

CONSTRU METAL 2025

10º CONGRESSO LATINO-AMERICANO
DA CONSTRUÇÃO METÁLICA

CONTRIBUIÇÕES
TECNOCIENTÍFICAS

Allianz Parque

▣▣▣▣ **Tema: Estruturas de aço e mistas de aço e concreto: projeto; dimensionamento; fabricação; e montagem.**

VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL MISTA E HÍBRIDA EM AÇO-CONCRETO VERSUS CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL EM EDIFÍCIO MULTIANDARES

Autores:

CEZAR VALMOR MORTARI

**CONSTRU
METAL
2025**

09 SET

Allianz Parque
São Paulo-SP



Viabilidade econômica da solução estrutural mista e híbrida em aço-concreto versus concreto armado convencional em edifício multiandares

O objetivo geral deste artigo é comparar os custos de sistemas estruturais mistos e híbridos aço-concreto, com o sistema estrutural em concreto armado convencional, em edifício alto multipavimentos, em Goiânia – GO.

Além de executar o orçamento de uma obra idêntica projetada nos dois sistemas estruturais, este estudo procurou encontrar parâmetros que pudessem quantificar e precificar as vantagens do sistema industrializado e pré-fabricado *off site*.

1 INTRODUÇÃO

No contexto da engenharia civil contemporânea, a busca por soluções estruturais que conciliem desempenho técnico, economicidade e sustentabilidade é fundamental, especialmente em edifícios de andares múltiplos.

Este artigo apresenta estudo comparativo sobre a viabilidade técnico-econômica das estruturas Mistas e Híbridas Aço-Concreto em relação às estruturas de Concreto Armado convencional, aplicado a um edifício hipotético, com 22 pavimentos, e pretende adicionar elementos de análise econômica objetiva, praticamente inexistentes.

O objetivo é concentrar-se nos resultados, colaborando com o mercado da construção, na viabilidade de migração da construção convencional para a construção industrializada a seco e pré-fabricada (Off Site).

2 REFERENCIAL TEÓRICO / FUNDAMENTAÇÃO

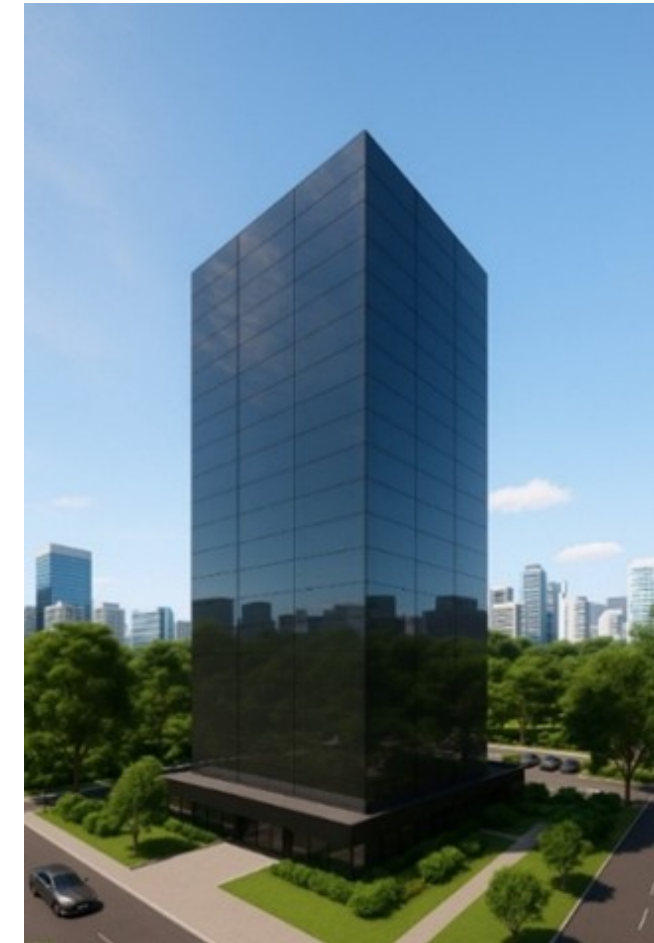
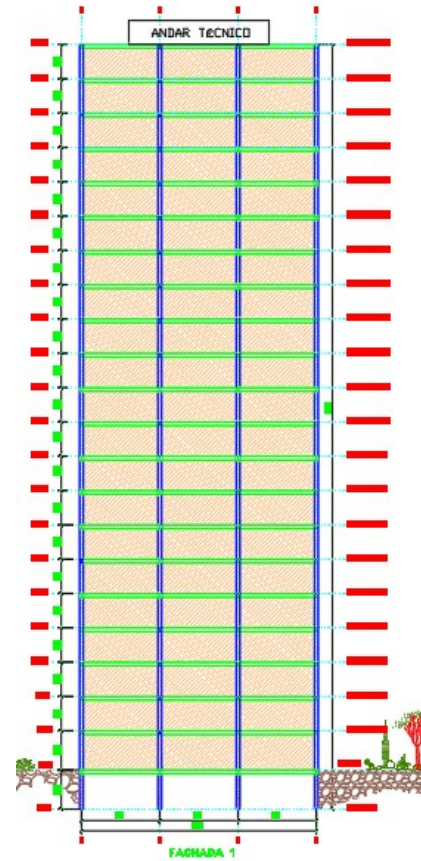
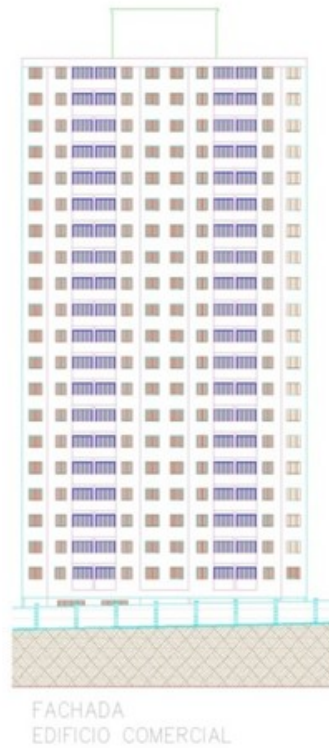
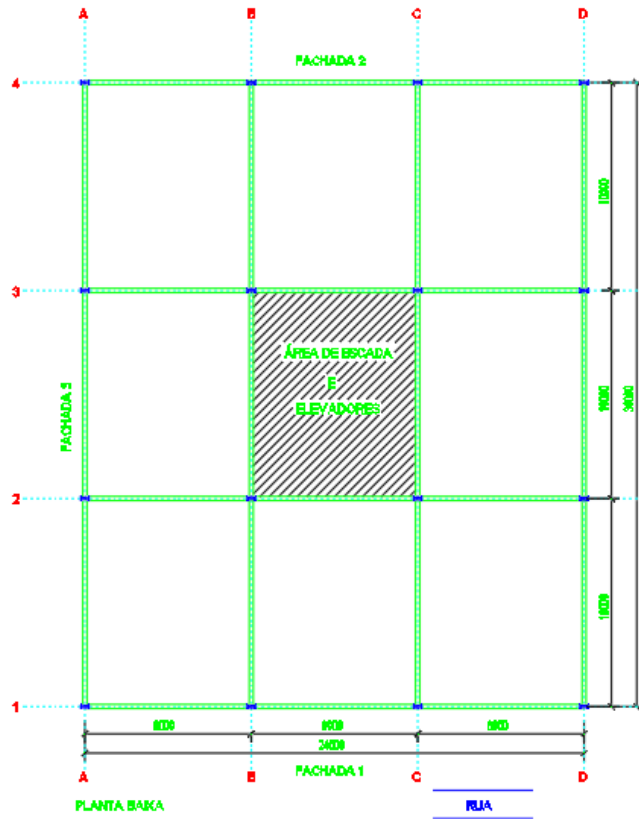
Foi feita a busca do estado da arte neste assunto, verificando-se que, em todas as abordagens as vantagens são sempre citadas porém, não precificadas.

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

A pesquisa teve como premissa a análise de um edifício hipotético de andares múltiplos, com 22 pavimentos, a ser construído no bairro Bueno, da cidade de Goiânia - GO, nomeado Business Center Building.

O projeto arquitetônico básico foi produzido pelo autor, com implantação em um terreno, com tamanho suficiente para acomodar as dimensões previstas do edifício.

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)



3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

Número de Pavimentos:	01 Subsolo; 01 Térreo e 20 Tipos - Total = 22 Pavimentos			
Comprimento do Edifício:	30	m		
Largura do Edifício:	24	m		
Pé Direito	3,2	m		
Área Construída /Térreo:	1200		1	1200 m2
Área Construída / pavimento Tipo:	720		21	15120 m2
Área Construída Total:			22	16320 m2
Nível 1o. Pavimento:	-	3,2	m	
Nível Último Pavimento:	+	67,2	m	
Altura Total dos Pilares:		70,4	m	
Sobrecarga:		300	kg/m2	

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

Volume total de Concreto Armado:	4385	m3			
Espessura Equivalente:	0,2687	m3/m2			
Peso de Aço Longo	405601	kg			
Taxa Equivalente:	92,49	kg/m3			
Tipo de Paredes:	Alvenaria leve (bloco de vermiculita e=9cm - 500kg/m ³)				
Tipo de Lajes:	Laje tipo Nervurada				
Tipo de Estrutura Principal:	Concreto Armado moldado in loco				
Área de Lajes Total:				16320	m2
Volume total de Concreto Armado:				4385	m3
Peso de Aço Longo				405601	kg
Área de Forma	3 Reutilizações			29597	m2

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

3.2 DESENHOS MODELADOS PARA A SOLUÇÃO EM CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

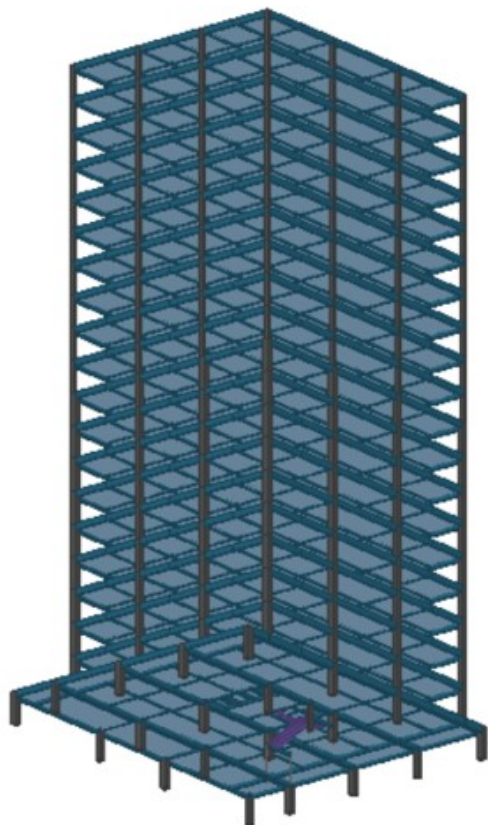


Figura 5: Vista Geral Concreto

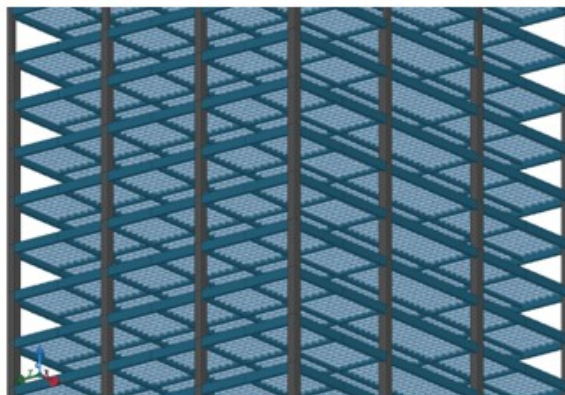


Figura 6:
Vista Geral Concreto

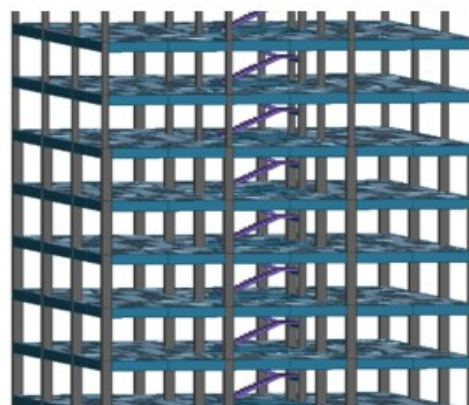


Figura 7:
Detalhe Pavimentos
Laje Alveolar

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

Peso da Estrutura Metálica	596000	kg		
Taxa de Consumo	36,52	kg/m ²		
Área Construída Real / Área de Lajes em Steel Deck	16320	m ²		
Peso da Armadura adicional nas Lajes	2,5	kg/m ²	40800	kg
Volume de Concreto das Lajes	0,115	m ³ /m ²	1877	m ³
Volume de Concreto do Core de Concreto	506,88	m ³		
Volume de Concreto do preenchimento dos Pilares	121,99	m ³		
Armadura do preenchimento dos Pilares	17932,40	kg		

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)



3.3 DESENHOS MODELADOS PARA A SOLUÇÃO EM ESTRUTURA MISTA E HÍBRIDA AÇO-CONCRETO

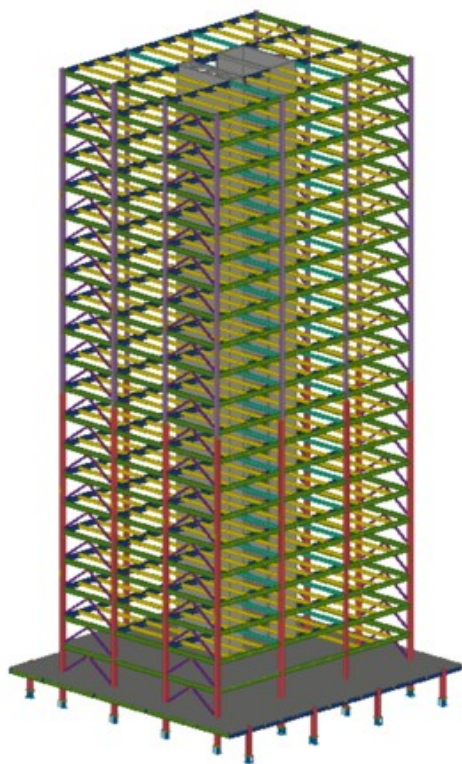


Figura 8: Vista Geral Mista

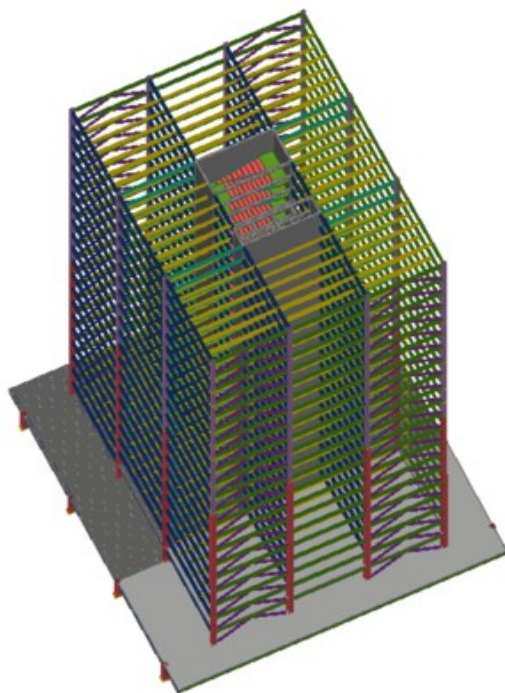


Figura 9: Detalhe Pavimentos

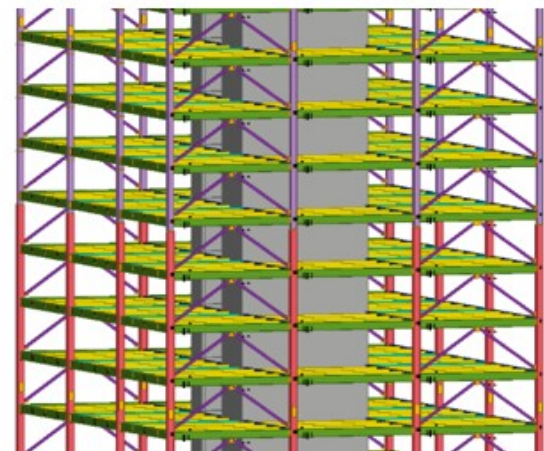


Figura 10: Detalhe Pavimentos
Lajes Steel Deck

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

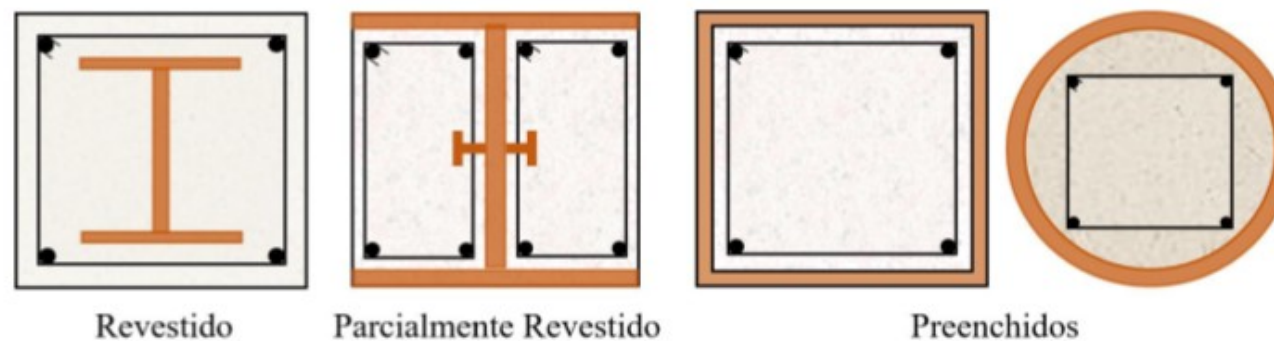


Figura 11: Tipos esquemáticos de pilares mistos Aço-Concreto

Fonte: Bonfim (2022) – Adaptado de NBR 8800/2008



Figura 12: Pilar Misto

Fonte: Autor

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

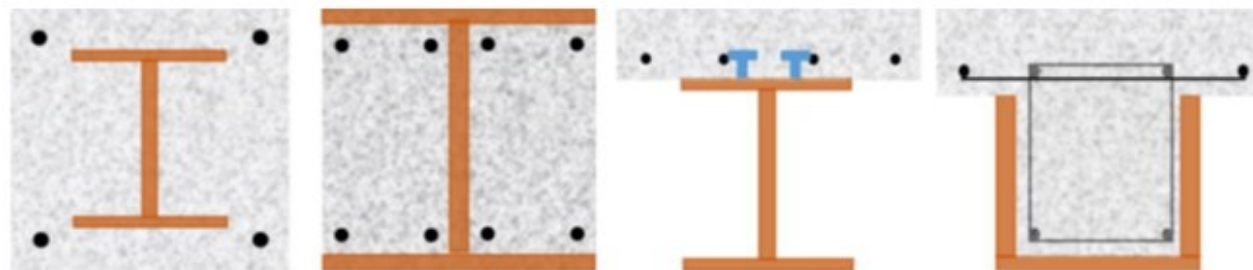


Figura 13: Tipos esquemáticos de vigas mistas Aço-Concreto
Fonte: Bonfim (2022) – Adaptado de NBR 8800/2008



Figura 14: Viga Mista
Fonte: Autor

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

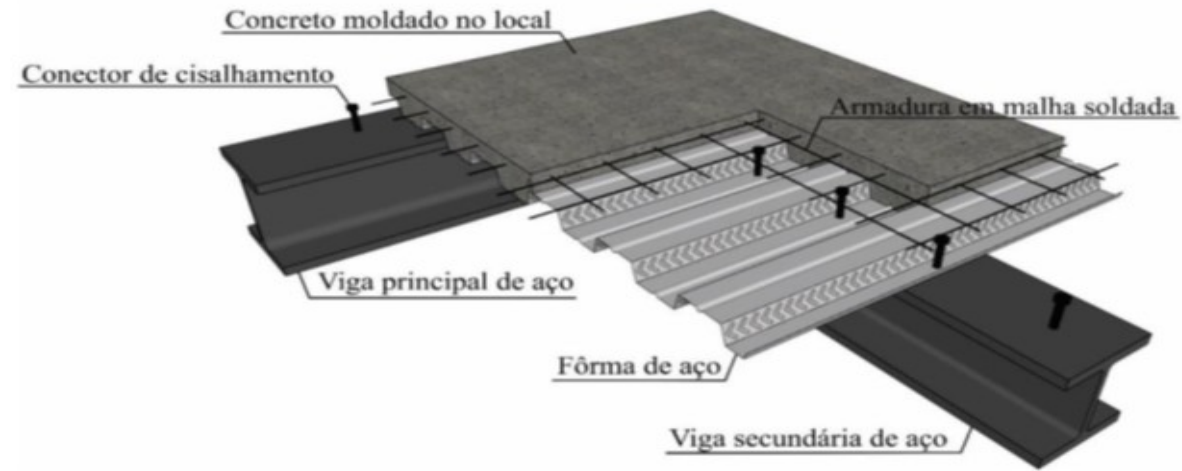


Figura 15: Detalhe esquemático de laje em Steel Deck
Fonte: Rodrigues (2020)



Figura 16: Laje Mista Steel Deck com Armadura - Fonte: Autor

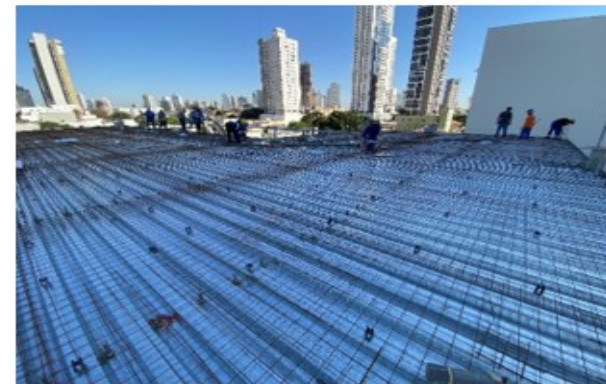


Figura 17: Laje Mista Steel Deck com Stud Bolts - Fonte: Autor

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

- 1ª etapa: de posse dos quantitativos, procedeu-se ao orçamento de cada uma das duas alternativas;
- 2ª etapa: foram pesquisados, item a item, aspectos favoráveis à solução Mista e Híbrida Aço-Concreto, os quais foram precificados ;
- 3ª etapa: foram listadas vantagens do sistema estrutural Misto Aço-Concreto, porém sem precificação. Objetivo desta listagem será a continuidade em pesquisas futuras buscando-se formas de monetização das vantagens elencadas.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos na pesquisa são apresentados a seguir, fundamentados nos seguintes parâmetros:

CUB Adotado (Julho 2025) - Sinduscon GO	2.994,18 R\$/m ²	(Padrão Comercial Alto)		
Área Real (AR)	16320 m ²			
Área Privativa Total (APT)	88%	da Área Real - Adotado		14362 m ²
Valor de Venda de Mercado / m ²	R\$ 12.000,00	Fonte: Ademi GO / Brain (Goiânia GO)		(Junho 2025)
VGV - Valor Geral de Vendas	APT x Valor de Venda de Mercado / m ²			R\$ 172.339.200,00 (Adotado)

4 RESULTADOS

Tabela 6: Prazos estimados em cronograma/histograma para a solução Concreto Armado

Prazo Total do Prédio:	600 dias	20 meses
Prazo Total da Estrutura (Fora Fundação/Escavações/Contenções):	240 dias	8 meses
CICLO:	10,91 dias	
Custo Total da Fundação:	R\$ 2.300.000,00	1,15 R\$ 2.645.000,00 (Adotado)

Fonte: Elaborado pelo Autor

4 RESULTADOS

Tabela 8: Prazos estimados em cronograma/histograma para a solução Mista e Híbrida Aço-Concreto

Prazo Total do Prédio:	510 dias	17 meses	Tempo do Concreto	240	8,00 meses
Prazo Total da Estrutura (Fora Fundação/Excavações/Contenções):	150 dias	5 meses	Tempo da Metálica	150	5,00 meses
CICLO:	6,82 dias		Ganho de Tempo	90	3,00 meses

Fonte: Elaborado pelo Autor

4 RESULTADOS

Comparativo Estrutura em Concreto Armado Convencional x Estrutura Híbrida e Mista Aço-Concreto

- **OBRA EM CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL**
(Obra em 20 meses)

Custo: **R\$ 12.645.409,24**

- **OBRA EM ESTRUTURA HÍBRIDA E MISTA AÇO-CONCRETO**
(Sem Proteção Passiva contra Incêndio)
(Obra em 17 meses)

Custo: **R\$ 18.414.192,59**

(+ 45,62% - Face-to-Face)

4 RESULTADOS

PRECIFICAÇÃO DAS VANTAGENS DA ESTRUTURA MISTA E HÍBRIDA AÇO-CONCRETO

Menos Fundações:			-13% de R\$ 2.301.150,00	= R\$ 343.850,00
Menos vulnerabilidade trabalhadores:	0,15%	1,06%	R\$ 300.000,00 37 trab.	= R\$ 117.727,27
Menor índice de seguro:	1,00%		R\$ 30.159.360,00	= R\$ 301.593,60
Menos 3 meses de custos fixos:	3	5%	R\$ 4.308.480,00	= R\$ 646.272,00
Redução do Custo Financeiro do Investimento:	1	1,58%	R\$ 12.645.409,24	= R\$ 199.165,20
Aumento Produtividade do escritório:	5%	15,00%	R\$ 172.339.200,00	= R\$ 1.292.544,00
Ganho financeiro 0,8% VGV 80% ocupação:	3	0,64%	R\$ 172.339.200,00	= R\$ 3.308.912,64
Redução dos resíduos:	30,00%	448	134 R\$ 1.500,00	= R\$ 201.600,00

4 RESULTADOS

PRECIFICAÇÃO DAS VANTAGENS DA ESTRUTURA MISTA E HÍBRIDA AÇO-CONCRETO

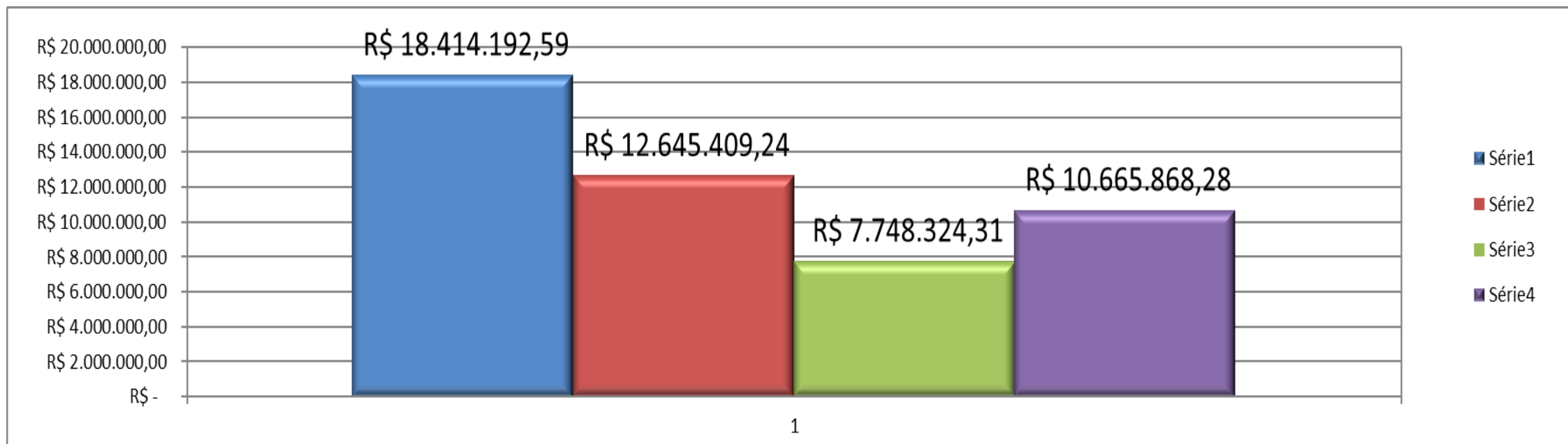
Aumento de ABL (Área Bruta Locável):	0,30%	R\$ 172.339.200,00	= R\$ 517.017,60
Vigas menores - Ganhos nas Fachadas:	22 10,8	R\$ 900,00	= R\$ 213.840,00
Vigas menores - Ganhos Vedações internas	22 21,6	R\$ 150,00	= R\$ 71.280,00
Precisão dimensões externas:	7258 m2	R\$ 200,00 10%	= R\$ 145.152,00
Produtividade não escoramento:	330,00 6,06%	2,50% R\$ 172.339.200,00	= R\$ 261.120,00

Outras vantagens precificadas = R\$ 128.250,00

VALOR TOTAL DA PRECIFICAÇÃO DAS VANTAGENS: R\$ 7.748.324,31

4 RESULTADOS

Gestão à Vista dos Custos Equalizados:



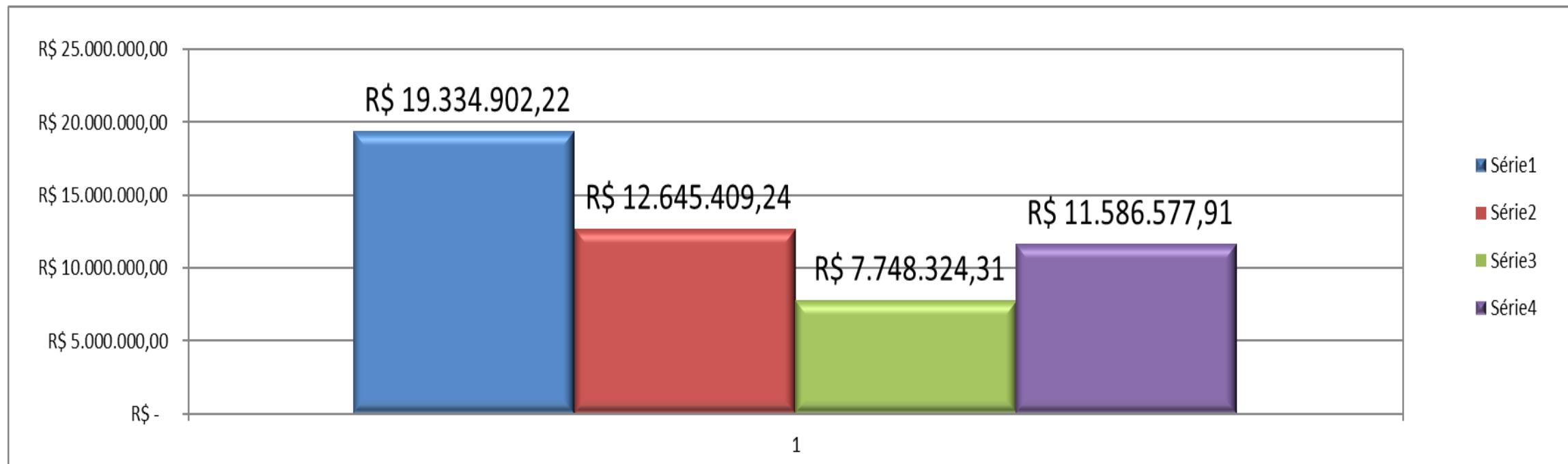
Série 1: Estrutura Metálica Mista; Série 2: Estrutura em Concreto Armado; Série 3: Vantagens no uso da Estrutura Metálica Mista; Série 4: Custo final da Estrutura Metálica Mista

(Sem Proteção Passiva contra Incêndio)

Vantagem para a alternativa Estrutura Mista e Híbrida Aço-Concreto: - 15,65%

4 RESULTADOS

Gestão à Vista dos Custos Equalizados:



Série 1: Estrutura Metálica Mista; Série 2: Estrutura em Concreto Armado; Série 3: Vantagens no uso da Estrutura Metálica Mista; Série 4: Custo final da Estrutura Metálica Mista

(Com Proteção Passiva contra Incêndio)

Vantagem para a alternativa Estrutura Mista e Híbrida Aço-Concreto: - 8,37%

4 RESULTADOS

4.5 OUTRAS VANTAGENS RELEVANTES A SEREM CONSIDERADAS: A Favor da Solução em Estrutura Metálica - Mista e Híbrida – Aço-Concreto

- 1 Sistema construtivo **mais silencioso**
- 2 Melhor **compatibilidade** dos projetos
- 3 **Profissionalização** da construção
- 4 **Diminuição drástica do uso de madeira** nas obras - Desmaterialização
- 5 Migração contínua para a Construção Industrializada - **Circularidade**
- 6 Canteiros mais enxutos e mecanizados - **Simplificação**
- 7 Facilidades na **passagem** de utilidades
- 8 Dispensabilidade de apelar para a Cláusula de Tolerância - **Segurança Jurídica**
- 9 Melhor aplicabilidade da **Norma de Desempenho**
- 10 Melhor desempenho ao **Sismo**
- 11 **Redução do Desperdício** - ESG
- 12 **Redução do Custo** de Operação e Manutenção

4 RESULTADOS

4.5 OUTRAS VANTAGENS RELEVANTES A SEREM CONSIDERADAS: A Favor da Solução em Estrutura Metálica - Mista e Híbrida – Aço-Concreto

- 13 Facilidade de intervenções com alta **reciclabilidade**
- 14 **Custos mais previsíveis** - Segurança financeira
- 15 Necessidade de **menos colaboradores**
- 16 Solução global de **fundação mais econômica**
- 17 **Melhoria nas interfaces** e interferências com construções vizinhas
- 18 **Soluções estruturais mais simplificadas** tecnicamente
- 19 Execução da **FACHADA de baixo para cima**
- 20 **Ganhos de ACV** - Análise de Ciclo de Vida para a execução da obra e sua utilização
- 21 Incentivo à **cultura do Milímetro**
- 22 Diminuição drástica da varrição e retirada de entulhos - **Menos 134 caçambas**
- 23 **Menos perdas** por embargos
- 24 **Melhoria na imagem** da empresa - soft benchmark company

4 RESULTADOS

4.5 OUTRAS VANTAGENS RELEVANTES A SEREM CONSIDERADAS: A Favor da Solução em Estrutura Metálica - Mista e Híbrida – Aço-Concreto

- 25 **Menos autuações** do Ministério do Trabalho
- 26 **Aumento da produção** - crescimento mais rápido da empresa
- 27 **Melhoria do moral** da equipe - retenção de talentos
- 28 **Ganhos de pé-direito** com vigas menos altas
- 29 **Menor intromissão dos pilares** nos ambientes
- 30 **Melhoria de vagas** nas Garagens
- 31 Diminuição da pressão sobre os Aterros Sanitários - **Menos 90% das caçambas**
- 32 **Aderência às Certificações** LEED, EDGE e AQUA, e de ESG
- 33 **Menor consumo de água** (30%) (Custo para a Sociedade)
- 34 **Menor consumo de energia** (30%) (Custo para a Sociedade)
- 35 **Diminuição dos níveis de poeira** - Menos problemas de saúde na equipe
- 36 **Diminuição de problemas de saúde** bronco respiratórios (Custo para a Sociedade)

4.5 OUTRAS VANTAGENS RELEVANTES A SEREM CONSIDERADAS:

A Favor da Solução em Estrutura Metálica - Mista e Híbrida – Aço-Concreto

- 37 Ganhos na **diminuição de problemas de trânsito da cidade** - menos 630 viagens de 40 km (Custo para a Sociedade)
- 38 **Diminuição de acidentes de trabalho** pela ausência de escoramentos
- 39 Por possibilitarem **maiores vãos livres** - maior liberdade aos Arquitetos
- 40 **Antecipação da ocupação do imóvel** perante a concorrência - soft benchmark company
- 41 Possível **melhor cadastro no sistema financeiro**
- 42 **Diminuição de retrabalhos** para ajustes de esquadro \ prumo \ nível
- 43 **Evita desperdícios à jusante** - componentes pré-fabricados nos serviços posteriores
- 44 **Contratação antecipada de componentes** de vedações e acabamentos
- 45 **Amigabilidade** com a Lean Construction, Construção 4.0, às técnicas da Construção Seca e Construção Modular

5.1 Fatores Decisivos que colaboraram para viabilização da Estruturação Metálica Mista e Híbrida Aço-Concreto neste projeto:

- a) Modulação repetitiva e adequada - Atende necessidade modular das Garagens e usa todo o potencial do Aço (Modulações adequadas: 7,50m x 7,50m; 7,50m x 8,00m; 7,50 x 10,00m; 8,00m x 10,00m; 7,50m x 12,50m);
- b) Número reduzido de Pilares - Com núcleo de contraventamento em posição diametralmente centralizada;
- c) Necessidade de menos Mão de Obra - Trabalhadores mais qualificados, porém em menor quantidade e menos tempo – PRODUTIVIDADE.

5.2 Falso ambiente desfavorável ao sistema estrutural Metálico Misto Híbrido Aço-Concreto:

- a) Acúmulo de custos no início da Construção;
- b) Tecnologia dominada por poucas empresas ;
- c) Sistema refratário a alterações após início da construção;
- d) A construtora perde poder de intervenção na obra - “fica na mão do Fabricante”.

Este artigo se propunha há concentrar-se nos resultados concretos, obtidos nas análises, e **demonstra que as vantagens, constantemente elencadas pelo meio técnico, agora estão precificadas, mostrando que, as estruturas Mistas e Híbridas Aço-Concreto são mais vantajosas economicamente.**

Resta evidente que, à medida em que a adesão às práticas ESG, às Certificações tipo LEED, EDGE e AQUA-HQE, além de metas de Sustentabilidade, estiverem efetivamente incorporadas ao cotidiano das empresas de construção, aquelas **vantagens não precificadas certamente terão valor**, tornando a alternativa construtiva em estrutura mista e híbrida aço-concreto **altamente atraente.**

CEZAR VALMOR MORTARI

Engenheiro Civil (UFRGS – 1984); Mestre em Engenharia de Produção (UFG – 2021);

Professor convidado no MBI da FATESG; Diretor técnico da Ironbuild Engenharia

Metálica - Email: cezar.mortari@ironbuild.com.br

CONSTRU METAL 2025

09 SET

Allianz Parque
São Paulo-SP

10° CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA

WWW.CONGRESSOCONSTRUMETAL.COM.BR



@CONGRESSOCONSTRUMETAL

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO E PROMOÇÃO



AGÊNCIA DE VIAGENS OFICIAL

