



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE EXCELÊNCIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**JOÃO MARCELO SILVEIRA DE SOUZA
RICARDO SOUZA SANTOS JUNIOR
SAMUEL SANTANA COSTA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS MISTAS E DE CONCRETO
ARMADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Vitória da Conquista - BA
Dezembro de 2023

João Marcelo Silveira de Souza

Ricardo Souza Santos Junior

Samuel Santana Costa

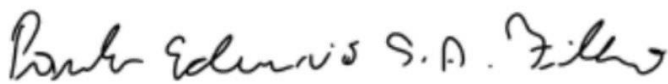
**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS MISTAS E DE CONCRETO
ARMADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho monográfico, submetido ao Centro universitário de Excelência de Vitória da Conquista - BA, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

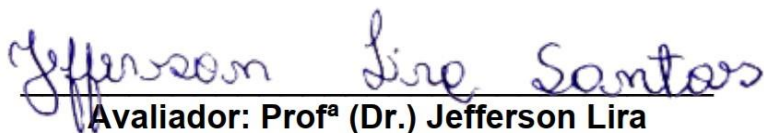
Aprovado em: 19/12/2023



Orientador: Profº (Esp.) Emilio Augusto De Queiroz Velois
Centro Universitário de Excelência



Avaliador: Profº (Msc.) Paulo Eduardo Soares Andrade Filho Centro
Universitário de Excelência



Avaliador: Profª (Dr.) Jefferson Lira
Centro Universitário de Excelência

Vitória da Conquista - BA

Dezembro de 2023



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE EXCELÊNCIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS MISTAS E DE CONCRETO
ARMADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN COMPOSITE AND REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES IN CIVIL CONSTRUCTION**

João Marcelo Silveira de Souza¹

Ricardo Souza Santos Junior²

Samuel Santana Costa³

Emílio Queiroz⁴

RESUMO

Aspectos de economia de tempo e custos são relevantes na adoção do planejamento de uma construção. As estruturas mistas, especialmente pré-moldadas, por exemplo, acabam tendo a capacidade de impactar todo o planejamento. Diante deste contexto, este estudo aborda a comparação entre estruturas de concreto armado e estruturas mistas de aço e concreto, destacando sua aplicação em projetos de construção civil. A pesquisa adotou uma abordagem de revisão bibliográfica, utilizando fontes científicas e técnicas encontradas em bancos de dados como SciELO e Núcleo do Conhecimento, além de livros e periódicos. O objetivo foi apresentar conceitos, vantagens e desvantagens das estruturas mistas em comparação com o concreto armado, analisando sua viabilidade e eficácia em termos de custos. Os resultados destacam a importância da fase de elaboração de projetos na construção civil, ressaltando a complexidade na escolha entre concreto armado e estruturas mistas. A análise comparativa entre os sistemas incluiu o consumo de materiais utilizados nas duas estruturas, observou-se que as estruturas mistas, além de oferecer benefícios significativos, têm a capacidade de promover eficiência construtiva e aceleração do

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unex de 2023 (Unex/Vitória da Conquista), email: silveiramarcelo.joao@gmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unex de 2023 (Unex/ Vitória da Conquista), email: ricardossjr1@hotmail.com

³ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unex de 2023 (Unex/ Vitória da Conquista), email: samuel.costa@ftc.edu.br

⁴ Professor(a) Orientador(a) do Centro Universitário Unex de 2023 (Unex/ Vitória da Conquista), Bacharel em engenharia civil, e-mail: equeiroz.vic@ftc.edu.br

cronograma de execução. Ainda, destaca-se a importância da normatização, a regulamentação pela NBR 8800 (2008) para o dimensionamento de

elementos estruturais mistos. Portanto, a escolha entre sistemas estruturais deve ser baseada em considerações específicas de cada projeto, considerando fatores como custo, prazo, eficiência e sustentabilidade.

Palavras-chave: Concreto Armado; Consumo de Materiais; Custos de Construção; Eficiência Construtiva; Estrutura Mista.

ABSTRACT

Aspects of saving time and costs are relevant when adopting construction planning. Mixed structures, especially precast, for example, end up having the capacity to impact the entire planning. Given this context, this study addresses the comparison between reinforced concrete structures and mixed steel and concrete structures, highlighting their application in civil construction projects. The research adopted a bibliographic review approach, using scientific and technical sources found in databases such as SciELO and Núcleo do conhecimento, as well as books and periodicals. The objective was to present concepts, advantages and disadvantages of composite structures in comparison with reinforced concrete, analyzing their viability and effectiveness in terms of costs. The results highlight the importance of the project development phase in civil construction, highlighting the complexity in choosing between reinforced concrete and mixed structures. The comparative analysis between the systems included the consumption of materials used in both structures. Thus, it was observed that mixed structures, in addition to offering significant benefits, have the ability to promote construction efficiency and accelerate the execution schedule. Furthermore, the importance of standardization and regulation by NBR 8800 (2008) for the design of mixed structural elements stands out. Therefore, the choice between structural systems must be based on specific considerations for each project, considering factors such as cost, deadline, efficiency and sustainability.

Keywords: Reinforced Concrete; Material Consumption; Construction Costs; Construction Efficiency; Mixed Structure.

1. INTRODUÇÃO

Uma estrutura corresponde a parte resistente de uma edificação. De acordo com Clímaco (2023) para que uma estrutura tenha sua capacidade de resistir aos esforços assegurada, é necessário conhecer o comportamento dos elementos estruturais que fazem parte dela.

Uma estrutura pode ser feita de diversos materiais tais como madeira, aço e concreto. Uma estrutura pode ser composta ou mista. A estrutura é composta quando é constituída por mais de um material, considerando os níveis e ligações entre seus

elementos, como por exemplo vigas de aço e lajes de concreto armado sendo utilizadas na mesma estrutura. De acordo com a ABNT NBR 8800 (2008) as estruturas mistas de aço e concreto são aquelas compostas de aço e de concreto, armado ou não, trabalhando em conjunto. De acordo com Fonseca (2015) um sistema estrutural misto aço e concreto é aquele no qual um perfil de aço trabalha em conjunto com o concreto formando um pilar misto, viga mista ou uma laje mista. A interação entre os dois materiais pode se dar por meios mecânicos com a utilização de conectores, por atrito ou por simples aderência.

A combinação de estruturas de concreto e aço, oferece benefícios significativos em termos de resistência e rigidez, permitindo a escolha de diferentes tipos de aço com base em considerações de custo e execução do projeto. Essa abordagem construtiva é prevalente na construção de edifícios e pontes rodoviárias, em comparação com estruturas totalmente em aço e estruturas totalmente em concreto. Assim, reconhece-se que a união do aço e concreto, associada aos perfis metálicos, resulta em elementos estruturais mistos que proporcionam uma variedade de vantagens (Sá e Santos, 2014).

Segundo Fonseca (2015) as estruturas mistas de aço e concreto apresentam vantagens em relação a estruturas somente de aço e a estruturas somente de concreto armado. Com relação às estruturas somente de aço tem-se uma redução considerável do consumo de aço estrutural, redução das proteções contra incêndio e corrosão e aumento da rigidez da estrutura. Com relação às estruturas somente de concreto armado tem-se a possibilidade de dispensa de fôrmas e escoramentos, redução do prazo de execução da obra, redução do peso próprio e do volume da estrutura, com conseqüente redução dos custos de fundação e aumento da precisão dimensional da estrutura.

Partindo desse entendimento, surgiu a necessidade de compreender melhor o tema, entendendo seu conceito e realizando uma comparação entre uma estrutura mista de aço e concreto e uma estrutura em concreto armado. Assim, a compreensão acerca das estruturas mistas é importante para melhor resolver problemas na execução de obras, garantindo controle sobre variáveis construtivas como custo e prazo.

Métodos que reduzem o tempo de execução tendem a ser mais econômicos, no entanto, ainda há uma lacuna na compreensão das vantagens e desvantagens específicas do modelo construtivo de estruturas mistas. Assim, surgiu o seguinte

problema de pesquisa: quais os principais aspectos das estruturas mistas, em termos de eficiência estrutural, custos, flexibilidade arquitetônica em projetos contemporâneos?

Para se chegar à resposta do problema da pesquisa, este artigo adotou como objetivo geral: apresentar conceitos, comparar um projeto em estrutura mista aço e concreto com um projeto em concreto armado, tendo como objetivo específico as análises e a viabilidade da estrutura, sua eficácia em relação ao planejamento, especialmente relacionada ao custo e benefícios da adoção deste modelo a partir de análise de documentos comparativos para os dois métodos.

2. METODOLOGIA

Como metodologia para a condução deste estudo, adotou-se a Revisão Bibliográfica, fundamentada em pesquisa e documentos, em processo de pesquisa dedutivo e analítico, centrando-se exclusivamente fontes científicas de bancos de dados, tais como SciELO e Núcleo do Conhecimento, bem como em fontes adicionais como livros, periódicos e outras publicações relevantes na área em questão, utilizando os seguintes descritores: “concreto armado”, “consumo de materiais”, “custos de construção”, “eficiência construtiva”, e “estrutura mista”. Foi efetuado um levantamento crítico de artigos científicos, conferindo especial atenção aos trabalhos de autores renomados na área, como: Gilson Queiroz, Roberval José Pimenta e Alexander Galvão Martins, com publicações feitas entre os anos de 1990 a 2022.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de se começar a executar uma obra, a fase da elaboração dos projetos é de fundamental importância. O projeto arquitetônico representa a forma final da edificação e se integra ao projeto estrutural, definindo as partes resistentes, em conformidade ao que foi solicitado (Amaral e Costa, 2021). A existência de diversos sistemas construtivos com materiais variados torna complexa a escolha do projetista quanto ao sistema ideal para a estrutura da edificação.

Queiroz e Mesquita (2018) destacam que, ao optar pelo concreto, surge a questão: concreto usinado ou moldado no local. Os autores destacaram que essas modalidades estão presentes em projetos estruturais de edifícios de múltiplos

andares, em concreto armado e sistema misto em concreto e aço. Portanto, é importante uma análise que abrange custo, mão de obra, peso e consumo de materiais, proporcionando referências para o anteprojeto e auxiliando engenheiros em decisões mais precisas.

Outro fator importante está na escolha do material. Essa ação impacta aspectos como projeto, desempenho e custo. De acordo com Corus Construction & Industrial (2004), a opção mais comum é o sistema tradicional de concreto armado. O entendimento ainda se mostra equivocado em relação ao custo do aço, com alguns profissionais superestimando-o.

O concreto armado é amplamente utilizado devido à sua versatilidade, durabilidade e desempenho. Para Corrêa e Dauzacker (2015), por exemplo, a união entre concreto e aço oferece vantagens como a adoção de diversas formas construtivas, de resistência e esforços mecânicos, com vistas também para a segurança. No entanto, o concreto armado apresenta desafios como peso elevado, fissurações e uso extensivo de formas e escoramentos.

Define-se como concreto armado a combinação de massa de concreto com inserção de elementos em aço. Na aplicação para fins estruturais, o concreto por si só se revela insuficiente como componente resistente, devido possuir uma limitada capacidade de resistir à tração. O aço, então, reforça o concreto frente às forças de tração. A interação eficaz entre esses dois materiais ocorre graças à aderência entre a superfície do concreto e a superfície do aço. Dessa forma, concebe-se o concreto armado como o resultado da união entre o concreto tradicional e a armadura inserida, permitindo que ambos colaborem harmoniosamente diante das demandas estruturais (Carvalho, 2014).

A organização desses componentes pode ser denominada como sistema estrutural. O processo de produção pode variar, mas, na maioria dos edifícios, devido à significativa carga do concreto fortalecido, a produção ocorre em pequenas etapas para a concretagem, com o depósito do concreto nas formas já equipadas com armaduras e escoramentos.

O concreto deve apresentar características como consistência, trabalhabilidade, homogeneidade e adequado adensamento, uma vez que, após o início do endurecimento, conhecido como "pega", a trabalhabilidade do material é prejudicada (Carvalho, 2014).

O uso crescente do aço em peças estruturais no Brasil, embora ofereça maior liberdade de projeto, enfrenta a predominância do concreto armado devido à facilidade de execução (Rossatto, 2015).

Nos Estados Unidos e no Reino Unido, o uso do aço predomina em edifícios de múltiplos andares reduzindo os impactos nas áreas vizinhas e permitindo vencer grandes vãos. Apesar das vantagens, há desafios, como custos adicionais para proteção contra incêndio em estruturas metálicas (Drennan, 2017).

De forma geral, os empreendimentos residenciais não apresentam vãos maiores que seis metros. Assim, a opção por lajes em concreto armado surge como uma solução de baixo custo, resultando em um modelo estrutural mais econômico. Contudo, nos empreendimentos comerciais, a ênfase recai sobre a flexibilidade do layout da arquitetura, com a expansão de espaços, o que torna não apenas as lajes mistas, mas todo o modelo estrutural misto, uma solução racional (Fabrizzi, 2007; Côrrea e Dauzacker, 2015)

O dimensionamento de elementos estruturais mistos de aço e concreto é regulamentado pela ABNT NBR 8800 (2008). A norma, em seus anexos, estabelece a análise e o dimensionamento de vigas, pilares e lajes mistas, enfatizando que todas as obras executadas com esse modelo estrutural devem obedecer a um projeto elaborado em conformidade com ela.

Os pilares mistos, utilizados em edifícios altos, destacam-se pela ductilidade, permitindo pilares mais esbeltos e leves. A utilização dessas estruturas, regulamentadas por normas específicas, tem potencial para transformar a construção no Brasil, priorizando eficiência e sustentabilidade.

De acordo com Fonseca (2015) o pilar misto de aço e concreto é aquele em que um perfil de aço atua em conjunto com uma seção de concreto armado para resistir aos esforços, conforme Figura 01. Estes perfis de aço podem ser perfis I ou H, soldados ou laminados, parcialmente ou totalmente revestidos por concreto. Também podem ser perfis tubulares, retangulares ou circulares, preenchidos com concreto.

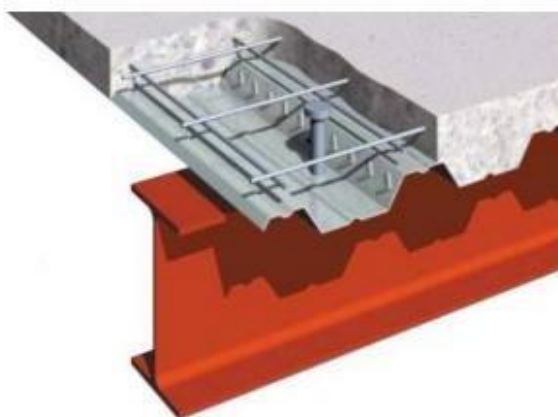
Figura 01 – Exemplo de pilar misto



Fonte: Fonseca (2015).

Já as vigas mistas, segundo Corrêa e Dauzacker (2015), resultantes da integração de vigas de aço com lajes de concreto, têm se destacado pela sua eficiência construtiva. Essa solução proporciona maior rigidez, permitindo que as vigas apresentem menor altura em comparação com as vigas de concreto armado, o que pode resultar em benefícios substanciais, como o aumento do número de pavimentos viáveis em uma obra. O exemplo de uma viga mista pode ser observado na Figura 02.

Figura 02 – Exemplo de viga mista



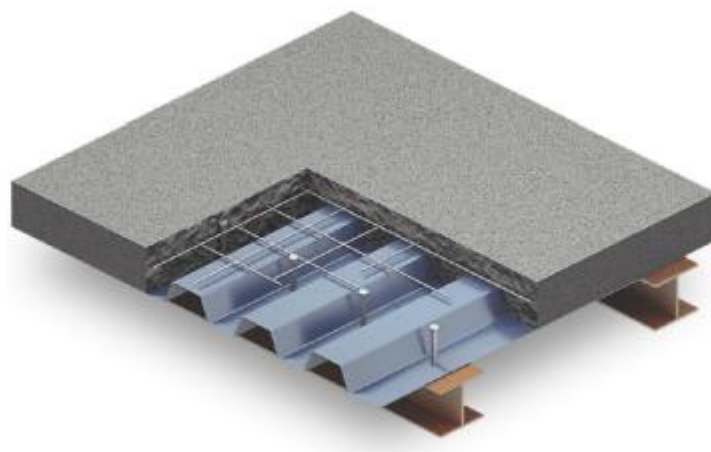
Fonte: Fonseca (2015).

Cada centímetro reduzido na altura das vigas representa uma vantagem significativa. Além disso, as vigas mistas podem oferecer economia de custos, reduzindo a quantidade de aço estrutural necessário e as proteções contra incêndio e corrosão. A eliminação de escoramentos durante a montagem também contribui para a eficiência e rapidez na execução da obra.

A execução das vigas mistas pode ocorrer com ou sem escoramento, sendo o primeiro o mais comum quando é necessário limitar os deslocamentos verticais da viga de aço durante a fase construtiva. No entanto, em muitos casos, o escoramento é dispensado, simplificando e acelerando a montagem (Fabrizzi, 2007).

Nesses cenários, o peso próprio do aço e do concreto fresco atua apenas na seção metálica, enquanto as cargas aplicadas após o endurecimento do concreto atuam sobre a seção mista. A introdução de conectores de cisalhamento é crucial para transferir as tensões na interface aço-concreto. Os studs, fixados na mesa superior da viga por eletrofusão, ficam embutidos na capa de concreto da laje (Côrrea e Dauzacker, 2015). Podemos observar os studs na figura 03 a seguir.

Figura 03 – Exemplo de fixadores studs.

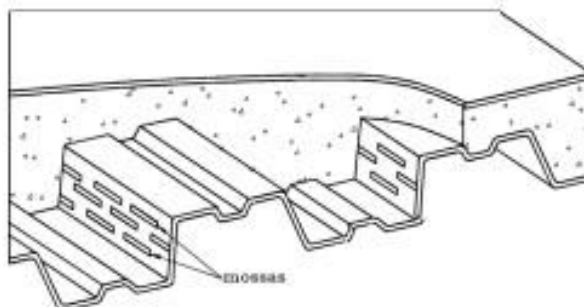


Fonte: Gomes Cardoso.

Segundo Fonseca (2015) a laje mista de aço e concreto também conhecida como laje com fôrma de aço incorporada, é aquela em que, em sua fase final, o

concreto atua estruturalmente em conjunto com a fôrma, funcionando como armadura de tração da laje. O comportamento da laje mista pode ser observado na Figura 04.

Figura 04 – Exemplo de laje mista



Fonte: Fonseca (2015).

Estas estruturas oferecem não apenas eficiência construtiva, mas também soluções mais sustentáveis e adaptáveis, atendendo às demandas de projetos modernos e inovadores. Com a contínua evolução das normas e a crescente aceitação no mercado, as estruturas mistas têm potencial para desempenhar um papel essencial no futuro da construção civil brasileira.

Uma análise conduzida por Queiroz e Mesquita (2018) comparou diferentes variáveis, examinando a mão de obra, despesas estruturais, concretagem no local e pré-fabricado, índice de custo unitário básico (CUB), despesas e consumo de materiais, além do peso estrutural. A seleção do sistema estrutural, conforme orientação de Pinho (2008), não deve ser encarada como uma competição, mas sim como uma decisão fundamentada nas particularidades de cada construção.

Além do mais, o custo associado à estrutura é fundamental para a tomada de decisões de investimento, representando uma parcela significativa do custo global da empreitada. Observa-se uma propensão à variação nos custos, influenciada por ganhos de eficiência, progressos tecnológicos e ajustes nas normativas em vigor. O aço, apesar de apresentar um custo mais elevado no contexto brasileiro, demonstra competitividade em determinados mercados (Queiroz e Mesquita, 2018).

O quadro a seguir apresenta os dados para os dois métodos construtivos, estrutura mista (obra 1) e concreto armado (obra 2).

Quadro 01 – Dados comparativos de uma obra de estrutura mista e de concreto armado.

	OBRA 1	OBRA 2
	Estrutura Mista	Concreto Armado
Pavimentos	13	11
Área Construída (m ²)	10931,57	7268
Custo	Aumento de 5,08%	Redução de 6,12%
Prazo	Redução de 30 dias	Aumento de 19 dias

Fonte: Busanello (2019).

O estudo comparativo foi conduzido considerando o consumo médio dos elementos em um edifício de 13 andares, com área construída em 10.931,57 m² e uma obra comercial composta por 11 pavimentos e área construída: 7.268,00 m². Nesse contexto, não foram incluídos os pavimentos de cobertura, pilotis e subsolo, baseando-se no estudo sobre concreto armado e nos sistemas estruturais mistos de aço e concreto. Seguindo a pesquisa, que expõe o comparativo de prazos, pode-se analisar o tempo necessário para a execução de cada sistema construtivo para a estrutura da obra indicada, por metro quadrado. Notou-se uma diferença de 15,58% na produtividade, representando uma redução de prazo para esse serviço no canteiro de obras (Busanello, 2019).

Com base nesses dados, é possível simular a utilização do sistema construtivo da obra 1 na obra 2, vice-versa. As situações resultantes seriam as seguintes: na obra 1, ao adotar o método construtivo de estrutura mista concreto e aço, haveria um aumento de custo de aproximadamente R\$ 1.462.793,77, correspondendo a 5,08% do custo total da obra, e uma redução de prazo de 30 dias trabalhados, representando 4,04% do prazo total da obra.

Por outro lado, na obra 2, ao adotar o método construtivo de estrutura de concreto armado, ocorreria uma redução de custo de aproximadamente R\$ 972.629,63, equivalente a 6,12%, e um aumento de prazo de 19 dias trabalhados, representando 5,55% do prazo total da obra. O comparativo destaca que o serviço de estrutura mista possui mais benefícios diretos e indiretos do que o serviço de concreto armado.

Em sua pesquisa Corrêa e Dauzacker (2015) fizeram comparações entre o modelo de estrutura convencional e o de estrutura mista para uma edificação de 10 andares com uma altura de 28,8 m com dois apartamentos por pavimento em torno de 100 m², neste estudo não foram considerados os pavimentos de cobertura, pilotis e subsolo, tomando como base o estudo de Albuquerque (1998 apud Corrêa e

Dauzacker, 2015) em concreto armado e o sistema estrutural misto aço e concreto com base no estudo de Santos (2010 apud Corrêa e Dauzacker, 2015).

O estudo ainda mostrou que o sistema de elementos mistos demonstrou uma economia notável de 21,66%, equivalente a 110,68 m³ de concreto, uma vez que o sistema convencional utiliza 510,87 m³ em sua estrutura. No que diz respeito ao sistema misto de laje steel deck, Santos (2010) destaca o baixo consumo de concreto para uma laje de 16 cm de altura, em contrapartida às lajes convencionais, que variam de 7 a 11 cm em altura, resultando em um consumo superior de concreto nestas últimas.

O quadro a seguir apresenta o consumo de materiais para os dois métodos construtivos, estrutura convencional e estrutura mista.

Quadro 02 – Consumo de materiais das estruturas.

Elementos	Volume de Concreto (m ³)		Aço - Armadura (Kg)		Área de Forma (m ²)		Aço Estrutural - Perfis (kg)		Steel Deck (kg)	
	Convencional	Mista	Convencional	Mista	Convencional	Mista	Convencional	Mista	Convencional	Mista
Lajes	122,3	325,85	9194,50	0,00	4032,95	0,00	0,00	0,00	0,00	38915,8
Vigas	183	0,00	18444	0,00	3366,67	0,00	0,00	70052	0,00	0,00
Pilares	103,4	74,34	10638,5	0,00	1782,85	0,00	0,00	54240	0,00	0,00
Total	408,7	400,19	38277	0,00	9182,47	0,00	0,00	124292	0,00	38915,8

Fonte: Santos (2010 apud Corrêa e Dauzacker, 2015).

As informações do Quadro 02 mostram que o sistema convencional em estrutura de concreto armado consome um total de 408,70 m³ de concreto, 38.277 kg de aço e 9.182,47 m² de fôrmas. Enquanto isso o sistema misto aço e concreto consome um total de 400,19 m³ de concreto, 124.292 kg de aço estrutural e 38.915 kg de aço para steel deck.

O custo total pode ser observado no Quadro 03 comparando o custo de cada material por sistema construtivo.

Quadro 03 – Custo total da estrutura convencional comparada com a estrutura mista.

	Custo do concreto - 30 MPa	Custo do aço - Barras (kg)	Custo do aço - Perfis (kg)	Fôrmas em madeira	Fôrmas em steel deck	Total
Estrutura convencional	R\$ 108.515,25	R\$ 159.627,60	0	R\$ 288.329,55	0	R\$ 556.472,40
Estrutura mista	R\$ 107.234,91	R\$ 5.324,91	R\$ 441.236,60	R\$ -	R\$ 142.934,40	R\$ 696.730,82

Fonte: Côrrea e Dauzacker (2015)

Como pode-se observar no Quadro 03 a estrutura mista apresentou maior custo totalizando R\$ 696.730,82 em comparação com a estrutura convencional de concreto armado que apresentou um custo de R\$ 556.472,40. Uma diferença em torno de 21%. Embora o sistema misto apresente custo maior, um dos principais benefícios do sistema misto é o ganho de produtividade, devido à redução ou eliminação da necessidade de formas e escoramentos (Corrêa e Dauzacker, 2015).

Ao comparar o tempo necessário para a execução, o sistema estrutural em concreto armado demanda mais tempo devido à necessidade de escoramentos e corte das formas antes da concretagem. Por outro lado, o sistema estrutural misto, com perfis prontos para montagem, proporciona uma redução significativa de tempo.

Santos (2010, apud Côrrea e Dauzacker, 2015) ainda destaca que o sistema misto não requer escoramento, eliminando a necessidade de formas para o escoramento de lajes e vigas mistas. A concretagem nos perfis I é realizada em duas etapas, concretando na horizontal os dois lados um após o outro, atingindo a resistência prevista em projeto.

É importante salientar que o uso de estrutura mista proporciona um melhor aproveitamento da mão de obra, com a redução do número de profissionais no canteiro, racionalização de materiais e melhoria na qualidade, já que os materiais são pré-fabricados na indústria e montados na obra.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, destaca-se que, a comparação entre sistemas estruturais, especialmente entre concreto armado e estrutura mista aço e concreto, revelou uma série de aspectos relevantes. Os resultados evidenciaram que a utilização de estruturas mistas oferece benefícios significativos, como maior eficiência construtiva, redução de custos e aceleração do cronograma de execução por se tratar de uma estrutura com elementos pré-fabricados.

Além disso, a revisão enfatizou a importância da normatização, destacando que o dimensionamento de elementos estruturais mistos é regulamentado pela NBR 8800 (2008). Essa padronização contribui para a segurança e confiabilidade dessas

estruturas, sendo essencial para a aceitação e implementação mais ampla no cenário da construção civil brasileira.

Portanto, conclui-se que as estruturas mistas de aço e concreto têm o potencial de desempenhar um papel crucial no futuro da construção civil no Brasil. Seu uso pode não apenas proporcionar eficiência na execução de projetos, mas também contribuir para práticas mais sustentáveis e adaptáveis, alinhadas às demandas de projetos modernos e inovadores. Dessa forma, a escolha entre sistemas estruturais deve ser baseada nas características específicas de cada edificação, considerando fatores como custo, prazo, eficiência e sustentabilidade.

Por fim, para pesquisas futuras, este estudo sugere uma abordagem mais aprofundada na análise de métodos construtivos alternativos, considerando tecnologias emergentes e materiais inovadores. Além do mais, propõe-se a realização de estudos de caso específicos que possam validar e aplicar os conceitos abordados nesta revisão literária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:2008**, Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, 2008.

ALBUQUERQUE, A. T. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, p. 97. 1998.

AMARAL, Marcela Margarida; COSTA, Alcino de Oliveira. **Projeto Arquitetônico: Fases de Elaboração**. Construção, s.p., v.1, n.1, 23 fev. 2021. Disponível em: <https://www.projetoconstrucaomais.org/post/projeto-arquitet%C3%B4nico-fases-deelabora%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 20 out. 2023.

BUSANELLO, Jordano. **Estudo de comparativo entre estrutura de concreto armado e estrutura metálica mista na construção de edifício comercial**. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19182/2/CT_GEOB_XXV_2019_12.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

CARVALHO, Roberto Chust: **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado segundo a NBR 6118:2014**. 4ª edição – São Carlos: Edufscar, 2014.

CORREA, Ariel Freitas; DAUZACKER, Luis André Von Jess. **Estruturas mistas - aço concreto: vantagens da utilização** / Ariel Freitas Corrêa, Luís André Von Jesus Dauzacker. Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia Civil) Faculdade Capixaba da Serra, 2015. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wpcontent/uploads/2018/06/estruturas-mistas-aco-concreto-vantagens-dautilizacao.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

CORUS CONSTRUCTION & INDUSTRIAL (United Kingdom). **Supporting the commercial decision: Comparing the cost of steel and concrete framing options for commercial buildings**. 2004. Disponível em: www.corusconstruction.com. Acesso em: 20 out. 2023.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2023.

DRENNAN, Michael Bryan. **Comparative Construction Costs of Typical Low-rise Office Buildings in South Africa**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engineering In Structural, Faculty Of Engineering At Stellenbosch University, University Of Stellenbosch, South Africa, 2017. Disponível em: <https://scholar.sun.ac.za/items/3903c152-b73f-455d-8a1f-7ef92af05530>. Acesso em: 20 out. 2023.

FABRIZZI, M. A. **Contribuição para o projeto e dimensionamento de edifícios de múltiplos andares com elementos estruturais mistos aço concreto**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: http://web.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2007ME_MarceladeArrudaFabrizzi.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

PINHO, Fernando; PENNA, Fernando Ottoboni. **VIABILIDADE ECONÔMICA**. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2008. 84 p. Disponível em: https://mkestruturasmetalicas.com.br/mkmanuais/Manual_Viabilidade_Economica.pdf. Acesso em: 22 out. 2023.

QUEIROZ, Matheus; MESQUITA, Leonardo Carvalho. **Comparativo de custos, consumo de materiais e peso entre sistema estrutural em concreto armado e sistema misto de aço e concreto aplicados em um edifício de múltiplos andares**. **Revista UFV** - Curso de Graduação em Engenharia Civil, n.1, v. única, s.p., ago. 2018. Disponível em: <https://ecv.crp.ufv.br/wp-content/uploads/2020/06/Matheus-QueirozLeonardo-Mesquita.pdf>. Acesso em: 22 out. 2023

ROSSATTO, Bárbara Maier. **Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto armado: estudo de caso**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (ufsm, Rs), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: https://silo.tips/queue/estudo-comparativo-de-uma-edificacao-em-estruturametalica-concreto-armado-estudo?&queue_id=-1&v=1702864646&u=NDUuMjl1LjE0LjE5NA==. Acesso em: 22 out. 2023.

SÁ, ACÁCIA GIANE PEREIRA E.; SANTOS, WENDEL ALVES DOS. **Estruturas Mistas Aço e Concreto**. 2014. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/1167>. Acesso em: 22 out. 2023.

GOMES CARDOSO, CLEVERSON. **Estruturas Metálica, Flexão**. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15116/material/Flex%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2023.