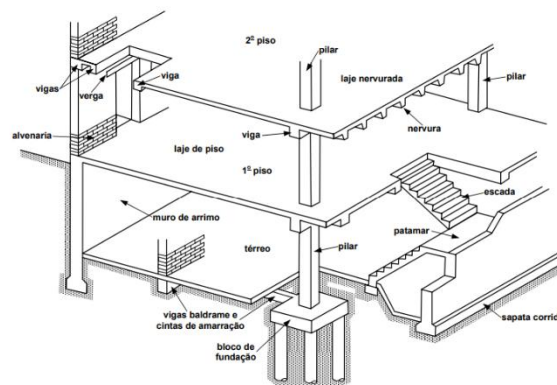
Os sistemas construtivos representam o conjunto de técnicas e processos utilizados na execução de edificações, sendo fundamentais para garantir eficiência, segurança e economia nas obras. A escolha do sistema mais adequado depende de fatores como o tipo de projeto, as condições do solo, os materiais disponíveis e os objetivos de desempenho estrutural e financeiro. Na Engenharia Civil, compreender as diferenças entre os diversos sistemas construtivos é essencial para o planejamento e o controle dos custos, uma vez que cada método influencia diretamente o consumo de materiais, o tempo de execução e o dimensionamento das fundações.

2.1.1. Sistema convencional

O sistema convencional é denominado estrutura reticulada de concreto armado e no Brasil é o sistema construtivo mais utilizado. Esse sistema é caracterizado pela junção de elementos estruturais separados (pilares, vigas e lajes) que em conjunto formam um reticulado que é responsável pelo suporte da edificação, como mostra na figura 1 e que no qual as paredes têm função apenas de vedação e separação de ambientes.

Segundo Pfeil e Pfeil (1975), esse sistema funciona fazendo as transferências das cargas das lajes para as vigas, das vigas para os pilares e dos pilares para as fundações. Segundo CRSI (2025), esse sistema estrutural tem vantagem da flexibilidade arquitetônica permitindo modificações nos layouts e delimitação de ambientes, porém demanda um grande consumo de concreto e aço (concreto armado) em virtude das formas, dos elementos estruturais e elementos de ligação. Quando se trata do ponto de vista construtivo, esse sistema requer fôrmas e escoramentos e tempo de execução elevado, mas com bom desempenho estrutural sendo amplamente utilizado em obras de pequeno a grande porte.

Figura 1 – Sistema Convencional de Superestrutura

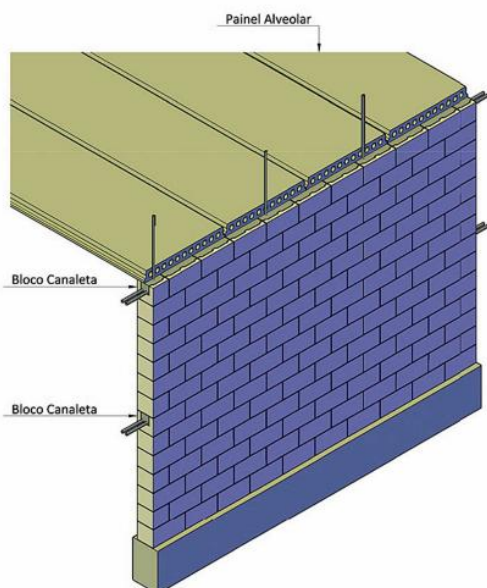


Fonte: Wight e MacGregor (2012)

2.1.2. Alvenaria estrutural

Segundo Nesse e Tauil (2010) o sistema de alvenaria estrutural é um sistema onde as paredes desempenham função tanto estrutural (chamadas de paredes portantes) quando de dividir os ambientes como mostra na figura 2 e suportam diretamente as cargas da edificação as transferindo para as fundações. Os elementos mais comuns são os blocos de concreto, tijolos cerâmicos ou blocos cerâmicos estruturais. Segundo Tauil (2010) a alvenaria estrutural é antes de tudo uma maneira de resolver uma estrutura de edificação, com rápida execução e com custo reduzido. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), do ponto de vista construtivo a alvenaria estrutural exige atenção especial ao espaço, execução e controle de qualidade, qualidade de mão de obra juntamente com o alinhamento das paredes e modulação dos blocos para garantir a segurança da edificação e menores custos. No Brasil a alvenaria estrutural é amplamente utilizada em edificações residenciais por conta das diversas vantagens.

Figura 2 – Alvenaria Estrutural



Fonte: Nese e Tauil (2010)

2.2. Fundações

Segundo Azeredo (1997), as fundações são elementos estruturais responsáveis por transmitir ao terreno as cargas provenientes da superestrutura, garantindo a estabilidade e a segurança da edificação. Sua principal função é distribuir adequadamente as cargas para as camadas mais resistentes do solo, evitando recalques diferenciais e falhas estruturais. Conforme a profundidade em que atuam e a forma de transferência dos esforços, as fundações podem ser classificadas em dois grandes grupos: fundações rasas, também denominadas diretas, e fundações profundas, ou indiretas.

2.2.1. Fundações rasas

Segundo Barros (2011), fundações rasas ou diretas são aquelas que transmitem as cargas da edificação ao solo pela fundação, sendo caracterizadas por sapatas isoladas, sapatas corridas, blocos de fundação e radiers. São executadas quando a camada resistente à carga da edificação, onde a base da fundação, está implantada, não é superior a duas vezes a sua menor dimensão ou está a menos de 3,0 metros de profundidade.

2.2.1.1. Sapata isolada

A sapata isolada é o elemento de fundação dimensionado para receber a carga de um único pilar e transmiti-la ao solo, sendo que o pilar deve ser posicionado preferencialmente no seu centro geométrico. Segundo Rebello (2008), geralmente possui formato de tronco de pirâmide (figura 3) que podem ser interligadas ou não entre si por vigas baldrame, citando também que o dimensionamento mais econômico para as sapatas é buscando dimensões que permitem o uso da mesma armadura em ambas as direções. As sapatas isoladas são amplamente utilizadas e em edificações de pequeno e médio porte.

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2019), a execução de sapatas isoladas deve seguir uma sequência rigorosa de preparação e controle para garantir a segurança e o desempenho estrutural da fundação. A norma estabelece que a escavação deve ser realizada até a cota definida em projeto somente após a confirmação das condições reais do solo, assegurando que o fundo da cava permaneça íntegro, nivelado e livre de afrouxamento. Caso o solo apresente características inadequadas ou possa comprometer o contato direto com o concreto estrutural, a norma recomenda a utilização de um lastro de concreto magro para regularização da base.

A NBR 6122 (ABNT, 2019) também determina que o uso de formas é obrigatório sempre que as paredes da escavação não puderem garantir a estabilidade geométrica da sapata. A montagem das armaduras deve respeitar os cobrimentos mínimos definidos em norma, utilizando espaçadores que garantam o posicionamento correto e a proteção contra agentes agressivos do solo. Durante a concretagem, a norma exige que o lançamento seja contínuo, com adensamento adequado por vibração e evitando a segregação do concreto, além da realização dos ensaios de controle tecnológico.

Após a concretagem, a cura deve ser conduzida conforme normas complementares, e o reaterro somente pode ser realizado quando a sapata atingir resistência suficiente, após a verificação dimensional e a remoção das formas. Dessa forma, a NBR 6122 (ABNT, 2019) assegura que o processo construtivo das sapatas isoladas mantenha a integridade da fundação e garanta desempenho adequado durante a vida útil da edificação.

Figura 3 – Sapata Isolada



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

2.2.1.2. Radier

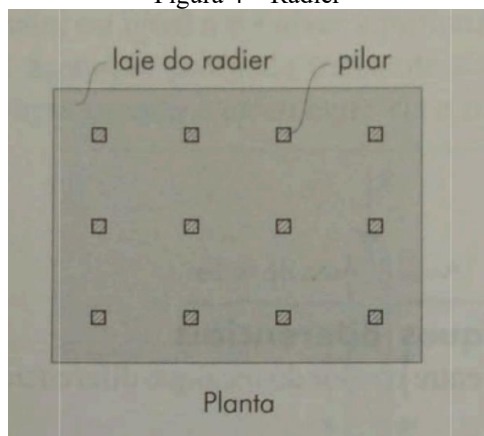
Segundo Rebello (2008), radier é uma placa única de concreto armado que se estender por toda a área da fundação e sobre a qual se apoiam todos os pilares ou paredes estruturais como na figura 4 cujas cargas são transmitidas ao solo ao longo de toda a área desse radier. O radier, deve ter rigidez suficiente para evitar que um apoio recalque mais que o outro evitando o recalque diferencial. Em relação ao seu comportamento estrutural, pode ser analisado como um piso invertidos em que a carga é a reação do solo e os pilares são os apoios. O radier é uma excelente solução para habitações populares que costumam ser projetadas com alvenaria estrutural sendo apoiadas diretamente na fundação.

Segundo Lima, Miranda e Pinheiro (2024), a execução inicia-se pela investigação geotécnica, etapa indispensável para verificar a capacidade de suporte do terreno, o nível do lençol freático e possíveis limitações do solo. A ausência dessa investigação, como destacado pelo autor, pode resultar em recalques diferenciais e falhas estruturais.

Após a sondagem, é realizada a preparação e regularização do terreno, com limpeza, nivelamento e compactação. Em seguida ocorre a escavação, cuja profundidade deve atender ao projeto e às condições geotécnicas locais. Sobre o fundo da cava, o artigo ressalta a aplicação de brita para melhorar a drenagem e, posteriormente, a execução do concreto magro, etapa prevista na NBR 6122 (ABNT, 2019) como forma de regularização e de proteção da armadura contra o contato direto com o solo.

A montagem da armadura do radier deve respeitar os cobrimentos mínimos e demais exigências da NBR 6118 (ABNT, 2023), garantindo resistência aos esforços de flexão e cisalhamento. A concretagem é realizada de forma contínua, com vibração adequada e controle tecnológico, considerando que o radier funciona como peça monolítica. Após o lançamento, aplica-se a cura, etapa essencial para evitar fissuras e perda de resistência, conforme indicado tanto pelo artigo quanto pelas normas estruturais. O processo finaliza com inspeções e ensaios que verificam se o radier foi executado conforme o projeto e as normas técnicas aplicáveis.

Figura 4 – Radier



Fonte: Rebello (2008)

3. METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e comparativa, fundamentada em revisão bibliográfica e análise de dados secundários. O estudo busca compreender a relação entre os sistemas construtivos e o consumo de materiais estruturais, com foco especial nas fundações. O desenvolvimento do trabalho baseia-se em levantamentos teóricos obtidos em livros, artigos científicos e publicações técnicas sobre o comportamento estrutural, os custos e o consumo de concreto e aço nos diferentes sistemas. A partir

dessas referências, realiza-se uma análise comparativa que permite avaliar de forma geral a influência de cada sistema construtivo sobre o dimensionamento e o consumo de materiais nas fundações. Essa abordagem visa fornecer uma visão ampla sobre a eficiência estrutural e econômica dos sistemas construtivos, servindo de base para discussão dos resultados e elaboração das conclusões.

3.1. Revisão bibliográfica

Foi feita uma revisão bibliográfica geral em livros, normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), artigos científicos, publicações em sites especializados da engenharia civil.

As fontes foram coletadas de algumas bases de dados acadêmicos e em sites de pesquisas como Google Acadêmico, Periódicos Capes, Pergamum UFMS, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) utilizando como palavras-chaves: consumo, concreto, aço, sistema convencional, alvenaria estrutural, fundações, gastos em edificações.

3.2. Estudo comparativo

A partir dos trabalhos obtidos, foi feita a descrição dos resultados obtidos por cada autor, observando os seguintes aspectos:

- Fundações;
- Consumo de concreto;
- Consumo de aço;
- Custo de cada elemento;
- Vantagens x custos.

Foram analisadas duas publicações, ambas envolvendo os tipos de fundações sapata isolada e radier. A diferença entre elas está na origem dos dados utilizados. A primeira análise foi desenvolvida com base nas informações apresentadas no trabalho de autoria de Suassuna (2018). O estudo fornece medições reais de consumo de concreto e aço, além dos respectivos custos para cada tipo de fundação.

A segunda análise fundamenta-se em informações extraídas do livro de Ferreira e Santos (2024). A obra apresenta valores detalhados de custos de fundações em diferentes sistemas estruturais. Essa etapa possibilita a ampliação da análise comparativa, relacionando os resultados econômicos e construtivos dos dois sistemas e identificando as implicações técnicas e financeiras do consumo de materiais nas fundações.

Figura 5 - METODOLOGIA



Fonte: Autor

4. RESULTADOS

4.1. Análise Comparativa de Custo para Fundações Radier e Sapatas Isoladas na Formação Barreiras - Região Metropolitana do Recife

O trabalho analisado é de autoria de Suassuna (2018), e teve como objetivo estudar os custos de dois tipos de fundação (radier e sapata isolada), identificar de vantagens e desvantagens de cada sistema, identificar o que é mais relevante nos custos para a escolha correta da fundação e por fim criar uma planilha orçamentária com os fatores condicionante para escolha da fundação com melhor custo-benefício.

O objeto de estudo são casas de alto padrão com dois pavimentos, localizado em um condomínio na região metropolitana de Recife, comparando sapatas isoladas com radier.

A metodologia usada foi comparar passo a passo cada etapa para a construção do radier e das sapatas, e posteriormente fazer um quantitativo de material e valores de acordo com a tabela SINAPI, e, ainda, um comparativo direto dos valores.

Na primeira fase da análise comparativa, Suassuna (2018) concentrou-se na avaliação econômica e construtiva direta entre os sistemas de fundação tipo Radier e Sapatas Isoladas, com base em um estudo que provê dados quantificados de insumos e custos. O levantamento demonstrou que o sistema em radier se apresenta como a solução mais vantajosa do ponto de vista econômico. O custo total para a execução do radier foi calculado em R\$ 42.451,74, enquanto o custo das sapatas isoladas atingiu R\$ 45.911,34, como mostra a figura 5. Essa diferença representa uma economia de 7,5% em favor do radier no custo direto de fundação.

A principal justificativa de Suassuna (2018) para essa redução de custo reside na simplificação das etapas executivas do radier. O sistema em radier elimina a necessidade de escavações profundas, que, no caso das sapatas, corresponderam a R\$ 13.877,34 do custo total, representando expressivos 30,39% dos gastos daquela fundação. Embora o radier exija maior volume de materiais estruturais, essa eliminação de etapas onerosas é o fator chave para a vantagem econômica no contexto geral.

Em termos de consumo de materiais, Suassuna (2018) verificou que o radier utiliza aproximadamente três vezes mais concreto usinado (29,67 m³) em comparação com as sapatas (9,84 m³). Essa diferença no volume de concreto é inerente à natureza do sistema, pois o radier é uma placa contínua que distribui as cargas sobre toda a área. Por outro lado, o consumo de armação de aço é consideravelmente menor no radier (4.587,21 kg) do que nas sapatas (6.562,81 kg).

Suassuna (2018) ressalta ainda que, do ponto de vista econômico, o radier se saiu melhor mesmo com um consumo maior de concreto (três vezes maior), um material que, juntamente com o aço, é reconhecido por ser o insumo de maior impacto na fase estrutural da obra. A alta representatividade do concreto no radier é confirmada pelo seu custo, que corresponde a 82,78% do valor total da fundação. Já nas sapatas, embora o consumo de concreto e aço seja menor, os custos se concentram na escavação (30,39%) e nas formas (20,16%). Tais resultados confirmam que o radier é economicamente vantajoso, como mostra na figura 6, ao simplificar e reduzir drasticamente as etapas manuais e de movimentação de terra, sendo uma alternativa eficiente para habitações populares e edificações de pequeno e médio porte.

Figure 6 – Tabela Comparativa de Valores

TABELA COMPARATIVA DE CUSTOS		
Fator	Radier (R\$)	Sapatas (R\$)
Lastro	1.538,64	651,44
Concreto Usinado	10.439,26	6.905,41
Fôrmas	573,37	9.265,23
Armação	29.900,47	8.649,11
Escavação	0,00	13.877,34
Reaterro	0,00	6.562,81
Total	42.451,74	45.911,34

Fonte: Suassuna, 2018.

4.2. Adaptação de um Projeto em Alvenaria Estrutural para Concreto Armado: Análise de Viabilidade e Orçamentação da Fundação

O trabalho de Ferreira e Santos (2024) consiste em um estudo de caso no qual um projeto originalmente concebido em alvenaria estrutural, apoiado sobre fundação em radier, foi readequado para um sistema convencional de estrutura reticulada em concreto armado, utilizando sapatas isoladas interligadas por vigas baldrame. Essa adaptação permitiu uma comparação direta entre os custos das soluções de fundação, evidenciando os impactos financeiros e executivos decorrentes da alteração do sistema estrutural.

Os autores enfatizam que a mudança para o modelo convencional resultou em maior complexidade de execução, uma vez que o projeto adaptado demandou o dimensionamento de 13 sapatas com dimensões distintas e 15 vigas baldrame, aumentando significativamente o

número de elementos estruturais, etapas construtivas e consumo de materiais.

A análise dos orçamentos revelou uma diferença expressiva entre as duas soluções: enquanto o radier apresentou custo total de R\$ 7.760,63, o sistema composto por sapatas isoladas e vigas baldrame atingiu R\$ 19.528,94, representando um acréscimo superior a 150% no valor final. Dessa forma, Ferreira e Santos (2024) afirmam que o radier mostrou-se a alternativa de maior viabilidade econômica para essa edificação, gerando uma economia substancial no custo de fundação.

Ferreira e Santos (2024) citaram que a disparidade nos custos está majoritariamente concentrada nos itens que exigem maior esforço de mão de obra e complexidade de execução, principalmente as formas e a armação de aço. O custo de montagem e desmontagem das formas, por exemplo, foi o principal fator oneroso do sistema convencional. Enquanto o radier demandou R\$ 2.494,66 para este item, o custo combinado das formas para as sapatas (R\$ 6.154,59) e vigas baldrame (R\$ 3.429,75) somou R\$ 9.584,34. Este aumento de mais de 3,8 vezes no custo das formas reflete a natureza mais segmentada e a maior quantidade de elementos estruturais a serem moldados no sistema convencional.

Segundo Ferreira e Santos (2024), em relação aos materiais estruturais, o custo da armação de aço também foi muito superior no sistema adaptado. O radier exigiu R\$ 988,71 em aço, ao passo que as sapatas e vigas demandaram um total de R\$ 2.867,31. Quanto à concretagem, o custo total para o radier foi de R\$ 3.769,65, sendo menor do que o custo total da concretagem das sapatas e vigas baldrame, que somou R\$ 5.608,66.

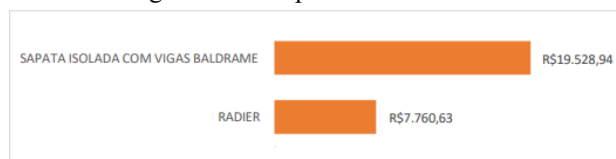
A análise de Ferreira e Santos (2024) confirma que, mesmo em uma situação em que a área das sapatas era inferior à metade da área total de construção (condição que, por vezes, sugere a viabilidade das sapatas), o radier demonstrou vantagens econômicas superiores. O fator determinante para essa economia foi a simplificação construtiva e a drástica redução nos custos de formas. Como mostrado na figura 7, o valor de formas e armação de aço, elementos possuem alta representatividade no orçamento de estruturas segmentadas e para os elementos do radier. Tais resultados (figura 8) reforçam a eficiência e o impacto financeiro positivo da escolha do radier como fundação preferencial para este tipo de projeto.

Figura 7 – Custos do sistema com sapatas isoladas, vigas baldrame e radier

ITEM	CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	QTD T.	\$ UNL	\$ TOTAL
1		Radier (material)				R\$ 7.760,63
1.1	96624	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE 10 CM	m³	3,80	R\$ 110,94	R\$ 422,02
1.2	97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES	m²	38,04	R\$ 65,58	R\$ 2.494,66
1.3	97087	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM LONA PLÁSTICA	m²	38,04	R\$ 2,25	R\$ 85,59
1.4	Fornec.	FIBRA DE AÇO FIBRAMIX MTC-40	KG	150,26	R\$ 6,58	R\$ 988,71
1.5	97096	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA L M3 LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	7,51	R\$ 501,75	R\$ 3.769,65
2		Sapata (material)				R\$ 14.142,65
2.1	96619	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 5 CM	m²	16,15	R\$ 20,43	R\$ 329,94
2.2	96529	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, #25 MM, 1 UTILIZAÇÃO	m²	24,76	R\$ 248,57	R\$ 6.154,59
2.3	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM	Kg	20,54	R\$ 10,55	R\$ 216,70
2.4	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM	Kg	230,72	R\$ 9,07	R\$ 2.092,63
2.5	96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	8,93	R\$ 546,98	R\$ 4.884,53
2.6	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS	m²	24,76	R\$ 18,75	R\$ 464,25
2.1		Viga Baldrame (material)				R\$ 5.386,30
2.1.1	96530	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO	m²	24,34	R\$ 140,91	R\$ 3.429,75
2.1.2	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM	Kg	22,00	R\$ 11,64	R\$ 256,08
2.1.3	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	Kg	16,00	R\$ 11,69	R\$ 187,04
2.1.4	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM	Kg	29,00	R\$ 11,48	R\$ 332,92
2.1.5	96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAME, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	1,33	R\$ 544,46	R\$ 724,13
2.1.6	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS	m²	24,34	R\$ 18,75	R\$ 456,38
TOTAL DA FUNDAÇÃO DE SAPATA COM VIGA BALDRAME						R\$ 19.528,94

Fonte: Ferreira e Santos, 2024

Figura 8 – Comparativo de Valores



Fonte: Ferreira e Santos, 2024.

4.3. Análise Comparativa

O quadro 1 apresenta uma comparação direta e econômica entre dois importantes sistemas construtivos: o sistema convencional (estrutura reticulada) e o sistema de alvenaria estrutural. A diferença crucial reside na forma como a carga da superestrutura é distribuída para a fundação. No sistema convencional, a carga é pontual, concentrada em elementos isolados (pilares, vigas e lajes), o que exige o uso de fundações pontuais, sendo a sapata isolada a mais usual, projetada para transmitir essa carga de forma isolada para o solo. Em contraste, o sistema de alvenaria estrutural utiliza paredes portantes, resultando em uma distribuição de carga linear ou distribuída, tornando a sapata corrida ou o radier as fundações mais indicadas, pois são capazes de transmitir a carga de forma abrangente e contínua.

A análise de custos revela uma tendência econômica favorável ao sistema de alvenaria estrutural com radier. Embora os exemplos de custo total da fundação variem nas duas análises (Análise 1: R\$ 45.911,34 para o Convencional vs. R\$ 42.451,74 para a Alvenaria Estrutural; Análise 2: R\$ 19.528,94 vs. R\$ 7.760,63, respectivamente, em ambos os casos, o custo total da fundação para o sistema em radier foi significativamente mais baixo. Essa diferença

de custo é amplamente explicada pela complexidade da execução. O custo de mão de obra/formas é considerado alto no sistema convencional devido à grande segmentação dos elementos (pilares, vigas, sapatas), que demanda um volume elevado de formas de madeira e mão de obra especializada para montagem e desmontagem. Por outro lado, o custo é baixo no sistema com radier, em função da simplificação construtiva proporcionada pela placa única.

A comparação do consumo de materiais estruturais demonstra um custo econômico que favorece o radier. O consumo de concreto é notavelmente maior em volume total no sistema de alvenaria estrutural (29,67 m³ na Análise 1) do que no convencional (9,84 m³ na análise 1). No entanto, o custo total do radier é menor porque o gasto que é maior em volume de concreto é compensado pela eliminação de custos que tem o sistema convencional, como as grandes escavações e a confecção complexa de formas. Por fim, o Consumo de Aço acompanha a tendência de simplificação da geometria: é maior em peso no sistema convencional (6.562,81 kg na Análise 1), que exige armaduras complexas em múltiplos elementos pontuais, e menor em peso no sistema de alvenaria estrutural com radier (4.587,21 kg na Análise 1).

Em resumo, a escolha do sistema construtivo influencia diretamente a fundação e, por consequência, a economia da obra. O sistema de alvenaria estrutural, ao distribuir a carga e viabilizar o uso do radier, resulta em uma fundação que, apesar de consumir mais concreto, otimiza o uso de aço e, principalmente, reduz os custos de mão de obra e materiais auxiliares (formas), tornando-o a alternativa mais econômica nas situações analisadas.

Quadro 1 – Comparativo Geral

Característica	Sistema Convencional (Estrutura Reticulada)	Sistema de Alvenaria Estrutural	Percentual
Fundação Mais Usual	Sapatas Isoladas	Sapata Corrida ou Radier	-
Distribuição de Carga	Pontual	Linear ou Distribuída	-
Análise 1 Concreto	R\$ 6.905,41	R\$ 10.439,26	66,15%
Análise 1 Aço	R\$ 9.265,23	R\$ 29.900,47	30,99%
Análise 1 Custo Total	R\$ 45.911,34	R\$ 42.451,74	108,15%
Análise 2 Concreto	R\$ 4.884,53	R\$ 3.769,65	129,58%
Análise 2 Aço	R\$ 2.092,63	R\$ 988,71	211,65%
Análise 2 Custo Total	R\$ 19.528,94	R\$ 7.760,63	251,64%

Fonte: Autor

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho dedicou-se à análise comparativa do consumo de materiais estruturais, especificamente concreto e aço, e dos custos diretos entre as fundações do tipo Radier e Sapatas Isoladas, sob a perspectiva da viabilidade econômica em diferentes modelos de projeto. Os resultados obtidos nas análises convergem para conclusões que são fundamentais para o planejamento e orçamentação na Engenharia Civil.

O primeiro ponto a ser estabelecido é que a escolha da fundação é essencialmente determinada pela superestrutura. O sistema convencional de estrutura reticulada concentra as cargas em pontos isolados, através de pilares, o que demanda fundações pontuais, como as sapatas isoladas. Em contrapartida, o Sistema de Alvenaria Estrutural distribui as cargas de maneira uniforme e contínua pelas paredes, viabilizando o uso de fundações mais abrangentes e rasas, como o radier. Essa diferença na transmissão de carga é o fator primordial que influencia a composição de custos.

Em relação ao consumo de materiais, os dados demonstraram um paradoxo econômico: o radier exige um volume de concreto significativamente superior — podendo ser várias vezes maior em proporção, dependendo do projeto. No entanto, o custo total do Radier revela-se substancialmente mais baixo no orçamento geral da fundação. Esta economia é alcançada porque o aumento no consumo de material é compensado pela drástica redução nos custos de execução. O radier elimina a necessidade de escavações profundas, que representam uma parcela significativa do custo total das sapatas. Além disso, a execução de uma placa monolítica elimina a complexidade e a mão de obra intensiva exigida pelas sapatas isoladas, reduzindo drasticamente os gastos com formas e armação de aço por peso.

Reforçando essa conclusão, a análise da adaptação de um mesmo projeto arquitetônico com diferentes sistemas estruturais foi conclusiva: a edificação projetada com alvenaria estrutural e fundação em radier é significativamente menos custosa na fase de fundação do que o mesmo projeto adaptado para uma superestrutura reticulada com sapatas isoladas e vigas baldrame. A simplificação da geometria e do processo executivo inerente ao radier resulta em uma economia que supera o custo adicional do maior volume de concreto.

Portanto, o estudo valida que nos casos analisado em específico o radier, quando aplicável às condições geotécnicas do terreno e combinado com o sistema de alvenaria estrutural, como uma solução técnica e economicamente superior para edificações de pequeno e médio porte. A verdadeira viabilidade econômica reside na simplificação construtiva e na consequente redução da mão de obra e dos materiais auxiliares, fatores que exercem

maior influência no custo final da fundação do que o volume total de concreto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de Estrutura de Concreto**. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2022.
- AZEREDO, H. A. **O Edifício Até Sua Cobertura**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- BARROS, C. **Apostilas de Fundações - Técnicas Construtivas Edificações**. IF Rio Grande do Sul, 2011
- CONCRETE REINFORCING STEEL INSTITUTE. Economy of construction. [S.l.: s.n.], [s.d.]. **Schaumburg, 2025**. Disponível em: https://www.crsi.org/reinforced-concrete-benefits/economy-of-construction/?utm_source. Acesso em 12/11/2025
- DE CAMPOS, J. C. **Elementos de fundações em concreto**. Oficina de Textos, 2015.
- FERREIRA, M. K.; SANTOS, L. C. D. **Adaptação de um Projeto em Alvenaria Estrutural para Concreto Armado: Análise de Viabilidade e Orçamentação da Fundação**. Editora Uniesmero, Minas Gerais, 2024.
- HACHICH, W. et al. **Fundações - Teoria e Prática**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1998.
- LIMA, E. S.; MIRANDA, W. P.; PINHEIRO, E. C. N. M. **O USO DO RADIER COMO SOLUÇÃO CONSTRUTIVA DE FUNDAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA TORRE TELEFÔNICA NA CIDADE DE MANAUS-AM: ESTUDO DE CASO**. REVISTA FOCO, 2014.
- NESE, F. J. M.; TAUIL, C. A. **Alvenaria Estrutural**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2010.
- PFEIL, W.; PFEIL, M. **Concreto armado: dimensionamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1975.
- REBELLO, Y. C. P. **Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento**. 4ª ed. São Paulo: Ziguarte Editora, 2008.
- SUASSUNA, G. C. **Análise Comparativa de Custos para Fundações Radier e Sapatas Isoladas na Formação Barreiras – Região Metropolitana do Recife**. UFPE, Recife 2018.
- TAUIL, C. A. **Alvenaria Estrutural em Edificações**. Revista Engenharia de Tráfego. 2015.
- VARGAS, R. J. S. **Dimensionamento e Detalhamento de Elementos de Fundação em Concreto Armado**. Florianópolis 2020.

VELLOSO, D. A; LOPES, F. R. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas.** 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

WIGHT, J. K; MACGREGOR, J. G. **Reinforced Concrete Mechanics & Design.** 6ª ed New Jersey: Pearson Education. 2012.