

VIABILIDADE DE UM EDIFÍCIO PRÉ-FABRICADO COM ELEMENTOS PROTENDIDOS x ESTRUTURA CONVENCIONAL

Roger Loli¹; Fábio Albino de Souza²; Mauricio Sgarbi³.

¹ Engenheiro Civil / IDD / Pós-Graduação Estruturas Protendidas; roger@evo.eng.br

² Engenheiro Civil / Unicamp / IDD / EPBX / Departamento de Estruturas - DES; fabio@ebpx.com.br

³ Msc, Professor, Universidade Federal Fluminense; mauricio.sgarbi@gmail.com

RESUMO

A utilização de estruturas pré-fabricadas com elementos protendidos cada vez mais apresenta melhores soluções, no que diz respeito a redução de prazo de execução e custos das obras de edifícios comerciais e residenciais (ALBUQUERQUE, A.T-1999). A construção civil contemporânea devido à alta concorrência exige dos empreendedores soluções mais rápidas e com menos custos para a construção de edifícios. Menos desperdício de materiais, otimização do canteiro de obras, redução de horas trabalhadas e consequentemente acidentes de trabalho, e outros aspectos construtivos são fundamentais para um melhor retorno financeiro do empreendimento. O presente artigo científico tem por objetivo avaliar e comparar a construção de um edifício comercial de garagens (Edifício VITA - caso real já executado), com quatro pavimentos em Araranguá/SC, executado com estrutura e vedações convencionais (in loco), sendo que o sistema estrutural é em com lajes nervuradas planas e vigas somente nas bordas; paredes de vedações em alvenarias (tijolos cerâmicos com revestimento em argamassa de cimento) e o acabamento das lajes em concreto polido (tipo industrial), em relação a uma construção industrializada, em concreto armado (pilares) e protendidos (lajes alveolares, vigas), modelado e dimensionado com as mesmas dimensões e características arquitetônicas da obra já concluída. Os resultados finais para cada tipo de sistema estrutural, serão desenvolvidos pelo autor deste artigo, sendo que para a obra com sistema estrutural in loco, já é existente, e para o sistema em pré-fabricados, será desenvolvido um projeto específico. Os custos das duas obras serão feitos de acordo valores de mercado atual, sendo que será consultado também em empresas da região, para se fazer essa avaliação. No final do artigo será apresentado os comparativos e particularidades dos dois sistemas estruturais para esse edifício, no que diz respeito ao prazo de execução, e o custo final de cada tipo, com destaque para os itens :consumo de materiais, e mão de obra.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas pré-fabricadas. Concreto Protendido. Viabilidade econômica. Edifício garagem. Lajes.

ABSTRACT

The use of prefabricated structures with prestressed elements increasingly presents better solutions, as regards the reduction of execution time and costs of works of commercial and residential buildings. Contemporary construction due to high competition demands from entrepreneurs faster and less costly solutions for buildings. Less waste of materials, optimization of the construction site, reduction of hours worked and consequently accidents at work, and other constructive aspects are fundamental for a better financial return of the enterprise. This scientific article aims to evaluate and compare the construction of a commercial garage building (VITA building – real case already executed), with four floors in Araranguá/SC, executed with conventional structure and fences (in loco), the structural system is in flat ribbed slabs and beams only at the edges; masonry fence walls (ceramic bricks coated with cement mortar) and the finishing of polished concrete slabs (industrial type), in relation to an

industrialized construction, reinforced concrete (pillars) and prestressed (hollow slabs, beams), modeled and scaled to the same dimensions and architectural features as the completed with structural system already in place, and for the prefabricate system, a specific project will be developed. The costs of both works will be made according to current market values, and will also be consulted in companies in the region, to make the assessment. At the end of the article will be presented the comparatives and particularities of the two structural for this building, regarding the execution time, and the final cost of each type, highlighting the itens/; material consuptiom, and labor.

KEYWORDS : Prefabricated structures concrete. Economic viability. Garage Buildings. Slabs.

1. INTRODUÇÃO

O sistema construtivo é uma escolha determinante para a viabilização de novos empreendimentos que buscam o retorno financeiro (BARALDI A.T.-2010), qualidade e conforto para os usuários e arquitetura diferenciada, assim os objetivos e tendências atuais da engenharia civil estão voltadas para o projeto de sistemas que possibilitem obras mais rápidas, com menos custo, planejamento e arquitetura moderna. Um sistema que tem ganhado muito espaço no cenário brasileiro é a utilização de estruturas de concreto pré-fabricado (SERRA S.M.B, et al) principalmente com a utilização da protensão, que se mostra muito vantajoso em empreendimentos dos mais diversos, onde há a utilização repetida de peças, a otimização de vãos maiores, a redução da seção dos elementos estruturais, o que permite uma execução mais rápida, menos desperdício de materiais no canteiro, e redução da mão de obra comparado ao concreto moldado in loco. Essa última, ainda é a mais utilizada no Brasil, frequentemente é marcada por processos com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade e incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental.

Dessa forma, faz-se necessário fortalecer o uso de sistemas construtivos industrializados, que têm como características inerentes maior planejamento e estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística mais precisos, além de melhores condições de trabalho e melhor desempenho ambiental.

Esse tipo de estrutura traz consigo diversas vantagens, como facilidade de transporte, eliminação do cimbramento, simplicidade e rapidez de montagem, maior qualidade e confiabilidade e economia. Tal perspectiva fica ainda mais interessante pois dispensa quase totalmente os serviços de armação, carpintaria, revestimentos e estocagem, favorecendo, assim, até o canteiro de obras com uma logística mais precisa (Mounir K. El Debs-2000).

Com o objetivo de verificar o exposto até aqui, através de um comparativo entre dois sistemas estruturais para a execução de um edifício de garagens, composto de 12 pavimentos, será analisado e verificado a viabilidade da execução do referido edifício em estrutura pré-fabricada com elementos protendidos em relação a uma estrutura convencional (in loco). Será abordado nesse estudo de caso, as características arquitetônicas do edifício, o local de implantação, o prazo de construção exigido pelo empreendedor, as interferências externas da obra, o prazo final da execução da estrutura e valores.

2. DESCRIÇÃO DA OBRA EM ESTUDO (Edifício Garagem Vita)

O Edifício Garagem Vita, analisado neste artigo, é em bloco único, com quatro pavimentos, sendo esses: subsolo, primeiro pavimento, segundo pavimento e terceiro pavimento. Foi concebido com estrutura convencional (in loco), com fundações profundas em estacas hélice contínua, lajes planas nervuradas com vigas nas bordas, rampas e escadas maciças (Figura 1). Tem por finalidade, servir de garagens para estacionamento do Edifício Comercial Vita (salas comerciais), na cidade de Araranguá/SC.

As suas dimensões em planta são de 30.00m de largura, e 27.00m de extensão para os fundos. A área total de construção é de 3.240,00m².

3. SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA

De posse do projeto arquitetônico à época do projeto estrutural, fez-se um estudo preliminar das soluções estruturais cabíveis. A arquitetura apresentará as restrições que deveriam ser observadas para que não se perdesse aspectos como a funcionalidade e estética do seu projeto. Mas como a geometria do edifício era simples (Figura 2), permitindo-se a modulação dos vãos entre pilares, igualmente para todos os pavimentos, foi apresentado aos proprietários solução com estrutura pré-fabricada (com elementos protendidos ou não), bem como solução com estrutura in loco com a laje plana nervurada, à época em cubetas plásticas. Os proprietários, após essas informações, sem sequer avaliarem o investimento em estrutura pré-fabricada, optaram por fazer a obra com estrutura in loco (convencional), alegando que o desembolso financeiro para a construção, não poderia ser poucos meses, como exige no pré-fabricado, e que os mesmos são proprietários de Usinas de Concreto na região, o qual obteriam um maior benefício financeiro com o concreto a preço de custo de produção somente.

Para a construção, os proprietários contrataram mão de obra direta (própria), formada por uma equipe de 15 homens, durante os 12 meses de construção da obra. As caixarias foram de chapas de madeirite plastificado para melhor reaproveitamento. Escoramentos foram em madeira de eucalipto roliço, bem como os barrotes de sustentação das chapas de madeirite em seção retangular 7x12cm.

As armaduras foram todas passivas, concreto com resistência característica de 30MPa, e blocos de enchimento das lajes em EPS. As cargas da estrutura conforme NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.

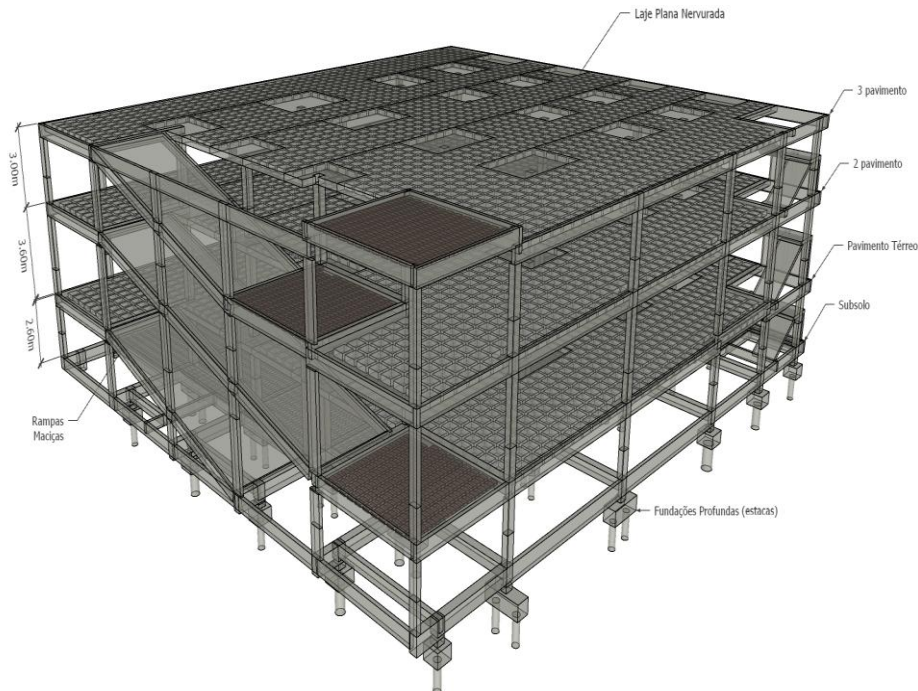


Figura 1 -Vista geral da estrutura in loco com lajes planas nervuradas. (CYPECAD 2018)

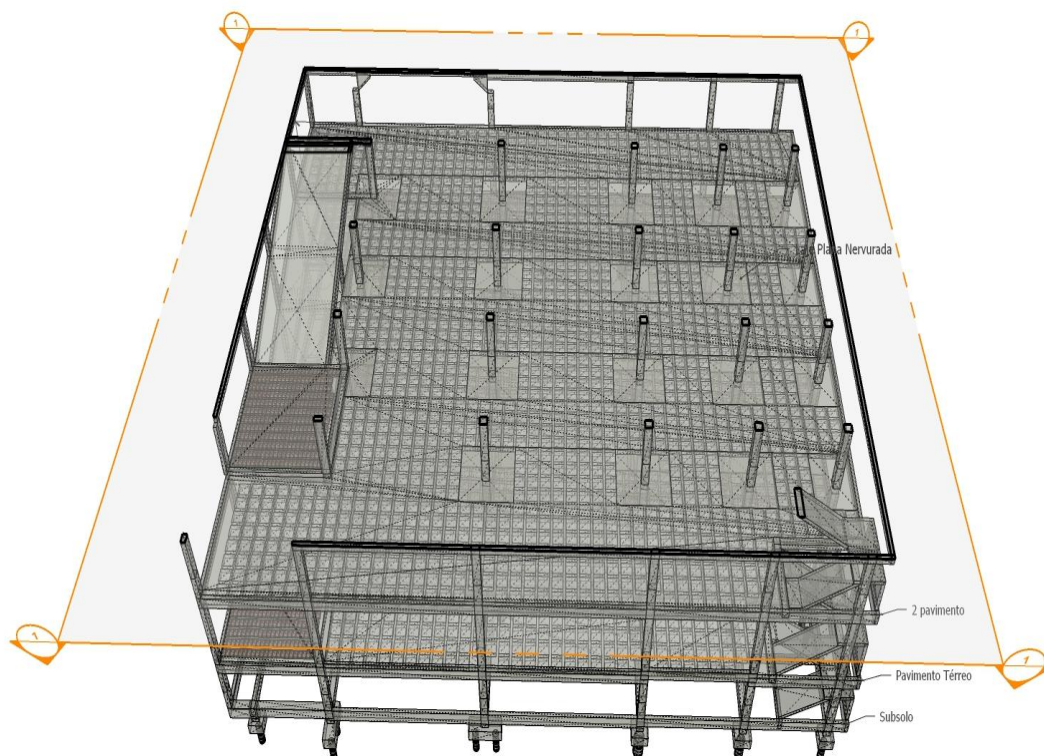


Figura 2 -Vista geral superior da estrutura em corte, com a distribuição dos pilares, conforme critérios do projeto arquitetônico. (CYPECAD 2018)

4. SOLUÇÃO ESTRUTURAL ALTERNATIVA (ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA)

Com o objetivo de comparar a estrutura executada (real), com uma estrutura pré-fabricada com elementos protendidos, foi estudado e lançada a obra considerando-se esse sistema, ficando composta de fundações in loco (as mesmas da obra real), pilares/consolos, vigas de bordas/intermediárias, escadas, e lajes unidirecionais do tipo alveolar para os pisos bem como nas rampas. (Figuras 3 e 4)

O modelo foi lançado e dimensionado no software CYPECAD, programa esse para projeto estrutural em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de concreto e aço que engloba as etapas de lançamento do projeto, análise e cálculo estrutural, dimensionamento e detalhamento final dos elementos. Os recursos para detalhamento e dimensionamento estão de acordo com as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118), Estruturas de Concreto Pré-moldado (NBR 9062), fundações (NBR 6122), carregamentos (NBR 6120), barras (NBR 7480), ventos (NBR 6123), ações e combinações (NBR 8681).

Ficou como elementos protendidos, nessa estrutura, vigas dos pavimentos superiores, a qual sustentam as lajes, e lajes alveolares, com a utilização cordoalha CP-190 e fios CP-175 respectivamente para estes elementos.

4.1 VANTAGENS DE SE UTILIZAR PRÉ-FABRICADOS PROTENDIDOS

4.1.1 BENEFÍCIOS

A contribuição dos pré-fabricados de concreto para a construção civil é de valor inquestionável, uma vez que eles permitem aos projetistas maior flexibilidade na criação de estruturas com geometrias perfeitas, garantindo ao resultado o aspecto estético pretendido. Ao mesmo tempo, este recurso aumenta a produtividade dos processos construtivos, reduzindo tanto o tempo de construção quanto o orçamento final da obra, que é realizada com a precisão necessária.

Como vantagem extra, o artifício da protensão aplicado aos pré-moldados agrega a este recurso construtivo uma resistência maior à tração, reduzindo ou anulando as características indesejáveis do concreto, aumentando a confiabilidade das estruturas e o aspecto estético final que elas apresentam.

4.1.2 INTRODUÇÃO DE ESTADO PRÉVIO DE TENSÕES

A técnica da protensão aplicada ao concreto que é utilizado na produção dos pré-moldados consiste na introdução de esforços prévios nas peças. Esses esforços reduzirão ou anularão as tensões de tração que o pré-moldado foi projetado para receber na estrutura que irá compor.

Na prática, a aplicação desse artifício consiste na introdução de aço de alta resistência na peça, que será tracionado e ancorado no próprio concreto. Desta maneira, a faixa de trabalho do concreto é deslocada para o ponto da compressão, característica para a qual o material apresenta maior eficiência.

4.1.3 BENEFÍCIOS TÉCNICOS

Os benefícios técnicos do pré-moldado protendido são inúmeros. A começar pela redução ou eliminação das fissuras que podem ocorrer com as peças que não são protendidas, inclusive durante o transporte. Ainda, são reduzidas as tensões de tração que ocorrem em função de esforços cortantes e da flexão da estrutura. Também há maior facilidade na produção das peças, que exigirão menor quantidade de concreto e de aço na produção, uma vez que o material empregado é mais resistente.

Além disso, como durante a operação de protensão o concreto e o aço são submetidos a tensões superiores às das que sofrerão com as cargas de serviço, os pré-fabricados protendidos tornam-se ainda mais confiáveis, uma vez que passam por um processo que pode ser entendido como uma prova de carga preliminar.

Redução ou pouca diferença das deformações globais da estrutura, se comparada a uma estrutura convencional que tem mais inércia em seus elementos (Figura 5).

4.1.4 SUSTENTABILIDADE

Por conta da redução de custos, materiais e tempo de obra, a escolha pelo concreto protendido se torna também sustentável. O primeiro motivo: o concreto protendido usa menos material e tem etapas de fabricação controlados, reduzindo desperdício de material e uso inadequado da mão-de-obra. Esta leveza que é consequência da protensão, impacta positivamente no transporte das peças pré-fabricadas com concreto protendido. Material mais leve é igual menos carga e menos consumo de combustível na hora de transportar essas estruturas (IPT-1988).

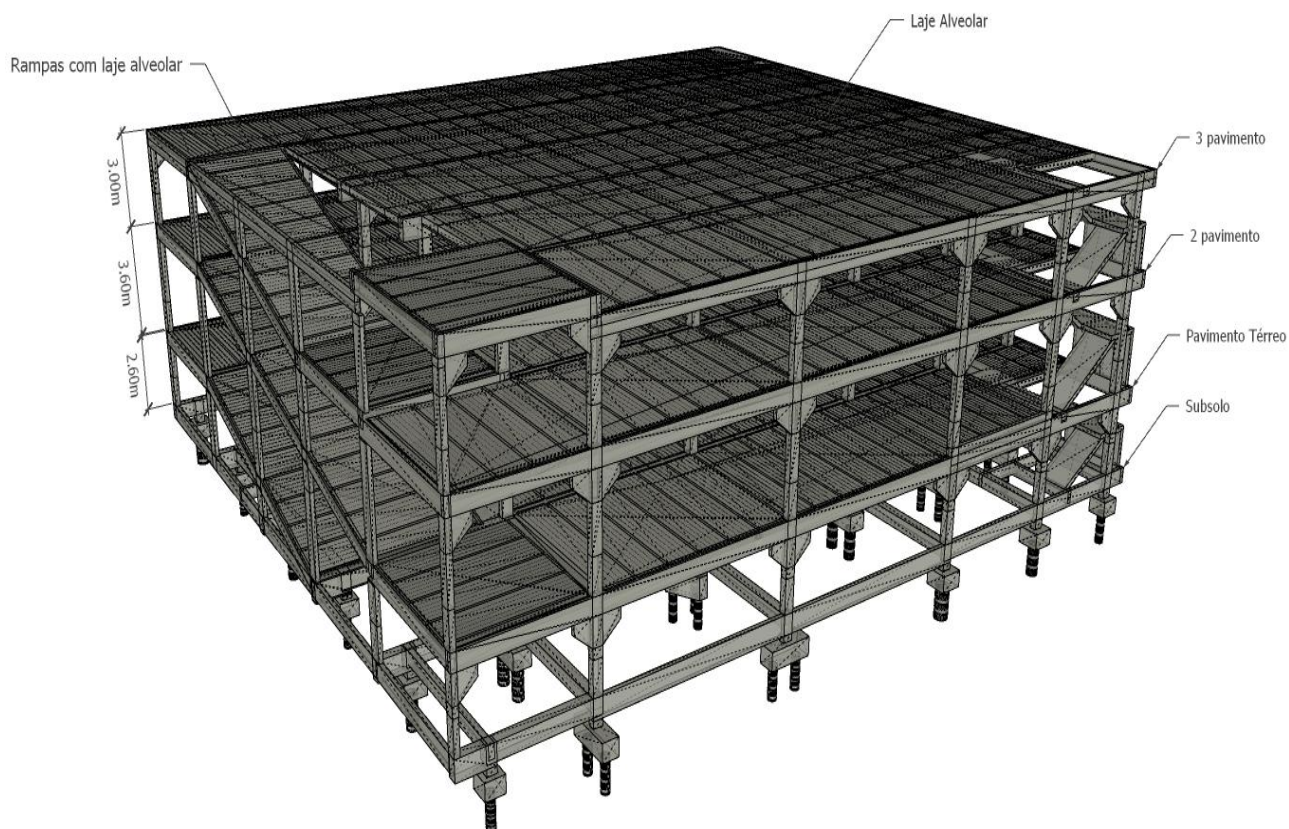
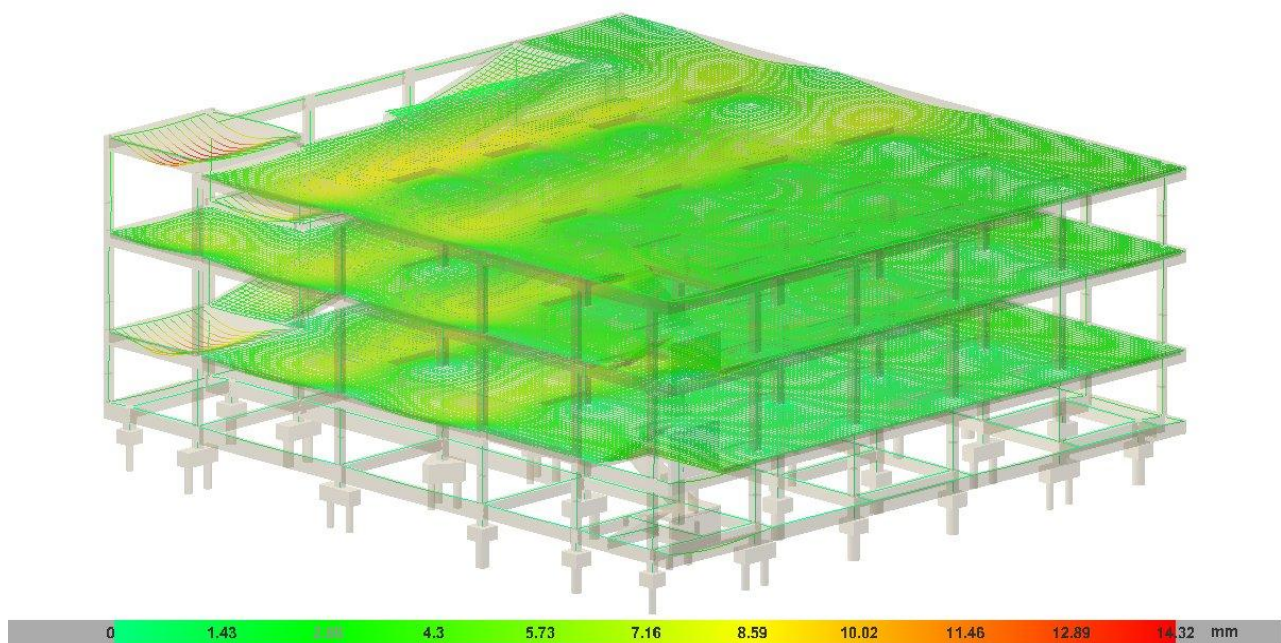


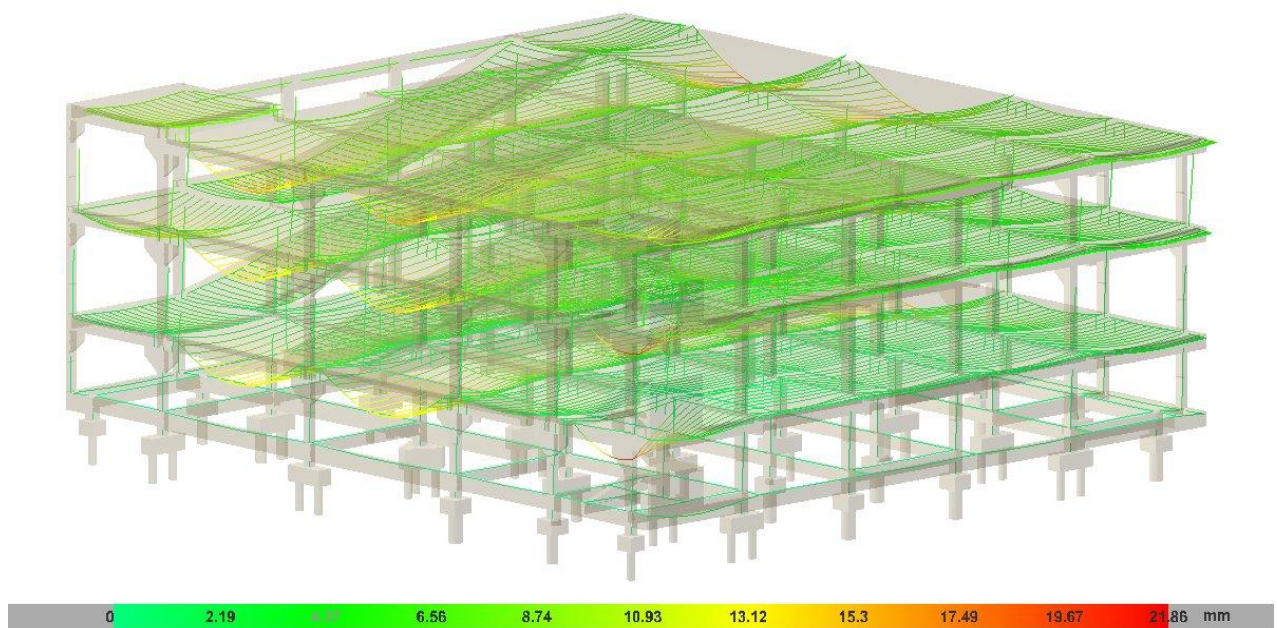
Figura 3 -Vista geral da estrutura pré-fabricada com lajes alveolares. (CYPECAD 2018)



Figura 4 -Vista geral superior da estrutura em corte, com a distribuição dos pilares, conforme critérios do projeto arquitetônico. (CYPECAD 2018)



Deformações globais da estrutura convencional in loco com lajes nervuradas.



Deformações globais da estrutura em elementos pré-fabricados protendidos.

Figura 5 – Comparativo das deformações globais, entre os sistemas estruturais.(CYPECAD 2018)

5. DETERMINAÇÃO DE CUSTOS PARA AVALIAÇÃO

“A palavra custo norteia todo o conceito de viabilidade econômica de um empreendimento (SALAS S. J.-1998). Dentre os vários tipos de custos existentes, define-se o custo total de produção como sendo o total das despesas realizadas pela empresa ou empreendedor, usando-se das combinações mais econômicas dos fatores, obtendo-se determinada quantidade de produto”.

Para a avaliação dos custos dos sistemas estruturais em estudo neste artigo, utilizou-se de dados dos consumos de materiais, conforme respectivos projetos estruturais, e valores reais fornecidos pelo empreendedor, que acompanhou e planilhou seus gastos durante a execução da obra (sistema convencional). Para o sistema de estruturas pré-fabricadas, de posse do projeto estrutural, foi consultado uma indústria de pré-fabricados da região da obra, não mais distante do 40 Km para efeito de transporte das estruturas (item 5.2).

Abaixo tabelas 1 e 2, com consumo de materiais dos dois sistemas estruturais respectivamente, e Gráfico 1 com comparativo entre os mesmos, nesse verifica-se expressiva redução de aço devida a proteção, principalmente das lajes alveolares:

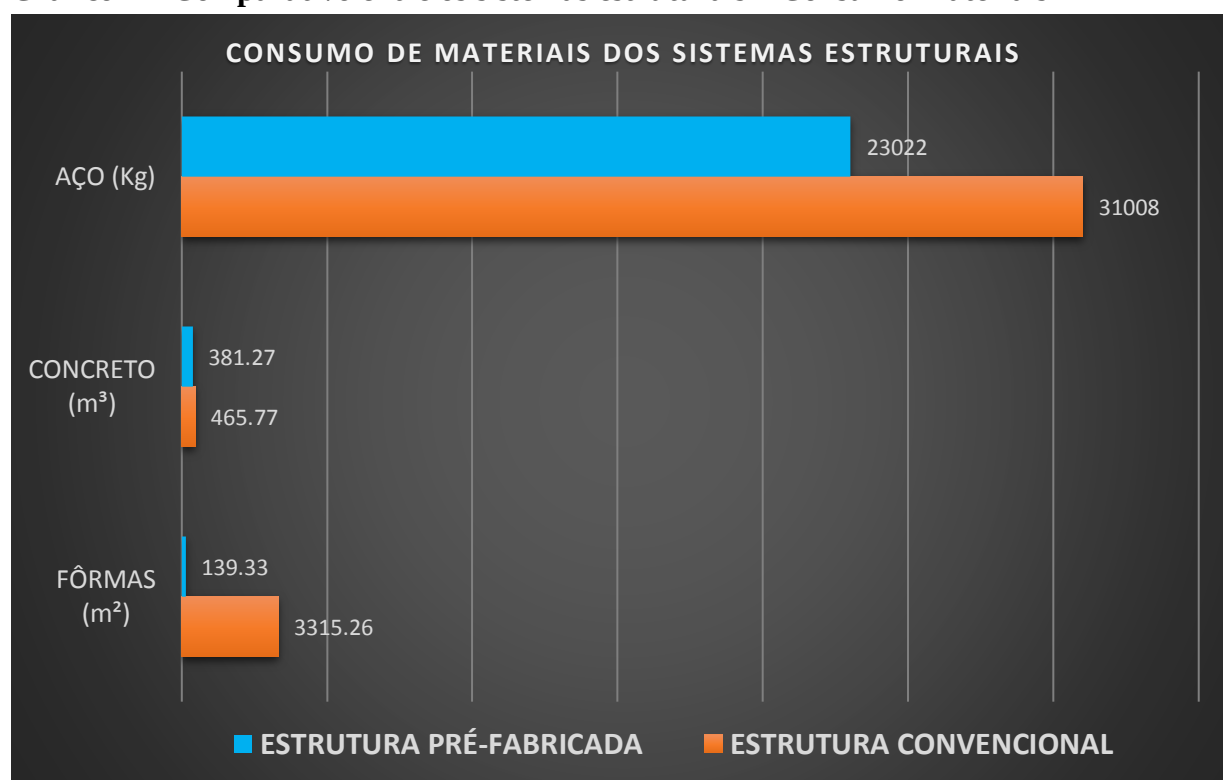
Tabela 1 - Estrutura convencional (in loco)

Elemento	Fôrmas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
Blocos Fundações	77.22	21.30	1556
Lajes pré-fabricadas	-	5.070	164
Lajes nervuradas	2187.93	299.76	14770
Armadura base de zonas maciças	-	-	2874
Lajes maciças	-	16.33	955
Vigas	648.11	84.81	6573
Consoles curtos	-	0.570	63
Pilares	402.00	31.72	3540
Escadas	-	6.21	513
Total	-	465.77	31008
Índices (por m²)	-	0.19	12.44
Superfície total: 2491.08 m²			
Nº blocos de lajes nervuradas = 4713 Unid.			

Tabela 2 - Estrutura pré-fabricada

Elemento	Fôrmas (m ²)	Superfície (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
Blocos Fundações c/ cálices	139.33	-	38.10	2540
Lajes alveolares c/ capa	-	2187.93	153.16	3041
Vigas	-	275.29	145.18	7184
Consoles curtos	-	-	13.25	1431
Pilares	-	-	25.37	3524
Escadas	-	37.92	6.21	513
Total	-	2501.14	381.27	18233
Índices (por m²)	-	-	0.15	7.32
Superfície total: 2491.21 m²				
Aço proteção vigas/lajes = 4.789 Kg				

Gráfico 1 – Comparativo entre os sistemas estruturais – Consumo Materiais



5.1 ORÇAMENTO DISCRIMINADO PARA ESTRUTURA CONVENCIONAL (IN LOCO)

OBRA : EDIFÍCIO GARAGEM VITA		ÁREA CONSTRUÇÃO : 3.240,00m²		
LOCAL : ARARANGUÁ/SC		DATA : OUTUBRO/2019		
DISCRIMINAÇÃO	Un.	Quant.	Total	Total Item (R\$)
1 DIVERSOS				9.974,00
1.1 Limpeza terreno	m²	3240.00	1782.00	
1.2 Locação obra	m²	3240.00	2592.00	
1.3 Instalação canteiro (tapumes/barraco /depósito / sanitários/energia)	un	1.00	5600.00	
2 INFRA-ESTRUTURA				31.672,65
BLOCOS SOBRE ESTACAS//PILARES ATÉ NÍVEL BALDRAME				
2.1 Concreto Fck=30MPA-BLOCOS	m³	32.40	10368.00	
2.2 Concreto Fck=30MPA-PILARES	m³	11.30	3616.00	
2.3 Aço CA-50/60	Kg	1998.00	9590.40	
2.4 Escavação mecânica até 1.50m	m³	88.00	5456.0	
2.5 Madeira caixaria	m²	127.40	1433.250	
2.6 Pregos	Kg	42.00	546.0	
2.7 Arame recozido	Kg	51.00	663.0	
3 SUPER-ESTRUTURA				34.8859,90
VIGAS BALDRAME / PILARES ATÉ NÍVEL MEZ. METÁLICO				
3.1 Concreto Fck=30MPA-VIGAS	m³	84.81	27139.20	
3.2 Concreto Fck=30MPA-PILARES	m³	20.42	6534.40	
3.3 Concreto Fck=30MPA-LAJES	m³	321.16	102771.20	
3.4 Concreto Fck=30MPA- CONSOLES	m³	0.57	182.40	
3.5 Concreto Fck=30MPA-ESCADAS	m³	6.21	1987.20	
3.6 Aço CA-50/60	Kg	29010.00	139248.00	
3.7 Madeira Caixaria	m³	3237.00	36416.25	
3.8 Pregos	Kg	485.00	6305.00	
3.9 Arame recozido	Kg	725.25	9428.25	
4.0 Escoras eucalipto	ml	9920.00	18848.00	
4 MÃO OBRA				109.5120,00
4.1 Serviço de obra dos itens 1,2,3		1.00	777600.00	
4.2 Encargos sociais		1.00	194,400.00	
4.3 INSS da obra (Estimado 100% o valor para obras normais)		1.00	123120.00	
CUSTO TOTAL DA OBRA			R\$ 1.485,626.55	
CUSTO / M²			R\$ 458.53	

OBSERVAÇÕES :

1-Serviços a cargo do cliente :

* Serviços de terraplanagem, escavações, compactação de aterro.

* Estaqueamento da obra.

* Regularização da obra em órgãos municipais, estaduais, federais

2-Prazo para execução dos serviços : 10 meses

5.2 ORÇAMENTO PARA ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA

Criciúma, outubro de 2019.

Obra: Edifício Garagem VITA

Apresentamos nossa proposta para fornecimento e montagem de um estrutura pré-fabricada de edifício comercial, medindo de 27.00 x 30.00m, com 04 (quatro) pavimentos, e área total de construção de 3.240,00m² conforme projeto estrutural apresentado. A obra será montada na cidade Araranguá- SC.

1.Fornecimento

ITEM	UNID.	QUANTIDADES	VALOR
1.0 FUNDAÇÕES	UNID.	QUANTIDADES	R\$ 80,010.00
1.1 BLOCOS + CÁLICES SOBRE ESTACAS	m ³	38.10	
2.0 ESTRUTURA			R\$ 478,025.00
2.1 PILARES 40x40cm	m ³	39.00	
2.2 VIGAS 25x60cm (protendidas)	m ³	146.00	
2.3 ESCADAS	m ³	6.21	
3.0 ESTRUTURA			R\$ 371,960.00
3.1 LAJES ALVEOLARES h=20cm	m ²	2188.00	
			R\$ 929,995.00

OBS.1: Itens que não fazem parte do escopo de fornecimento:

- Vedação das juntas entre peças de concreto armado pré-moldado;
- Estaqueamento e Sondagem;
- Descidas pluviais.

2. Prazo de Execução: 160 Dias

3. Condições de Pagamento:

20%	30 Dias	= R\$ 185.999,00
25%	60 Dias	= R\$ 232.498,75
25%	90 Dias	= R\$ 232.498,75
10%	120 Dias	= R\$ 92.999,50
10%	150 Dias	= R\$ 92.999,50
10%	180 Dias	= R\$ 92.999,50

4. Validade da proposta: 30 Dias

5. Concreto terá FCK=30MPa – VIGAS e LAJES ALVEOLARES serão protendidas

5.2.1 Complementação do custo da Estrutura Pré-fabricada.

Para completar o custo da obra com estrutura pré-fabricada, será necessário adicionar o custo do capeamento das lajes alveolares, bem como o valor do INSS que para esse caso é enquadrada na categoria “obra totalmente pré-fabricada”, dentre as opções existentes para o órgão tomador desse encargo (Receita Federal) obtendo-se o benefício de um desconto de 70% sobre o mesmo.

Abaixo planilha com custo final.

ORÇAMENTO DISCRIMINADO

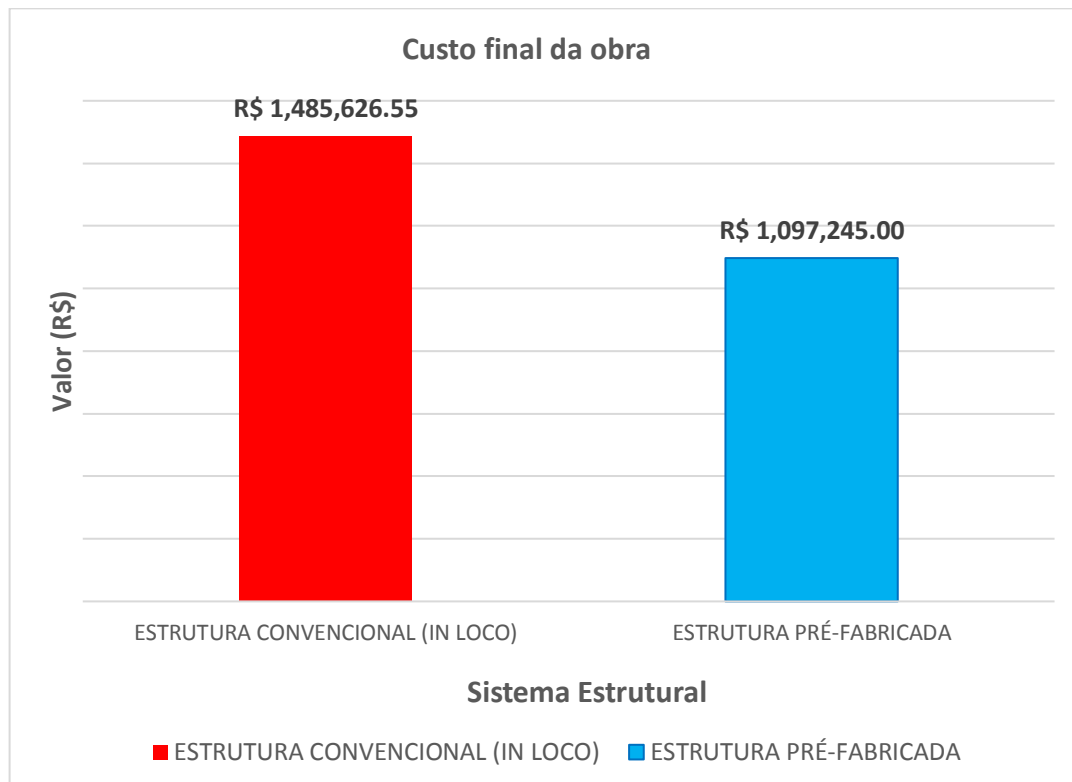
OBRA : EDIFÍCIO GARAGEM vita		ÁREA CONSTRUÇÃO : 3.240,00m²		
LOCAL : ARARANGUÁ/SC		DATA : OUTUBRO/2019		
DISCRIMINAÇÃO	Un.	Quant.	Total	Total Item (R\$)
1 DIVERSOS				9974.00
1.1 Limpeza terreno	m²	3240.00	1782.00	
1.2 Locação obra	m2	3240.00	2592.00	
1.3 Instalação canteiro (tapumes/barraco /depósito / sanitários/energia)	un	1.00	5600.00	
2 ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA (PREMEN PRÉ-MOLDADOS)	vl			929995.00
3 CAPEAMENTO LAJES				120340.00
3.1 CAPEAMENTO LAJES ALVEOLARES (h=10cm)	m²	2188.00	120340.00	
4 Encargos sociais				36936.00
4.1 INSS da obra (Estimado 70% o valor para obras normais)		1.00	36936.00	
CUSTO TOTAL DA OBRA			R\$ 1,097,245.00	
CUSTO / M²			R\$ 338.66	

6. RESULTADOS

6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Com o objetivo de obter uma visualização mais intuitiva dos valores para os sistemas estruturais neste artigo avaliados, abaixo estão os gráficos comparativos :

Gráfico 2 – Comparativo entre os sistemas estruturais – Valor final da estrutura



Assim observa-se uma diferença de R\$ 388.380,55 (Trezentos e oitenta e oito mil, trezentos e oitenta reais e cinquenta e cinco centavos), a menos para o sistema com estrutura pré-fabricada, um percentual de 26.14%. Sem dúvidas, se o investidor, tiver em caixa recursos financeiros disponíveis para o prazo solicitado em contrato com a empresa fornecedora do pré-fabricado, dificilmente, optará pelo sistema tradicional in loco.

Outro ponto importante no sistema estrutural em pré-fabricado, que contribuirá para a viabilidade econômica da obra, é prazo de construção, que também reduziu em cinco meses. Bem como encargo devido ao INSS, que diminui consideravelmente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração deste trabalho, pode-se perceber as diferenças dos sistemas estruturais considerados, não somente no valor, mas também em outros aspectos as vezes não levados em consideração. Em razão disso, a análise de viabilidade econômica de um empreendimento, não deve se ater apenas a um ou outro item, e sim em um contexto global envolvendo todas as características relevantes ao processo construtivo, como: tempo de execução, mão de obra empregada, recursos, materiais e equipamentos necessários, encargos sociais, qualidade, segurança, e no contexto atual a palavra sustentabilidade.

Na atual conjuntura da construção civil no Brasil, a mão de obra está cada vez mais escassa e desqualificada, e isso é o que vem aumentando os custos das obras convencionais, onde nos últimos anos podemos notar que o percentual estimado de 30% a 35%, está praticamente em 50% (no orçamento do item 5.1 este percentual está em 52%). E diante deste cenário, a pré-fabricação a cada dia torna-se mais necessário para a redução destes percentuais.

E, a protensão é uma ferramenta indispensável para que a viabilidade dos pré-fabricados tenham cada vez mais sucesso, do ponto de vista econômico, e técnico. Seu emprego a cada dia vem aumentando, a arquitetura contemporânea exige mais vãos livres e peças esbeltas de concreto. As empresas, bem como os profissionais de engenharia estrutural, que não utilizarem desta técnica estarão fadados ao atraso técnico e a sua desqualificação perante o mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDI. **Manual da Construção Industrializada. Volume 1 : Estrutura e Vedação.** Brasília. Tikinet, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 6118:2014** : requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ACKER, ARNOLD VAN. **Manual de sistemas de pré-fabricados de concreto.** FIP 2002, Tradução Marcelo Ferreira, ABCIC 2003.
- ALBUQUERQUE, A.T. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado.** 1999. Disponível em
<http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1999ME_AugustoTeixeiradeAlbuquerque.pdf>
Acesso 16 maio de 2016.
- ARAÚJO, J.M. **Curso de concreto armado.** 4 ed. v.4. Rio Grande: Dunas 2014.
- BARALDI, L.T. **Sistemas estruturais.** 2010. Disponível em:
<http://civilnet.com.br/Files/Sistemas%20Estruturais/1_Elementos%20estruturais.pdf>.
Acesso em: 2 maio 2016.
- BARTH, Fernando; VEFAGO, Luiz Henrique Macarini. **Tecnologia de fachadas Pré-fabricadas.** Florianópolis: EDUFSC, 2015.
- Carlos Chastre, Valter Lucio. **Estruturas pré-moldadas no mundo.**São Paulo. ABCIC, 2012.
- CARVALHO, R.C; PINHEIRO, L.M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:** segundo NBR 6118/2003. 3. ed. São Carlos: Edufscar, 2013.
- CORRÊA, M.R.S. **Aperfeiçoamento de modelos usualmente empregados no projeto de edifícios.** 1991. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- COSTA, O.O. **“Avaliação de desempenho de elementos de lajes alveolares protendidas pré-fabricadas”.** 2009. Disponível em: <livros01.livrosgratis.com.br/cp122093.pdf> Acesso em: 16 de maio de 2016.
- FIGUEROLA, Valentina. **Alto e pronto - Sistemas em concreto pré-moldado viabilizam a construção de edifícios com mais de 80 m de altura na Europa. No Brasil, edifícios de até dez andares são integralmente construídos com pré-fabricados.** São Paulo. Tecne, 2008.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Tecnologia de edificações.** São Paulo: Pini, 1988.

Mounir K. El Debs. **CONCRETO PRÉ-MOLDADO : Fundamentos e Aplicações**. São Carlos. EESC-USP, 2000.

Munte Construções Industrializadas. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo. PINI, 2004.

NERVO, R. **Análise comparativa dos sistemas estruturais de lajes convencionais e lajes nervuradas**. 2012. Disponível em:

<http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/analise_comparativa_dos_sistemas_estruturais_de_lajes_conven.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

NOÉ, Marcos Neto. **Estruturas pré-moldadas de concreto para edifícios de múltiplos pavimentos de pequena altura: uma análise crítica**. São Paulo. EESC-USP, 1988.

ROSSO, T. **Racionalização da Construção**. FAU/USP, São Paulo, Brasil, 1980.

SALAS, S. J. **Construção industrializada: pré-fabricação**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1988.

SERRA, S.M.B.; FERREIRA, M.de A.; PIGOZZO, B. N. **Evolução dos pré-fabricados de concreto**. 2005. Disponível em:

<http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2016.

SPOHR,V.H. **Análise comparativa: sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas**. 2008. Disponível em < http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/20/TDE-2008-0902T112928Z-1707/Publico/VALDIHENRIQUESPOHR.pdf> Acesso em: 16 maio 2016.

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamento**. 13ª Edição, São Paulo: PINI, 2010.

TELES, ALICE AMORIM. **Estudo comparativo entre métodos construtivos de concreto moldado in loco e concreto pré-fabricado, por meio da plataforma BIM**, Distrito Federal. UNB, 2017.

VASCONCELLOS, A. C. **O Concreto no Brasil – Vol. 3: Pré-fabricação, Monumentos, Fundações**. São Paulo, Studio Nobel, 2002.