



Ministério da Educação
Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

JÚLIA ÉLEN OLIVEIRA DE ANDRADE

LORENA DE JESUS SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A MUDANÇA DE FUNDAÇÕES NOS
MÉTODOS CONSTRUTIVOS *STEEL FRAME* E CONVENCIONAL**

SALVADOR - BA

2025

JÚLIA ÉLEN OLIVEIRA DE ANDRADE

LORENA DE JESUS SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A MUDANÇA DE FUNDAÇÕES NOS
MÉTODOS CONSTRUTIVOS *STEEL FRAME* E CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia– Campus Salvador, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Edificações.

Orientador: Adriano Silva Fortes, D.Sc.

**SALVADOR - BA
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

A553a Andrade, Júlia Élen Oliveira de

Análise comparativa entre a mudança de fundações nos métodos construtivos steel frame e convencional / Júlia Élen Oliveira de Andrade; Lorena de Jesus Souza; orientador Adriano Silva Fortes -- Salvador, 2025.

36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) -- Instituto Federal da Bahia, 2025.

1. Light Steel Frame. 2. Método convencional. 3. Mudança de fundações. 4. Análise comparativa. 5. Construção civil. I. Souza, Lorena de Jesus, colab. II. Fortes, Adriano Silva, orient. III. TÍTULO.

CDU 624-15

JÚLIA ÉLEN OLIVEIRA DE ANDRADE

LORENA DE JESUS SOUZA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A MUDANÇA DE FUNDAÇÕES NOS
MÉTODOS CONSTRUTIVOS *STEEL FRAME* E CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Edificações.

Orientador(a): Adriano Silva Fortes

APROVADO EM: 06/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Adriano Silva Fortes, D.Sc. – Orientador
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Doutor em Engenharia Civil - UFSC/Universidade do Minho - PT

Juliane Santos Souza, M.Sc.
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental - UEFS

Elvio Antonino Guimarães, D.Sc.
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Doutor em Materiais - UFRN

RESUMO

O presente trabalho visa realizar uma análise comparativa entre a mudança de fundações entre os métodos construtivos *Light Steel Frame* e Convencional. A pesquisa buscou avaliar as diferenças e semelhanças entre os dois métodos em relação à mudança de fundações, considerando fatores como custo, tempo de execução, segurança e sustentabilidade.

A análise foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso de um obra que foi estudada com os dois métodos construtivos. Os resultados mostraram que o método *Light Steel Frame* apresenta vantagens em relação ao método convencional, como redução do tempo de execução e do custo, além de maior flexibilidade e adaptação às condições do terreno.

No entanto, o método convencional ainda é amplamente utilizado devido à sua familiaridade e ao baixo custo inicial. A pesquisa também destacou a importância da escolha do método construtivo adequado para cada projeto, considerando as condições específicas do terreno e as necessidades do cliente.

Palavras-chaves: *Light Steel Frame*, método convencional, mudança de fundações, análise comparativa, construção civil.

ABSTRACT

The present work aims to carry out a comparative analysis between changing foundations in Light Steel Frame and Conventional construction methods. The research sought to evaluate the differences and similarities between the two methods in relation to changing foundations, considering factors such as cost, execution time, safety and sustainability.

The analysis was carried out through a literature review and a case study of a project that was proven with both construction methods. The results showed that the Light Steel Frame method has advantages over the conventional method, such as reduced execution time and cost, as well as greater flexibility and adaptation to terrain conditions.

However, the conventional method is still widely used due to its familiarity and low initial cost. The research also highlighted the importance of choosing the appropriate construction method for each project, considering the specific terrain conditions and the client's needs.

Keywords: Light Steel Frame, conventional method, foundation change, comparative analysis, civil construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Radier.....	12
Ilustração 2 – Localização da obra	14
Ilustração 3 – Levantamento planialtimétrico do terreno	16
Ilustração 4 – Fachada da Obra	18
Ilustração 5 – Desenho esquemático dos componentes do <i>Light Steel Frame</i>	19
Ilustração 6 – Cobertura do <i>Light Steel Frame</i>	20
Ilustração 7 – Cobertura do <i>Light Steel Frame</i>	20
ilustração 8 – Terreno da obra	26
Ilustração 9 – Execução do radier na obra.....	27
Ilustração 10 – Estaca raiz	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferença da distribuição de cargas na estrutura:	21
Quadro 2 – Diferenças gerais dos impactos dos diferentes métodos:.....	25
Quadro 3–Principais diferenças no prazo e custo da obra dos diferentes métodos:..	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LSF - *Light Steel Frame*

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

OSB - Oriented Strand Board

IBRACON - Instituto Brasileiro de Concreto

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT / RESUMEN / RESUMÉ	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 DEFINIÇÕES	12
2.1 <i>Fundações rasas ou superficiais</i>	12
2.1.1 <i>Radier</i>	12
2.2 <i>Fundações Profundas</i>	13
2.2.1 <i>Estacas</i>	13
3. ESTUDO DE CASO	14
3.1 <i>Descrição da Edificação</i>	14
3.2 <i>Método construtivo convencional – estrutura de concreto e alvenarias de bloco.</i>	15
3.3 <i>Método construtivo em steel frame</i>	17
3.4 <i>Impacto dos dois métodos construtivos no projeto de fundação.</i>	21
3.5 <i>Impacto dos métodos construtivos na viabilidade da obra.</i>	22
3.5.1 <i>Impactos do método construtivo em obras de alvenaria e concreto na viabilidade da obra</i>	22
3.5.2 <i>Impactos do método construtivo steel frame na viabilidade da obra</i>	24
3.6 <i>Escolha da fundação</i>	26
3.6.1 <i>Fundação do método construtivo steel frame</i>	27
3.6.2 <i>Fundação do método construtivo convencional</i>	28
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO	29
4.1 <i>Análise geotécnica e escolha das fundações</i>	29
4.2 <i>Comparação entre as possíveis fundações e impacto no custo da obra.</i>	30
4.3 <i>Implicações do método construtivo no prazo e custo da obra.</i>	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Em meio ao contexto de que a construção civil está sempre em busca de soluções que proporcionam maior eficiência, sustentabilidade e economia, o sistema construtivo de *steel frame* tem se destacado devido à sua leveza, rapidez na montagem e excelente desempenho estrutural.

Entretanto, a escolha da fundação apropriada para edificações em *steel frame* é um aspecto crucial que influencia diretamente a segurança, durabilidade e viabilidade econômica do projeto. Enquanto a fundação de estaca é conhecida por sua simplicidade e eficácia em solos de boa capacidade de suporte, o radier se caracteriza por uma laje de concreto que distribui as cargas de maneira uniforme, apresentando vantagens em termos de rapidez de execução e desempenho em solos de menor capacidade de suporte.

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo comparativo entre os métodos construtivos em concreto armado com alvenarias de vedação e *steel frame*. A viabilidade da utilização do *steel frame* se dá devido a modificação da fundação composta por blocos de coroamento e estacas, no caso do prédio convencional, para a utilização de radier, no caso do *steel frame*. Essas fundações também são comparadas no presente trabalho, demonstrando a viabilidade de utilização do método em questão.

O método de pesquisa utilizado para a construção do estudo comparativo entre estaca e radier no *steel frame*, é o método de pesquisa exploratória. Sendo contemplado a partir das coletas de dados extraídos de artigos, NBRs e entrevistas. Este estudo auxilia na obtenção de dados descritivos e qualitativos sobre estaca e radier, e qual melhor se aplica no *steel frame*.

2. DEFINIÇÕES DE ACORDO COM A ABNT 6122

2.1 FUNDAÇÃO SUPERFICIAL (RASA)

Elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

2.1.1 Radier

Radier é uma laje apoiada sobre o solo capaz de transmitir as cargas da superestrutura para o solo. Por ter, geralmente, grande área, as tensões transmitidas para o solo são normalmente pequenas, oferecendo uma boa estabilidade e segurança à estrutura.

Seus benefícios vão desde economia de tempo, menor custo, distribuição uniforme de cargas até melhor desempenho em solos expansivos, além da facilidade de execução. A Figura 1 ilustra uma fundação em radier.

Figura 1: Radier



Fonte: Blog do Light Steel Frame, 2016

2.2 FUNDAÇÃO PROFUNDA

Elemento de fundação que transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior a 8 vezes a sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões.

2.2.1 Estaca

“Elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja trabalho manual em profundidade. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado in loco, argamassa, calda de cimento ou qualquer combinação dos anteriores”.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Foram feitas análises na obra de edificação residencial multifamiliar, localizada na Rua Ibitiara - Praia do Flamengo nº 794 - Salvador/BA (Figura 2), em um terreno com uma área com cerca de 1.491,06m², tendo como responsável técnica do projeto a arquiteta Taís Albuquerque de Souza do Nascimento (CAU/BA A 88462-6), sob orientação do engenheiro Ricardo Oliveira e projeto estrutural elaborado pela FORTESAS Consultoria e Projetos Ltda. A edificação foi construída por meio do método de steel frame sobre uma laje em concreto armado do primeiro pavimento, teto do play, apoiado em uma fundação em radier. Portanto, o edifício foi concebido com um pavimento térreo e o primeiro andar em concreto armado e mais três pavimentos em *steel frame*. As escadas e poço de dois elevadores, além da laje de apoio do reservatório superior também foram construídos em concreto armado. Em cada pavimento foram projetados sete apartamentos, com dois quartos sendo que um deles possui uma suíte, sala, varanda, banheiro e cozinha.

Figura 2: Localização da obra



Fonte: Google Maps, 2024

3.2 MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL - ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIAS DE BLOCO PARA VEDAÇÃO

O método construtivo convencional é baseado na utilização de lajes apoiadas em vigas que se apoiam em pilares, que transmitem as cargas nas fundações. Nesse método as alvenarias servem, apenas, como vedação dos ambientes, não tendo qualquer competência estrutural.

Por ser um método amplamente utilizado na indústria da construção civil devido às suas características bem estabelecidas, é essencial considerar tanto as vantagens quanto às desvantagens do método para avaliar sua adequação a projetos específicos.

Dentre suas vantagens, podemos citar sua tecnologia conhecida, utilizando técnicas e materiais conhecidos, facilitando a execução e reduzindo os riscos; a mão de obra disponível pela extrema familiaridade com o método; os materiais acessíveis; o baixo risco tecnológico, reduzindo assim a dependência de tecnologias inovadoras e arriscadas; além do baixo custo inicial comparado a métodos inovadores.

Entretanto, ele apresenta numerosas desvantagens, a título de exemplo a construção convencional pode ser lenta, principalmente para grandes projetos; deve-se citar também que a qualidade da construção depende diretamente da qualidade da mão de obra, além de que ele apresenta altos riscos de acidentes durante a construção e embora o custo inicial seja baixo, os custos de manutenção podem ser demasiadamente altos.

Em suma, uma das principais diferenças deste método para os demais são suas etapas construtivas que utilizam materiais amplamente difundidos, como concreto, aço, argamassa, blocos (cerâmicos ou de concreto) e madeira. Suas principais etapas são, respectivamente:

a) Planejamento e projeto

Consiste na análise do terreno (estudo topográfico e de sondagem) como mostrado na Figura 3 ; projetos técnicos (projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidráulicos e complementares) ; orçamento e cronograma.

g) Instalações prediais

Instalações elétricas (passagem de fiação, instalação do quadro de distribuição e etc), hidráulicas (instalações de tubos de água, esgoto e gás) e de sistemas complementares (rede de TV a cabo, internet e outros sistemas).

h) Revestimento

Revestimento interno com a aplicação de emboço e reboco ou massa única, aplicação de selador, massa corrida e aplicação de tinta de acabamento. Também pode ser utilizado cerâmicas, porcelanatos, pedras etc. O revestimento externo também deve ser previsto como elemento de proteção contra intempéries.

i) Pisos e acabamentos

Pavimentação interna com pisos cerâmicos, porcelanato, laminados etc., acabamentos com rodapés, guarnições, armários embutidos, colocação de bancadas, de louças, ferragens e demais detalhes arquitetônicos.

3.3 MÉTODO CONSTRUTIVO EM *STEEL FRAME*

Segundo Klein e Marozeni (apud SANTIAGO, 2012) o sistema *Light Steel Frame (LSF)* é formado por uma estrutura constituída de perfis de aço leve galvanizados formados a frio, protegidos contra corrosão por uma camada fina de zinco, assegurando então uma longa vida útil e resistência às intempéries. Esses perfis são usados para a formação de quadros estruturais e não estruturais, vigas de piso, lajes, vigas secundárias, tesouras de telhados e demais componentes da edificação, sem esquecer de suas aplicações em residências (Figura 4), escritórios e hospitais, dispensando o concreto em quase toda a estrutura, com exceção somente da fundação.

Figura 4: fachada da obra



Fonte: Autoria própria, 2024

O sistema *Steel Frame* foi inicialmente utilizado nos Estados Unidos no século XIX e desde então se tornou uma opção predominante em países desenvolvidos ao redor do mundo, especialmente em regiões com grandes variações de temperatura. Assim como a alvenaria estrutural, a tecnologia *Steel Frame* também possui um ótimo isolamento acústico e térmico. A técnica em questão possui muitos benefícios para quem a escolhe, pois economiza tempo e dinheiro, além de ser um material com baixa emissão de resíduos, sendo assim considerada no ramo da construção civil, como uma alternativa crucial de construção sustentável.

Possui logística facilitada devido ao seu peso ser menor do que a carga do sistema convencional, cerca de 35 kg/m^2 , além de não precisar de muitas manutenções; sendo uma estrutura tratada contra corrosão e imune a ataques de animais xilófagos (broca, cupins etc), além de evitarem a proliferação de fungos. Além disso, a utilização do *steel frame* evita a propagação de chamas durante um incêndio.

Entretanto, não se deve esquecer que, por ser uma técnica precisa, necessita-se de mão de obra qualificada e capacitada para o bom andamento da obra. Ademais, suas etapas construtivas diferenciam-se das demais, justamente por se tratar de uma obra mais precisa, sendo elas, respectivamente:

a) Planejamento e projeto

Consiste na análise topográfica do terreno e sondagem; projetos técnicos detalhados (arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico) ; orçamento e cronograma.

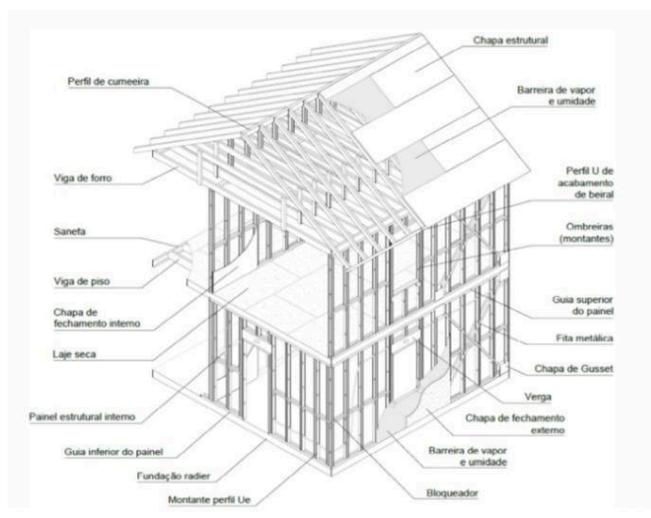
b) Preparação do terreno e fundação

Limpeza de vegetação e ajuste do terreno; escolha da fundação - geralmente utiliza-se radier, sapatas corridas ou vigas baldrame por ser mais leve, logo, exigindo fundações menos robustas - e instalação de placas de ancoragem para fixar a estrutura.

c) Montagem da estrutura de aço

Corte e montagem dos perfis de aço galvanizado (Figura 5); fixação de vigas e pilares no sistema modular

Figura 5: desenho esquemático dos componentes do sistema *light steel frame*



Fonte: ABNT 16970, 2022

d) Revestimento interno e externo

Fechamento externo através da instalação de placas cimentícias ou OSB (Oriented Strand Board) e aplicação de membranas impermeabilizantes e barreira contra umidade e vento; além do uso de chapas drywall ou placas de gesso acartonado nas paredes internas

e) Cobertura

Fixação dos perfis metálicos na parte superior para suporte do telhado (Figura 6 e 7); instalação de telhas metálicas, cerâmicas ou de fibrocimento a depender do projeto; adição de materiais isolantes como lã de rocha ou de vidro.

Figura 6 e 7: cobertura steel frame



Fonte: Blog do Light Steel Frame, 2016

f) Instalações prediais

Elétrica e hidráulica, onde as tubulações e fiações são passadas por dentro dos perfis de aço e sistemas complementares como ar-condicionado, telefonia e internet.

g) Acabamentos

Aplicação de texturas, pinturas ou cerâmicas na área externa. Pintura das paredes internas ou aplicação de cerâmicas, colocação de pisos, bancadas, ferragens etc. Instalação de portas, janelas e rodapés.

3.4 IMPACTOS DOS DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS NO PROJETO DE FUNDAÇÃO

Os aspectos particulares que diferenciam o *LSF* dos sistemas construtivos convencionais é a sua composição por elementos ou subsistemas (estruturais, de isolamento, de acabamentos interiores e exteriores, de instalações etc.) funcionando em conjunto, apresentando em relação à construção convencional, além das vantagens já destacadas, material mais resistente à corrosão devido ao tratamento do material, maior precisão na montagem de paredes e pisos, material 100% reciclável e incombustível e qualidade do aço garantida pelas grandes siderúrgicas nacionais (Ribeiro & Carvalho, 2018).

Para melhor visualização das diferenças entre os dois métodos construtivos no projeto de fundação, apresenta-se o Quadro 1.

Quadro 1: diferença da distribuição de cargas na estrutura

ALVENARIA CONVENCIONAL	<i>STEEL FRAME</i>
Fundação: a distribuição das cargas é feita de forma pontual.	Fundação: distribuição de cargas é feita de forma linear e/ou uniformemente distribuída.

Fonte: Autoria própria, 2024

3.5 IMPACTOS DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS NA VIABILIDADE DA OBRA

3.5.1 Impactos do método construtivo em obras de alvenaria e concreto na viabilidade da obra

O método construtivo em concreto armado com alvenaria pode impactar a viabilidade da obra de várias maneiras, com relação direta com o custo final do empreendimento, devido:

- Desperdício de materiais;
- Elevada utilização de mão de obra;
- Tempo necessário para execução da obra, considerando que é um processo demorado, sofrendo influência do clima local;
- Gestão de recursos;
- Qualidade final da obra.

Embora seja uma técnica tradicional com boa durabilidade e resistência, ela pode ser menos eficiente do que métodos modernos em certos contextos, a exemplo, o *steel frame*. A decisão sobre a escolha do método construtivo deve levar em consideração esses impactos e ser ajustada ao tipo de obra, orçamento e prazo disponível.

Para melhor entendimento desses impactos, visa-se:

Vantagens significativas:

- Velocidade na construção, pois as peças do método são pré-fabricadas e facilmente montadas.
- Redução de custos, utilizando menos mão de obra, menor uso de materiais e redução de resíduos.
- Flexibilidade, facilitando adaptação a projetos complexos e mudanças durante a construção
- Menor peso, pois há uma redução significativa do peso da estrutura, diminuindo a carga sobre o solo.

Desafios a serem superados:

- Custo inicial, pois seu investimento é relativamente alto para compra de equipamentos e treinamento.
- Dependência de especialização, pois se trata de uma construção com a necessidade de mão de obra especializada.

- Compatibilidade com outros materiais, possuindo determinada dificuldade na integração com materiais tipo vidro e concreto.
- Normas e regulamentações, pois deve seguir as conformidades com normas locais e internacionais.

Benefícios ambientais e sociais:

- Redução de resíduos.
- Redução de emissões de CO₂.
- Melhoria da qualidade de vida com espaços mais confortáveis e saudáveis.
- Criação de empregos com oportunidades de trabalho especializado.

Além do mais, considera-se que, o método citado incorpora tecnologias emergentes para melhorar a eficiência do projeto e busca certificações como LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* ou Passive House

3.5.2 Impactos do método construtivo steel frame na viabilidade da obra

O sistema de construção a seco em *Light Steel Frame* – *LSF* apresenta uma alternativa eficiente e sustentável aos métodos tradicionais de construção. Diferente da alvenaria, o *LSF* substitui as estruturas de concreto e paredes de tijolo por uma estrutura em aço galvanizado revestida com placas pré-fabricadas. Outrossim, apresenta um alto nível de industrialização que garante que seus materiais sejam mais resistentes e duráveis, assim como um acabamento perfeito e a minimização do uso de água em todas as etapas da construção.

Para melhor entendimento desses impactos, visa-se:

Vantagens significativas:

- Redução do tempo de construção, permitindo uma entrega mais rápida.
- Economia de recursos, reduzindo custos e minimizando desperdício.
- Melhoria da qualidade, garantindo uma construção precisa e durável.
- Maior flexibilidade, permitindo ajustes e mudanças sem impactos significativos.
- Redução de resíduos, minimizando o impacto ambiental.

Desafios a serem superados:

- Custo inicial mais alto, exigindo um investimento significativo
- Dependência de fornecedores, requerendo uma seleção cuidadosa
- Limitações de design, exigindo um planejamento cuidadoso
- Necessidade de treinamento específico para a equipe de construção
- Regulamentação local, exigindo uma verificação cuidadosa.

Benefícios ambientais e sociais:

- Redução do consumo de água e minimização de resíduos
- Uso de materiais recicláveis e redução da emissão de gases de efeito estufa
- Criação de empregos especializados e melhoria das condições de trabalho

- Aumento da acessibilidade a habitações de qualidade e redução do impacto na comunidade local

Sob este viés, apresenta-se a Quadro 2 para melhor visualização do estudo de caso:

Quadro 2: diferenças gerais dos impactos dos diferentes métodos

ALVENARIA CONVENCIONAL	<i>STEEL FRAME</i>
<p>Materiais: Utiliza materiais agressivos ao meio ambiente, como por exemplo, areia, brita, tijolo, entre outros.</p>	<p>Materiais: Sistema ecologicamente correto, o aço, por exemplo, é um material 100% reciclável</p>
<p>Estrutura: Depende muito da mão de obra, matéria prima e fatores climáticos. Por ter peso elevado, aumenta o custo da fundação.</p>	<p>Estrutura: Industrializada, feita com aço galvanizado, seguindo rigoroso padrão industrial. Por ser um material leve, diminui em até 30% o valor em relação a alvenaria convencional</p>
<p>Para colocar canos e eletrodutos é necessário quebrar paredes, gerando desperdícios na obra.</p>	<p>Para colocar canos e eletrodutos não há necessidade de quebrar paredes, podem ser introduzidos entre os painéis, sem desperdício.</p>
<p>Canteiro de obra: Grande dificuldade para se manter limpo.</p>	<p>Canteiro de obra: Fácil manter limpo e organizado</p>
<p>Custo: Materiais e insumos são baratos, assim como a mão de obra</p>	<p>Custo: Material tem o preço superior ao sistema convencional, assim como a mão de obra. Podendo ficar até 40% mais caro que o sistema convencional.</p>

Fonte: Autoria própria, 2024

3.6 ESCOLHA DA FUNDAÇÃO

A fundação de uma edificação, “independente de sua esbeltez e de sua finalidade ocupacional, exerce uma das funções mais importantes do conjunto estrutural” (BEILFUSS, 2012, p. 16)

A escolha da fundação é um processo crucial e importante para o seguimento da obra, pois suporta todas as cargas e transmite-as ao solo influenciando diretamente a integridade da mesma.

Tendo em vista que, é um dos elementos mais críticos de uma edificação, uma escolha adequada considerando desde a capacidade resistente do solo, o nível d’água, a topografia do terreno (Figura 8), o tipo de solicitação e sua intensidade. Além disso a determinação da fundação para o tipo de alvenaria proposto, é feita após uma análise de carga que será distribuída pela estrutura e outras séries de fatores, tais como, a quantidade de pavimentos presentes, a presença e/ou ausência de escadas e elevadores.

Figura 8: Terreno da obra



Fonte: Autoria própria, 2024

3.6.1 Fundação do método construtivo *steel frame*

Geralmente as edificações em *steel frame*, por conta de seu sistema leve, não há necessidade de grandes estruturas para sustentar a construção total, afinal, o sistema distribui as cargas ao longo de sua área, minimizando a necessidade de construção de grandes bases.

Portanto, são constituídas de fundações em radier (Figura 9) - que geralmente são executadas em uma área um pouco maior que a estrutura, é feita uma camada de brita ou concreto magro, disposição das armaduras, fechamento de fôrmas laterais e lançamento do concreto. Nas regiões dos pilares mais carregados foi possível resolver os problemas de punção pelo engrossamento da laje, conforme mostra a Figura 9. Algumas obra adotam para o *LSF* uma fundação em sapata contínua (sapata “corrida”) - que é o tipo de fundação construída sobre uma camada de concreto magro executada ao longo da estrutura, neste caso, devido às características do solo (arenoso) a adoção de uma laje sobre o solo (radier) é mais eficaz, devido a evitar problemas de desmoronamento do solo, redução de escavação e aumento da velocidade de execução, além de possibilitar uma redução significativa de custo em relação às fundações profundas (estacas e tubulões) .

Figura 9: Execução da fundação radier na obra.



Fonte: Autoria própria, 2024.

3.6.2 Fundação do método construtivo convencional

Assim como a alvenaria *steel frame*, o método construtivo convencional necessita de uma análise significativa para a escolha da sua fundação, visando aspectos como a distribuição de carga, quantidade de pavimentos, presença e/ou ausência de escada e elevadores etc.

Sob este viés, a escolha do tipo de fundação vai depender, principalmente, das condições do solo e da estrutura em si, levando em conta que as melhores opções são, respectivamente:

- a) Fundações isoladas (sapata) para pilares individuais
- b) Fundações contínuas para estruturas lineares
- c) Fundações mistas para combinação de isoladas e contínuas
- d) Fundações profundas, como estacas (Figura 10)

Figura 10: Estaca Raiz



Fonte: Bravo fundações e geotecnia, 2020

Nesse cenário, a análise da fundação no método construtivo convencional vai depender dos fatores técnicos, geotécnicos e estruturais, pelo fato de que o método construtivo convencional é constituído por alvenaria de vedação.

Ademais, é de extrema importância lembrar que os parâmetros dessa análise baseiam-se na capacidade do suporte de cargas, o cálculo de assentamento máximo permitido, a estabilidade contra fenômenos naturais e a durabilidade considerando corrosão e degradação.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO

4.1 ANÁLISE GEOTÉCNICA E ESCOLHA DAS FUNDAÇÕES

A relevância da análise geotécnica está intimamente vinculada à compreensão das características do solo onde o projeto de engenharia será implementado. Segundo a NBR 6122, o estudo geotécnico do solo inclui o uso de sondagens para o fornecimento da descrição do solo, índices de resistência e níveis de água. Como o projeto da fundação depende diretamente do conhecimento das propriedades do solo, estudos técnicos precisam ser realizados para evitar fundações superdimensionadas, gerando altos custos, ou subdimensionadas, abaixo dos padrões recomendados, podendo causar acidentes graves durante e após a construção. Além do mais, a análise geotécnica garante otimização de custos, segurança estrutural, prevenção de riscos e projetos mais eficientes.

Na obra em questão, a análise geotécnica apresentou um solo arenoso, com uma capacidade de resistência em torno de 2 kg/cm^2 , demonstrando assim que ele possui uma resistência média à compressão.

Sem uma investigação geotécnica adequada, uma obra pode enfrentar riscos significativos, variando de baixa a alta gravidade. A falta de conhecimento técnico sobre o solo pode gerar consequências como alterações nos volumes de escavação e concreto, atrasos no cronograma devido a desmoronamentos e rupturas, e até mesmo acidentes graves. Esses riscos podem comprometer a segurança, eficiência e prazos da obra.

4.2 COMPARAÇÃO ENTRE AS POSSÍVEIS FUNDAÇÕES E IMPACTO NO CUSTO DA OBRA.

A escolha entre fundações em estacas ou radier é concludente para o projeto da construção. Compreender a diferença de suas características, aplicações e - principalmente - impactos financeiros dessas fundações é essencial para que o projeto saia do papel.

Diante disso, sabe-se que, a diferença de suas características e aplicações baseiam-se reciprocamente em:

ESTACA – por ser um elemento vertical de concreto armado ou metálico, cravada no solo para transferir cargas para camadas mais profundas ela:

- É indicada para solos instáveis e/ou com pouca capacidade de suporte
- Permite maior profundidade e flexibilidade para terrenos irregulares
- Pode ser classificada como estaca isolada, contínua ou mista.

RADIER – por ser uma fundação rasa, geralmente de concreto armado, distribui cargas uniformemente, portanto:

- É ideal para solos compactos, estáveis e boa capacidade de suporte
- Possui menor profundidade e maior área de contato com o solo
- Pode ser classificado como radier isolado ou contínuo.

Sob tal perspectiva, acrescenta-se um dos fatores mais importantes na análise da fundação da obra: o custo.

O universo da construção civil já é muito conhecido e associado à altos custos, com isso, deve-se ter em vista alguns fatores que influenciam o custo da obra na área de fundações, são eles:

- Profundidade e acessibilidade

Estaca: Maior profundidade aumenta o custo (R\$500,00 – R\$2.000,00/m)¹

Radier: Menor profundidade reduz o custo (R\$100,00 – R\$500,00/m)

- Tipo de solo

Estaca: Solos instáveis exigem mais material e mão de obra (R\$ 1.000,00 – R\$ 5.000,00)

Radier: Solos estáveis reduzem o custo (R\$ 500,00 – R\$2.000,00)

1

¹ Todos os valores em reais (R\$) foram retirados do Manual de Fundações da IBRACON (Instituto Brasileiro de Concreto), 2014.

- Dimensões da estrutura

Estaca: Estruturas maiores exigem mais materiais e mão de obra (R\$ 5.000,00 – R\$20.000,00)

Radier: Estruturas menores reduzem o custo (R\$ 2.000,00 – R\$10.000,00)

- Disponibilidade de materiais

Estaca: Preços variam conforme localização (R\$ 500,00 – R\$2.000,00)

Radier: Possui uma logística de preços mais estáveis (R\$ 200,00 – R\$ 1.000,00)

- Tipos de materiais

Estaca: Necessita de concreto armado e aço (R\$ 5.000,00 – R\$20.000,00)

Radier: Necessita de concreto simples e aço (R\$ 2.000,00 – R\$ 10.000,00)

4.3 IMPLICAÇÕES DO MÉTODO CONSTRUTIVO NO PRAZO E CUSTO DA OBRA.

É por meio do orçamento que se consegue identificar previamente o custo global do projeto, desta maneira pode-se avaliar se ele será viável ou não e ter uma previsão de sua rentabilidade. A etapa deve ser feita de maneira minuciosa e com o máximo de cuidado possível para garantir o sucesso do empreendimento. Com o orçamento em mãos é possível tomar decisões mais adequadas para o cumprimento de prazos e custos.

Sob este viés, lembra-se que é de suma importância cumprir o prazo estabelecido da obra, afinal, o cumprimento deste prazo evita gastos desnecessários com horas extras e multas por atrasos na entrega, além de reclamação dos clientes e prejuízo da imagem da empresa com fornecedores. O Quadro 3 apresenta as principais diferenças de custo e prazo dos métodos construtivos estudados.

Quadro 3: principais diferenças no prazo e custo da obra dos diferentes métodos

Implicações	Método construtivo convencional	Método construtivo <i>Steel Frame</i>
Prazo da obra	Grande e demorado, devido a sequência de etapas obrigatórias.	Rápida (30% a 50% mais rápida), devido a montagem prática e fácil. Algumas casas podem ser finalizadas em até 15 dias ou menos.
Custo da obra	O custo de uma obra convencional é elevado, devido a quantidade de profissionais exigidos, quantidade de materiais, além da perda de matérias. Entretanto, a obra convencional contém um custo inicial barato.	Diferente dos outros métodos, o LSF tem um custo inicial maior devido as chapas metálicas serem cortadas sob medida após o envio do projeto. Porém corre menos riscos de desperdício de materiais.

Fonte: Autoria própria, 2025

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa entre os métodos construtivos convencionais e *Steel Frame* revela claras vantagens da segunda opção. As diferenças principais, como economia de custo, prazo mais rápido, maior precisão, resistência e sustentabilidade, tornam o *Steel Frame* uma escolha mais eficiente e rentável.

As vantagens do *Steel* são melhores apresentadas na:

- Economia: Redução significativa de custos sem comprometer a qualidade.
- Velocidade: Prazos mais curtos, permitindo uma entrega mais rápida;
- Qualidade: Maior precisão e resistência, garantindo durabilidade.
- Sustentabilidade: Menor impacto ambiental, devido ao uso eficiente de materiais.
- Flexibilidade: Facilidade para futuras modificações e adaptações.
- Segurança: Melhor desempenho em desastres naturais, como terremotos e furacões.
- Manutenção: Redução de custos de manutenção a longo prazo.

Além do mais, para maximizar as vantagens do método *Steel Frame*, recomenda-se utilizar fundação radier, que oferece:

- Melhor distribuição de cargas
- Redução de custos de fundação (em até 30%)
- Facilidade de execução
- Compatibilidade com alguns tipos de solo

Sucintamente, a escolha do método *Steel Frame* com fundação radier é uma opção muito mais eficiente, sustentável e satisfatória do que o método convencional. Sua adoção pode trazer benefícios significativos para todos os envolvidos, sendo essencial considerar essas vantagens ao escolher o método construtivo adequado para suas respectivas necessidades.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 16970:2024. Norma Steel. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ABNT NBR 6118:2023. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT NBR 6122:2019. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AECWEB. Estacas raiz: são opção de fundação para diferentes situações e solos. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/estacas-raiz-sao-opcao-de-fundacao-para-diferentes-situacoes-e-solos/19437>. Acesso em: 11 dez. 2024.

ARCHDAILY BRASIL. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br>. Acesso em: 17 jan. 2025.

AWARI. Estruturas de dados: conceitos e aplicações. Disponível em: <https://awari.com.br/estrutura-de-dados-2/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

BRASIL ESCOLA. Análise comparativa para a execução de fundações residenciais para os solos da Formação Caiuá e da Formação Serra Geral. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/analise-comparativa-para-ex-ecucacao-fundacoes-residenciais-para.htm>. Acesso em: 5 jun. 2024.

CARVALHO, João Batista Sousa de; **WILHELM,** Eduardo Augusto. Manual de Construção Civil.

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br>. Acesso em: 17 jan. 2025.

CELERE CE. Steel Frame ou Light Steel Framing: diferenças e aplicações. Disponível em: <https://celere-ce.com.br/construcao-civil/steel-frame-ou-light-steel-framing/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CONSTRUÇÃO MERCADO. Disponível em: <https://www.construcaomercado.com.br>. Acesso em: 17 jan. 2025.

CONSTRUIR ARQ. Disponível em: <http://www.construir.arq.br>. Acesso em: 17 jan. 2025.

DIPROTEC. Sapata isolada: vantagens e desvantagens. Disponível em: <https://diprotec.com.br/blog/sapata-isolada-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

DSPACE UNIPAMPA. Trabalho acadêmico de Leticia Paola Beilfuss. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/2300/1/Leticia%20Paola%20Beilfuss.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2025.

EDUCA CIVIL. Fundação em radier. Disponível em: <https://educacivil.com/fundacao-em-radier/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ENGENHARIA CIVIL. Disponível em: <http://www.engenhariacivil.com.br>. Acesso em: 17 jan. 2025.

ENGINEME. Fundação radier. Disponível em: <https://www.engineme.org/blog/fundacao-radier>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ESCOLA ENGENHARIA. Estrutura de aço. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ESCOLA ENGENHARIA. Sapatas de fundação. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/sapatas-de-fundacao/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

ESCOLA ENGENHARIA. Steel Frame: prós, contras e como ele pode beneficiar seu projeto. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

FASTCON. Steel frame: vantagens e características. Disponível em: <https://fastcon.com.br/steel-frame-vantagens/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; **CASTRO,** Renata C. Morais de. Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Acesso em: 21 out. 2024.

IBRACON. Disponível em: <https://www.ibracon.com.br/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

JOHN, Vanderley M. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Ed. Pini.

LIGHT STEEL FRAME ENG. Etapas da obra Light Steel Frame. Disponível em: <https://lightsteelframe.eng.br/etapas-da-obra-light-steel-frame/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

LU ENGENHARIA. Fundação do tipo radier. Disponível em: <https://www.luengenharia.com.br/fundacao-do-tipo-radier/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

MELO, Silvio de Vasconcellos. Construção com Light Steel Framing.

MIRANDA, Sérgio A. Steel Frame: um novo método construtivo. Ed. Pini.

PINTO, Tarlei Lemos. Construção Civil: Princípios e Práticas. Ed. LTC.

PINTO, Tarlei Lemos. Construção Civil: Princípios e Práticas. Ed. LTC.

PEREIRA, Caio. Steel Frame: Prós, Contras e Como Ele Pode Beneficiar o Seu Projeto. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

PROJETO ESTRUTURAL EXPRESS. Alvenaria convencional. Disponível em: <https://projetoestruturalexpress.com.br/alvenaria-convencional/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

SCHNEIDER, Nelso. Bloco de Coroamento. Nelso Scheneider. 2019. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/bloco-de-coroamento/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

SIENGE. Fundação radier: entenda o que é e como funciona. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/fundacao-radier-entenda-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

TECNO GEO. Estaca raiz. Disponível em: <https://www.tecnogeo.com.br/estaca-raiz/>. Acesso em: 11 dez. 2024.

VIRTUHAB. Steel Frame. Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/steel-frame-3/>. Acesso em: 18 out. 2024.

WILHELM, Eduardo Augusto. Manual de Construção Civil.

ABBETT, Robert W. (1957). American Civil Engineering Practice. III. New York: John Wiley & Sons. pp. 26–32, 1957.o.