



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MARCELO SILVA MONTENEGRO FILHO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ESTRUTURA
CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E ESTRUTURA DE AÇO**

FORTALEZA

2018

MARCELO SILVA MONTENEGRO FILHO

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ESTRUTURA
CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E ESTRUTURA DE AÇO

Monografia do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M784e Montenegro Filho, Marcelo Silva.
Estudo comparativo entre um edifício residencial de estrutura convencional de concreto armado e estrutura de aço / Marcelo Silva Montenegro Filho. – 2018.
31 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.
1. Estudo comparativo. 2. Estrutura em concreto convencional. 3. Estrutura metálica. I. Título.
CDD 620
-

MARCELO SILVA MONTENEGRO FILHO

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ESTRUTURA
CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E ESTRUTURA DE AÇO

Monografia do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

Aprovada em: ___/___/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. MSc. Aldo de Almeida Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Marcelo e Verônica.

Ao meu irmão, Filipe.

À minha namorada Beatriz Fernandes

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter concebido todas as oportunidades que tive na vida e por me guiar no caminho correto nas vezes que precisei.

Aos membros da minha querida família, Marcelo, Verônica e Filipe, por serem exemplos espetaculares seres humanos e por sempre me apoiarem em todos meus projetos.

À minha namorada, Beatriz, pelo companheirismo em todas as horas.

Ao Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini por ter me dado todo o suporte necessário desde o início do curso de Engenharia Civil, dentro e fora de sala de aula.

Aos meus amigos, que compartilham os bons e os maus momentos da minha vida.

Aos participantes da banca examinadora Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho e Prof. Msc. Aldo de Almeida Oliveira por compartilharem os seus conhecimentos e por todas as críticas construtivas a este projeto

Ao grupo Inovacon com quem compartilho todas as minhas manhãs de quinta-feira e que teve um de seus projetos como base de referência para este estudo.

Por último, a todos que participam positivamente da minha vida e que contribuíram para que este estudo fosse realizado.

“Não tenha medo do caminho, tenha medo de não caminhar.”

Augusto Cury

RESUMO

Inovar no processo construtivo e utilizar novos materiais para a construção de edifícios residenciais é o que motiva este trabalho. Levantam-se os pontos principais, como custo, tempo e peculiaridades do planejamento, específicos de cada método construtivo. O trabalho une e compara dados reais de um edifício residencial com concepção e construção no sistema de estrutura de concreto armado convencional com o orçamento do mesmo prédio, mas com a mudança para o sistema de estrutura metálica. A proposta alternativa foi elaborada por um fornecedor que atua há muito tempo no mercado, visando realizar o estudo mais preciso possível. Nos resultados, é possível observar qual a metodologia construtiva mais onerosa e quais as vantagens e desvantagens de cada de tipo de sistema estrutural, a partir da análise dos quantitativos, orçamentos, cronogramas e das particularidades do projeto.

Neste caso, o maior custo ficou com a estrutura metálica, muito por conta do alto valor da matéria prima aço e pelo concreto complementar. Através deste trabalho, foi possível fazer uma comparação quantitativa do valor das estruturas e analisar qual a metodologia que mais se adequa para este edifício específico.

Palavras-chave: Estudo comparativo. Estrutura em concreto convencional. Estrutura metálica.

ABSTRACT

Innovate in the construction process and use new materials for the construction of residential buildings is the motivation of this study. The main points are the costs, time and planning peculiarities specific to each construction method are raised. The study unites and compares real data of a residential building with design and construction in the conventional concrete structure system with the budget of the same building, but with the change to the metallic structure system. The alternative proposal was elaborated by a long-time supplier in the market, aiming to carry out the most accurate study possible. In this case, the biggest cost was the metal structure, much due to the high value of the steel raw material and the complementary concrete. At the results, it is possible to observe the most costly constructive methodology, the advantages and disadvantages of each type of structural system, from the analysis of the quantitative, budgets, schedules and the particularities of the project. Through this work, it was possible to make a quantitative comparison for the value of the structures and to analyze which methodology is most appropriate for this specific building.

Keywords: Comparative study. Conventional concrete structure. Metal structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico do financiamento no Brasil.....	13
Figura 2 - Prédio objeto do estudo.....	20
Figura 3 - Etapa 01 - Início da obra.....	28
Figura 4 - Etapa 02 - Início da montagem da estrutura metálica.....	28
Figura 5 - Etapa 03 - Conclusão do pilotis e início do pavimento tipo.....	29
Figura 6 - Avanço da obra (semana 15)	29
Figura 7 - Etapa 04 - Conclusão da estrutura metálica.....	30
Figura 8 - Etapa 05 - Finalização do concreto e proteções passivas	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Comparativo de custos.....25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização.....	15
1.2	Problema motivador	15
1.3	Questões motivadoras.....	16
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVO	17
3.1	Objetivo geral.....	17
3.2	Objetivo específico	17
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1	Estrutura de concreto armado	17
4.2	Estrutura em aço.....	18
4.3	Orçamento de obra	18
4.3.1	<i>Tipos de orçamento</i>	<i>19</i>
4.4	Etapas de elaboração e comparativo orçamentário	19
4.5	Custos.....	19
4.5.1	<i>Tipos de custo</i>	<i>20</i>
4.6	Processo de orçamentação	20
4.6.1	<i>Memorial descritivo</i>	<i>20</i>
4.6.2	<i>Custo unitário básico (CUB).....</i>	<i>21</i>
4.6.3	<i>Levantamento dos serviços</i>	<i>21</i>
4.6.4	<i>Custo unitário</i>	<i>21</i>
4.7	Cronograma e planejamento	22
5	METODOLOGIA DE COLETA.....	22
5.1	Etapas da coleta:	23
6	DADOS COLETADOS	24
6.1	Edifício residencial:	24
6.2	Estrutura em concreto:	24
6.2.1	<i>Dados gerais:.....</i>	<i>24</i>
6.2.2	<i>Custos:.....</i>	<i>24</i>
6.3	Estrutura em aço:	24
6.3.1	<i>Dados gerais:.....</i>	<i>24</i>

6.3.2 Custos:.....24

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....25

7.1 COMPARATIVO DE CUSTOS26

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....27

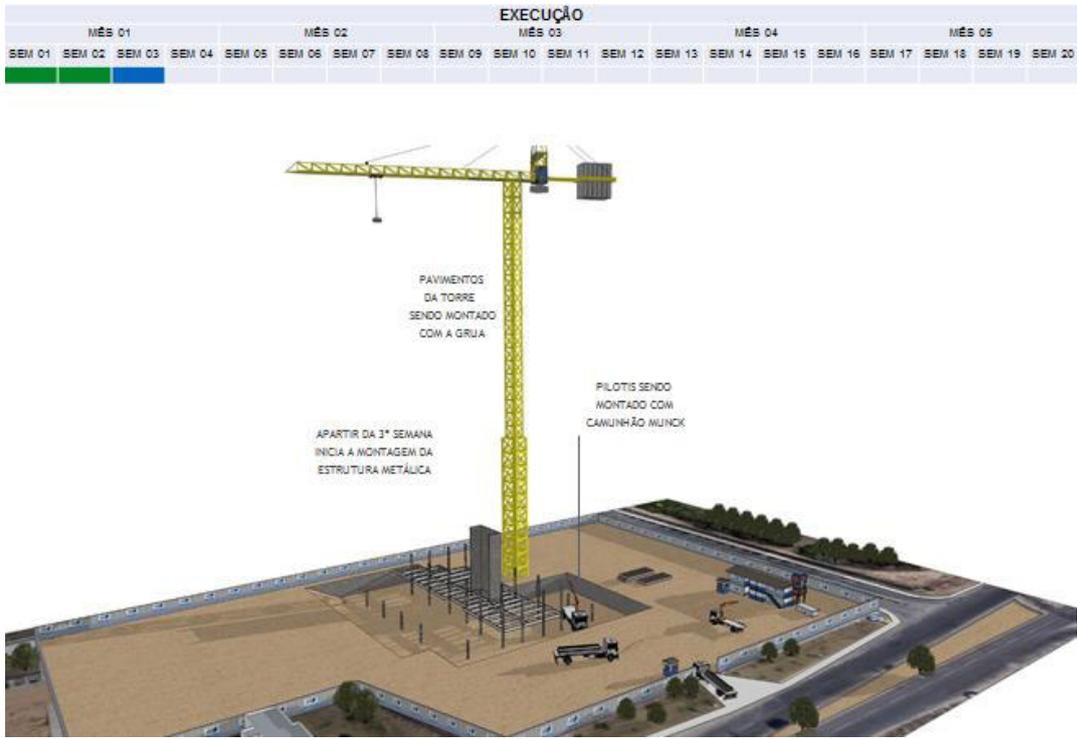
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS29

10 ANEXOS (ETAPAS DE MONTAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA).....31

EXECUÇÃO																			
MÉS 01				MÉS 02				MÉS 03				MÉS 04				MÉS 05			
SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 05	SEM 06	SEM 07	SEM 08	SEM 09	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20



.....31



1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O mercado da construção civil é bastante dinâmico e propício para inovações, apesar disso, o custo de introdução de novas técnicas e tecnologias nas obras pode ser bastante elevado, podendo até inviabilizar um projeto. Para tentar diminuir o risco de não alcançar o resultado esperado com as possíveis inovações, estudos de tempo e de capital investido devem ser realizados.

Uma das principais etapas da construção civil é a de orçamento, na qual se pode avaliar o potencial retorno financeiro de um projeto, aprova-lo ou rejeita-lo. Um orçamento bem elaborado é importante para controlar os gastos e acompanhar possíveis desperdícios durante o processo de construção, mas seu uso na construção civil pode ir além disso, pois a análise da comparação entre resultado previsto e o realizado pode ser estudado como um reflexo da curva de aprendizado de determinada metodologia de serviço.

O comparativo entre custos orçamentários de métodos construtivos distintos é um bom exemplo de sua utilização de forma alternativa. Neste confronto de custos, levam-se em conta as despesas diretas e indiretas do processo de construção para chegar à solução mais racional possível.

A estimativa de custos de uma construção não é o mesmo que um orçamento, pois a estimativa é uma avaliação de custo de serviço, muitas vezes baseado no conhecimento de mercado do profissional e só deve ser utilizada nas fases preliminares de estudo de um empreendimento. (DIAS, 2011).

1.2 Problema motivador

Construir em aço, principalmente em Fortaleza, sempre foi um assunto polêmico, principalmente quanto ao custo. É comum observar a opinião de engenheiros inseridos no mercado da cidade que uma estrutura executada em concreto tem custo unitário por metro quadrado mais baixo do que se executada em aço, mas não se tem uma precisão de quão mais elevado é o custo da metálica, muito menos dos prós e contras que este método construtivo apresenta.

1.3 Questões motivadoras

- Qual o método construtivo com menor custo final?
- Qual o método construtivo com menor custo direto?
- Qual o método construtivo com menor custo indireto?
- Qual o método construtivo mais rápido?
- A velocidade de construção é realmente expressiva?

2 JUSTIFICATIVA

Sob a premissa da necessidade do mercado de construtoras de projetar e construir imóveis com custos e prazos menores, esse comparativo visa estudar quais os pontos positivos e negativos de cada método de construção e qual deles é o mais interessante para ser comercializado no mercado atual e como o impacto de uma possível modificação de metodologia pode implicar nos cronogramas da obra e até substituir o modelo de comercialização e financiamento das empresas, visando o crescimento do setor e aumento da quantidade de vendas de imóveis.



Figura 1: Gráfico do financiamento no Brasil. Fonte: (índice FipeZap 2016).

Um dos principais motivos da escolha desse comparativo é quantificar a diferença de prazo total de execução de estrutura entre as metodologias, pois, além de averiguar se

há economia de despesas indiretas, há a possibilidade de mudar o método do cronograma contratação e ajustar o fluxo de caixa, visando que os financiamentos de imóveis residenciais de médio e alto padrão diminuíssem bastante nos últimos anos, acarretando em uma diminuição da oferta de unidades habitacionais.

Embora o país esteja passando por uma recessão, a população continua aumentando, e breve voltará a consumir no mercado imobiliário normalmente, então, talvez, uma mudança no método construtivo possa diminuir o prazo de construção dos imóveis e suprir esse possível déficit habitacional, pois a velocidade de construção da estrutura metálica é maior do que a de concreto convencional (*Castro, 1999*).

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Realizar estudo comparativo entre do processo construtivo de um edifício residencial em concreto armado e estrutura de aço, considerando os custos, planejamento da obra e fluxo de caixa.

3.2 Objetivo específico

- a) Fazer um comparativo entre despesas diretas e indiretas.
- b) Comparar o tempo de construção das duas estruturas.
- c) Levantar os pontos prós e contras das duas estruturas quanto ao:
 - Tempo de execução.
 - Quantidade de mão de obra.
 - Impacto na vizinhança.
- d) Propor soluções para diminuir o custo da estrutura metálica.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Estrutura de concreto armado

A estrutura é responsável por transferir e direcionar a trajetória das cargas da construção para as fundações e dar sustentação ao edifício, garantindo a durabilidade, resistência e qualidade deste, Corrêa (1991). No Brasil, o tipo de estrutura mais utilizada em empreendimentos residenciais ainda é a de concreto armado, que consiste basicamente em armações de barra de aço cobertas por concreto.

Apesar da grande utilização desta metodologia, alguns gargalos como o elevado peso da estrutura, elevada quantidade de mão de obra, alto grau de dificuldade do controle de qualidade e tempo elevado para execução foram questionamentos que estimularam a elaboração deste estudo.

4.2 Estrutura em aço

Segundo GRIFFIS (1994), os primeiros edifícios construídos em aço nos Estados Unidos, surgiram nas décadas de 1920. Apesar disso, no Brasil, o uso desta estrutura é um pouco mais difundido em edifícios comerciais, como hotéis, mas pouco se observa a sua utilização em empreendimentos residenciais. O aço é um material bastante versátil e que está presente em quase todas as etapas da construção civil, desde a fundação, até a cobertura.

Na estrutura metálica, pilares e vigas de aço de alta resistência são utilizados para dar suporte e distribuir as cargas da edificação. Como peculiaridade do sistema, as lajes em steel deck, onde a laje de aço galvanizado serve como “forma perdida” e armadura positiva para receber o capeamento de concreto, dando mais agilidade ao processo, se comparado com a estrutura convencional.

A alta precisão (medida em milímetros) dos encaixes estruturais e a velocidade de montagem contribuem bastante para a aplicação deste método construtivo em empreendimentos que precisam de rapidez na construção. Apesar disso, o custo com a pintura intumescente, necessária para a proteção o aço contra o fogo, o concreto complementar e o próprio preço da matéria-prima e beneficiamento do aço, aumentam bastante o custo final da estrutura, fazendo com que, muitas vezes, a metodologia não seja viável para os projetos.

4.3 Orçamento de obra

O orçamento é uma previsão de custos, antecipando-se os valores que serão gastos em uma determinada edificação (MATTOS, 2006 p.22), assim podemos entender que, como previsão não é uma certeza, mas uma base para o custo.

A estrutura representa quase 30% do orçamento de uma obra convencional, sendo assim, deve ser calculado com o máximo de precisão possível, visando seguir o orçamento macro da obra e evitar despesas inesperadas.

Neste relatório, o orçamento é fundamental para determinar a escolha no material

da estrutura, concreto ou aço.

4.3.1 Tipos de orçamento

4.3.1.1 Orçamento como processo

É um tipo de orçamento mais abrangente, que inclui assuntos de vendas, produção e demais assuntos financeiros e operacionais, também chamado de orçamento empresarial. Este orçamento visa a organização como um todo, o que inclui o orçamento previsto de rendimentos, folha de balanço e provisões monetárias LUNKES (2003).

4.3.1.2 Orçamento como produto

Um exemplo muito utilizado para este modelo de orçamento é o orçamento de engenharia, pois se delimita exclusivamente ao produto, neste caso, a obra. O objetivo deste tipo de análise é, geralmente, verificar a viabilidade e um caso específico e o seu comportamento no tentar estimar o seu comportamento no mercado. Apesar disso, segundo KNOLSEISEN (2003), um orçamento como produto pode ser classificado ao nível global ou por partes, preliminar ou definitivo, aproximado ou preciso e quantificação direta ou correlação.

4.4 Etapas de elaboração e comparativo orçamentário

- a) Escolher o tipo de estrutura;
- b) Contatar fornecedores;
- c) Analisar o escopo do orçamento e verificar se está completo;
- d) Destacar possíveis erros nos preços ou quantitativos;
- e) Negociar o preço final;
- f) Comparar orçamentos e determinar o método construtivo mais adequado.

4.5 Custos

O orçamento é todo baseado em custos, que, segundo Martins (2003) é um gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. No caso da construção civil, podem-se citar insumos, mão de obra, locações e verbas como formas diversas de custos.

4.5.1 Tipos de custo

Alguns custos podem ser diretamente apropriados ao produto, outros não oferecem condições de uma medida objetiva, como afirma Martins (2003), além disso,

4.5.1.1 Custo direto

São os custos de matéria-prima aplicados diretamente no produto Ribeiro (2013), a exemplos de insumos, equipamentos de proteção individual. Estes custos podem ser diretamente apropriados, sendo necessária apenas uma forma de rateio Martins (2000).

4.5.1.2 Custo Indireto

Tudo que não tem uma unidade de rateio, sendo utilizado um fator de divisão para a apropriação deste custo, como mão de obra. Muitas vezes a alocação deste custo tem que ser feita de maneira estimada ou até mesmo arbitrária. Martins (2000).

4.5.1.3 Custo fixo

É aquele que não varia com a quantidade de produtos, ou seja, independente do volume de produção mensal, o custo é o mesmo.

4.5.1.4 Custo variável

O valor do custo com tais materiais varia de acordo com o volume de produção; logo, materiais diretos são Custos Variáveis. Martins (2003)

4.6 Processo de orçamentação

4.6.1 Memorial descritivo

O memorial descritivo unifica a relação dos materiais, insumos e equipamentos que irão constituir cada parte da obra, pois determinam o material e padrão de acabamento utilizado, Ávila et al (2003).

Caso não seja analisado o memorial descritivo, o orçamentista pode se equivocar na escolha do material, podendo considerar materiais inadequados para a construção e

gerando resultados pouco precisos e distantes da realidade, para mais ou para menos.

4.6.2 *Custo unitário básico (CUB)*

Um índice básico de comparação em orçamentos é o CUB, uma estimativa do valor de m² de construção, calculado pelo SINDUSCON, a partir do levantamento dos custos de seus associados, levando em conta o tipo de imóvel a ser construído e suas peculiaridades. Além disso, o CUB é calculado por estado, sendo assim bastante utilizado.

Apesar disso, a margem de erro que se deve considerar para esse método é de 20%, segundo ÁVILA (2003), cabendo ao orçamentista verificar o quão confiável o CUB é em relação ao seu orçamento.

4.6.3 *Levantamento dos serviços*

Antes de elaborar um orçamento, é necessário realizar um escopo, listando todos os itens necessários para traçar os seus custos. Todo orçamento baseia-se em um projeto, seja ele básico ou executivo. É o projeto que norteia o orçamentista. Mattos (2006).

Neste caso, após a análise dos projetos e da definição dos materiais, o orçamento deve contemplar para cada item do escopo:

- Preço;
- Quantitativos;
- Descrição;
- Critérios de aceitação;
- Materiais semelhantes.

4.6.4 *Custo unitário*

O TCU (2014) diz que custo unitário é um custo de determinado serviço por unidade de medida, obtido por meio de composições, contendo todos os insumos e seus respectivos consumos. Esse custo é talvez o principal fator do orçamento, pois ele dita o objetivo principal do estudo, viabilizar ou não o empreendimento.

Baseado no custo unitário pode-se determinar todos os preços de serviços,

determinando suas quantidades e custos totais, assim, quanto mais precisas forem as informações das composições, mais realista será o orçamento final.

4.7 Cronograma e planejamento

Segundo Pressman (2005), O cronograma é uma atividade que distribui o esforço estimado em toda a duração planejada do projeto, alocando esforços às tarefas de engenharia específicas. O cronograma explicita a informação do tempo de obra e, atrelado a este, pode-se calcular os custos de despesas indiretas, e os custos fixos totais da obra.

Vale ressaltar que o planejamento é um processo permanente e contínuo, sendo a primeira função gerencial, CHIAVENATO (1983), ou seja, ele tem que ser atualizado constantemente, em virtude das tarefas realizadas e das atrasadas, que influenciam diretamente. Com essa ferramenta, pode-se ditar o ritmo da obra e reajustar o cronograma base se for necessário, tanto para atrasar ou adiantar a obra.

Um dos principais fatores que influenciam no cronograma e no planejamento é o fluxo de caixa, se a construtora puder suportar um grande volume de pagamentos mensais e esse desembolso for interessante de maneira comercial ou financeira para o investidor, certamente a obra economizará em despesas indiretas. Apesar disso, nem sempre o ritmo acelerado de uma obra é interessante, pois a deve-se observar até que ponto a empresa pode comprometer seu capital de giro tentando adiantar o prazo de entrega de uma edificação, além de que, muitas vezes, o repasse comercial do banco não consegue acompanhar o desenvolvimento tão acelerado da obra, tornando essa estratégia pouco interessante.

5 METODOLOGIA DE COLETA

A premissa do trabalho é estudar um edifício residencial, visando retratar a realidade de um número maior de construtores da cidade de Fortaleza. Para tal estudo, toma-se como base um prédio já construído e de arquitetura pouco esbelta, de geometria mais quadrada possível.

A partir da escolha do modelo de edifício, foi traçada a metodologia do estudo. Esta consiste na coleta de informações de quantitativos, custos e prazos com a construtora que executou o projeto e o fornecedor da estrutura em aço calculou os quantitativos característicos do método construtivos e fez uma proposta para a execução do projeto,

abordando também informações de prazos e custos.

Com estas informações, é possível criar um cronograma específico de cada estrutura e traçar os devidos custos indiretos.

Estes dados foram solicitados visando fazer um estudo que pudesse diminuir o custo de prédios semelhantes aqueles já construídos, então se solicitou o projeto de edifícios prontos para diversas construtoras, em busca daquele que fosse o mais simétrico e esbelto possível, pois o fornecedor havia solicitado estas condições, afirmando que os custos de estruturas esbeltas são consideravelmente maiores. Ainda segundo ele, prédios com estas características são mais apropriados para construções em estruturas metálicas.

5.1 Etapas da coleta:

- Análise da premissa do trabalho e detalhamento das necessidades do estudo.
- Procura de um fornecedor que confeccionasse no orçamento e auxiliasse na explanação sobre as peculiaridades do sistema de estrutura metálica.
- Solicitação de projeto para as construtoras.
- Escolha do edifício pronto.
- Coleta de quantitativos, cronograma e orçamento da estrutura de concreto.
- Modelagem do prédio em estrutura metálica (fornecedor).
- Elaboração da proposta orçamentária da estrutura metálica (fornecedor).

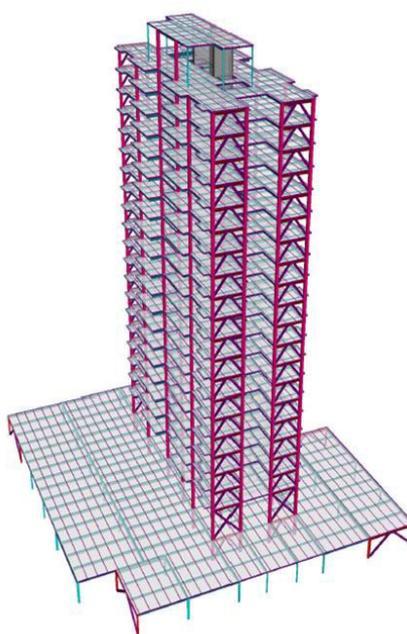


Figura 2: Prédio objeto do estudo, Fonte: Fornecedor (Medabil).

6 DADOS COLETADOS

6.1 Edifício residencial:

- 1 Torre com 40 apartamentos, 2 unidades por pavimento, 3 quartos e 3 vagas na garagem.
- Área da unidade: 79,42 m²
- Área de pilotis: 2169,5 m²
- Área total do pavimento tipo (1º ao 20º andar): 9695,5 m² (486,5 por pavimento)
- Cobertura/Casa de máquina/Reservatório: 765,9 m²
- Área Construída: 11.308,06 m²

6.2 Estrutura em concreto:

6.2.1 Dados gerais:

- Prazo total da obra: 30 meses
- Prazo da superestrutura: 10 meses
- Volume de concreto (superestrutura – 35 MPa): 2.326,31 m³
- Taxa de aço: 118 kg/m³
- Laje teórica: 20 cm

6.2.2 Custos:

- Fundação: R\$506.500,00
- Superestrutura: R\$2.943.093,15
- Custo indireto da estrutura: R\$1.131.925,00 (média de R\$113.192,50/mês).

6.3 Estrutura em aço:

6.3.1 Dados gerais:

- Prazo total: 25 meses
- Prazo da superestrutura: 5 meses
- Volume de concreto (superestrutura – 35 MPa): 1.172,30 m³
- Laje steel deck: 14 cm

6.3.2 Custos:

- Fundação: R\$ 430.525,00
- Superestrutura: R\$ 4.953.303,50
- Concreto complementar: R\$407.756,50
- Custo indireto da estrutura: R\$495.000,00 (média de R\$99.000,00/mês).

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados coletados, são comparados os custos da estrutura executada em concreto com o valor orçado em aço pelo fornecedor.

Além disso, o planejamento executivo também é analisado nos dois métodos construtivos e dele levanta-se a hipótese de um novo tipo de cronograma de vendas, acompanhando o desenvolvimento da obra e o fluxo de caixa, no caso da estrutura metálica. Questões como acabamento e área comum não foram analisadas, pois se considerou construída da mesma maneira, independente do tipo de estrutura.

Todos os comparativos se dão por maneira objetiva e numérica, sendo comparados valores de custo e tempo e analisando qual se encaixa melhor na realidade do construtor fortalezense.

7.1 COMPARATIVO DE CUSTOS

Os comparativos foram simples e quantitativos, onde se confrontaram as informações de valor dos dois tipos de estrutura, visando entender melhor qual a mais onerosa. Além disso, esta análise ainda apresentou a diferença de tempo de construção e o que isso representa nos custos das despesas indiretas da obra.

COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURAS		
	METÁLICA	CONCRETO ARMADO
Peso Total (Kg)	4.757.989,00	5.44.500,00
Prazo (meses)	5	10
Custo da fundação	R\$ 430.525,00	R\$ 506.500,00
Custo da estrutura	R\$ 4.953.303,50	R\$ 2.943.093,15
Concreto complementar	R\$ 407.756,50	-
Redução de custo indireto	-R\$ 639.925,00	-
TOTAL	R\$ 5.276.900,37	R\$ 4.581.518,90

Variação	37,17%
----------	--------

Tabela 1: Comparativo de custos. Fonte: Próprio autor.

Os custos da estrutura metálica ultrapassam em 37,71% o valor da estrutura convencional em concreto armado. Este dado torna o método alternativo pouco atrativo para e sua aplicabilidade fica inviável se for levado em conta apenas o fator financeiro.

O tempo de execução do serviço de estrutura foi reduzido pela metade, podendo abrir margem para o estudo de uma nova abordagem na estratégia de vendas e no fluxo de caixa da construção.

A diminuição do peso total e a reformulação dos cálculos dos custos indiretos aumentam as vantagens qualitativas do processo, mas é muito difícil que estes pontos se equiparem às desvantagens financeiras da estrutura metálica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo determina qual o método construtivo mais adequado para a construção de um possível prédio igual ao analisado e abre a possibilidade de servir como base para outras edificações de características similares, além de qualquer outra que deseje fazer um comparativo, apesar de poder apresentar custos bem diferentes dependendo da geometria da estrutura.

Para a estrutura de concreto, pode-se observar no comparativo da tabela 1 que esta é a metodologia construtiva menos onerosa, em caso de análise de material e mão de obra, pois apresentou um custo quase 40% menor do que a alternativa e com a vantagem da maior flexibilidade do tipo de imóvel a ser construído, sem aumentar exorbitantemente os custos. Além disso, o nível de especialização de mão de obra operacional deste método construtivo é considerado baixo, ou seja, corre menos riscos de escassez no mercado. O tipo de estrutura em concreto convencional permite ainda é maioria e novos estudos poderão ser realizados para tentar amenizar as suas desvantagens, como tempo de construção e custo de despesas indiretas.

No caso da estrutura metálica, seu alto valor e o custo de uma geometria esbelta podem ser limitantes para a sua entrada no mercado de edifícios residências em Fortaleza, assim como a especialização de mão de obra e matéria prima necessária para a execução, pois, comparado com a estrutura de concreto, apresenta um grau muito mais elevado e risco de não poder atender uma alta demanda de mercado sem sofrer queda de qualidade e disponibilidade. Apesar de tudo, o uso da tecnologia metálica diminui pela metade o tempo de execução de obra, podendo assim ser uma alternativa para a mudança no cronograma de financiamento e vendas, em caso de dificuldade de comercialização, onde se pode postergar o início da obra por mais tempo, visando captar mais recursos sem desembolso nesta época e ainda assim terminar no prazo previsto. Outro fator importante é a precisão da estrutura, pois se trabalha com a medida de milímetros, em comparação com a medida em centímetros, da estrutura de concreto.

Em todo o trabalho, tentou-se analisar e comparar os objetos de estudo e determinar quem tem o menor custo, prazo e vantagens para ser amplamente utilizado no mercado da construção civil, além de demonstrar indicativos que servem de base para possíveis estudos futuros.

Após os dados apresentados, cabe ao construtor avaliar quais os indicadores mais apropriados e prioritários na escolha da metodologia construtiva, determinar qual tipo de construção utilizar e os motivos da escolha.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, Paulo Roberto Vilela. Engenharia de custos: metodologia de orçamentação para obras civis. 9ª edição. Rio de Janeiro. CIP, 2011. 221p.

CORRÊA, Marcio Roberto Silva. Aperfeiçoamento de modelos usualmente empregados no projeto de sistemas estruturais de edifícios. 1991. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1991. 342 p.

GRIFFIS, L. G. Composite Frame Construction, Volume 01, Pittsburg, Pensylvania, Editora Proceedings, 1994.

CASTRO, E.M.C. Patologia dos edifícios em estrutura metálica. 1999. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) -Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999. 202 p.

MATTOS, Aldo Dórea *Mattos*. Como preparar orçamento de obras. 4ª edição. São Paulo. Editora Pini, 2006.

LUNKES, R. J. (2003). Contribuição à melhoria do processo orçamentário empresarial. Florianópolis: Ufesaca

KNOLSEISEN, P. C. Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2003.

MARTINS, E., Contabilidade de custos. 9ª ed. Editora Atlas. São Paulo/SP, 2003.

ANTUNES JÚNIOR, J.A.V., Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Doutorado em Administração. Escola de

Administração/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 1998.

RIBEIRO, Osny Moura, Contabilidade de custos fácil. 8ª edição. Editora Saraiva. São Paulo/SP, 2013.

AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTO Lisiane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. Orçamento de obras. Florianópolis. UNISUL, 2003. 66p.

CHIAVENATO, IDALBERTO (1983). Introdução à Teoria Geral da Administração. 3ª Edição. S. Paulo: McGraw-Hill do Brasil.

TCU. Orientações para elaboração de planilhas orçamentarias de obras Públicas / Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília : TCU, 2014.

Pressman, R. (2005). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill, 6ª edição.

10 ANEXOS (ETAPAS DE MONTAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA)

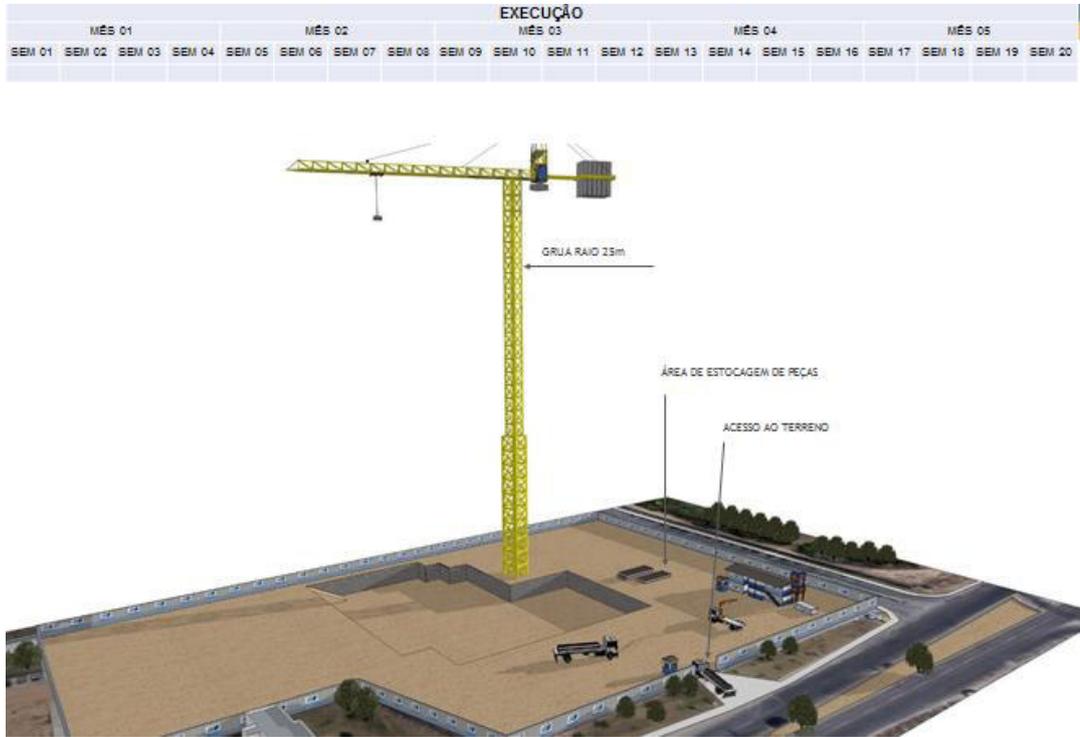


Figura 3: Etapa 01 - Início da obra. Fonte: Fornecedor (Medabil).

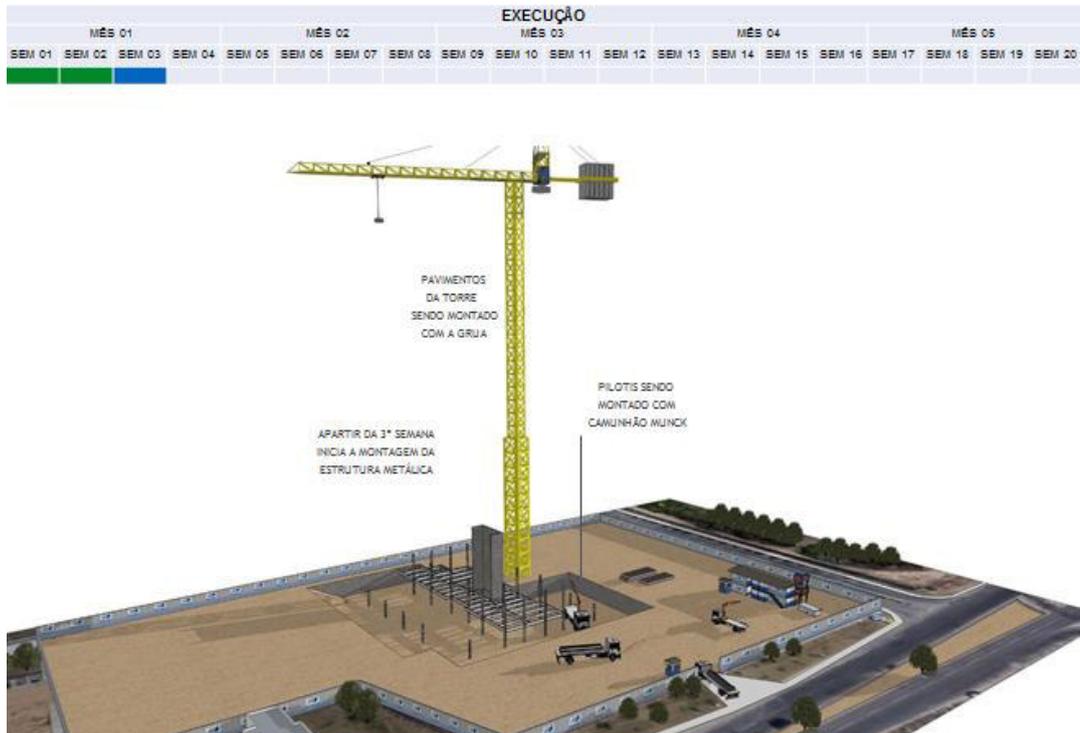


Figura 4: Etapa 02 - Início da montagem da estrutura metálica. Fonte: Fornecedor (Medabil).

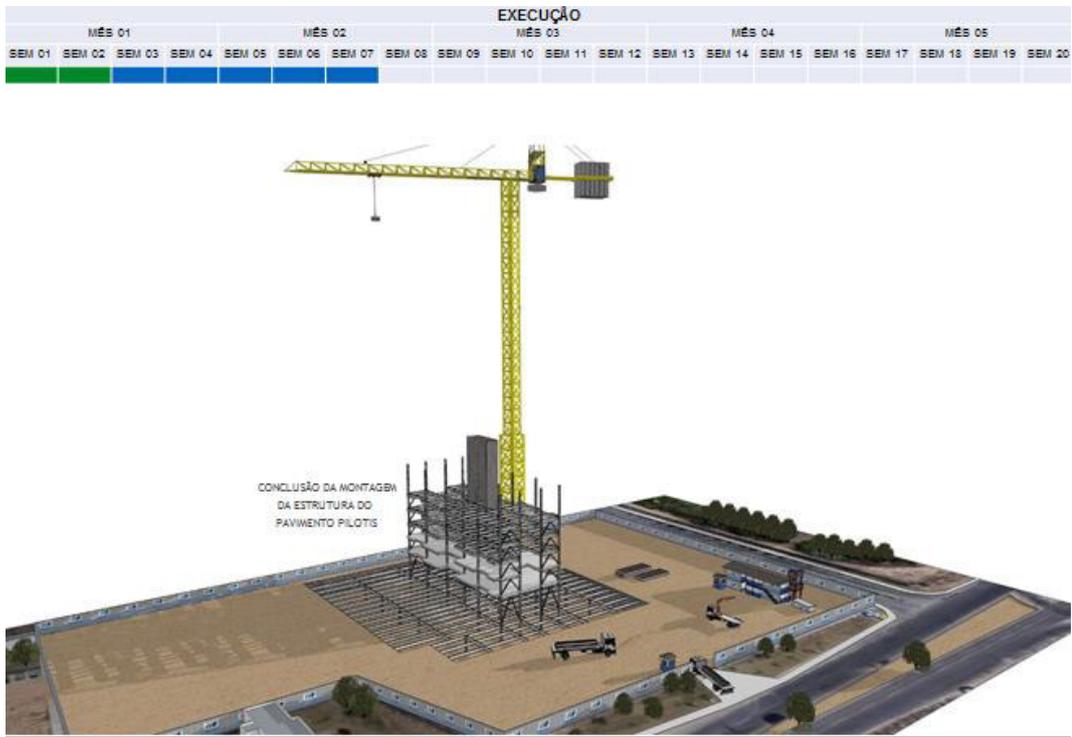


Figura 5: Etapa 03 - Conclusão do pilotis e início do pavimento tipo. Fonte: Fornecedor (Medabil).

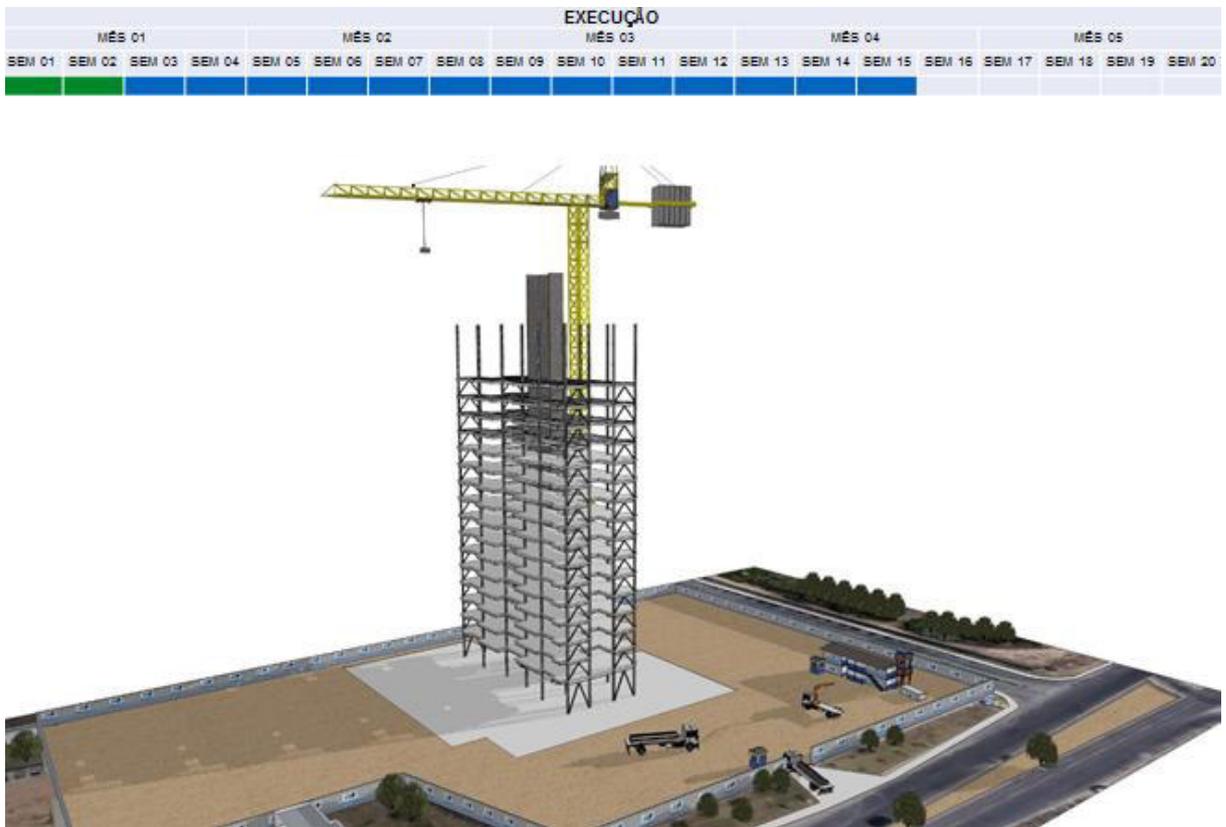


Figura 6: Avanço da obra (semana 15). Fonte: Fornecedor (Medabil).

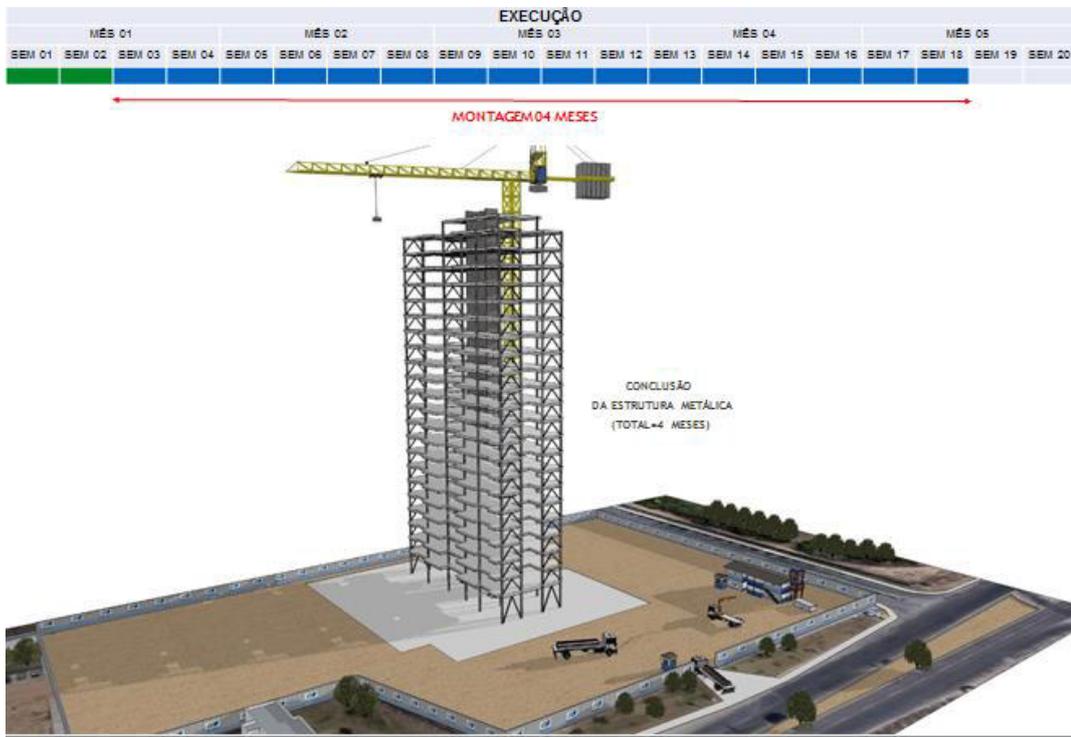


Figura 7: Etapa 04 - Conclusão da estrutura metálica. Fonte: Fornecedor (Medabil)

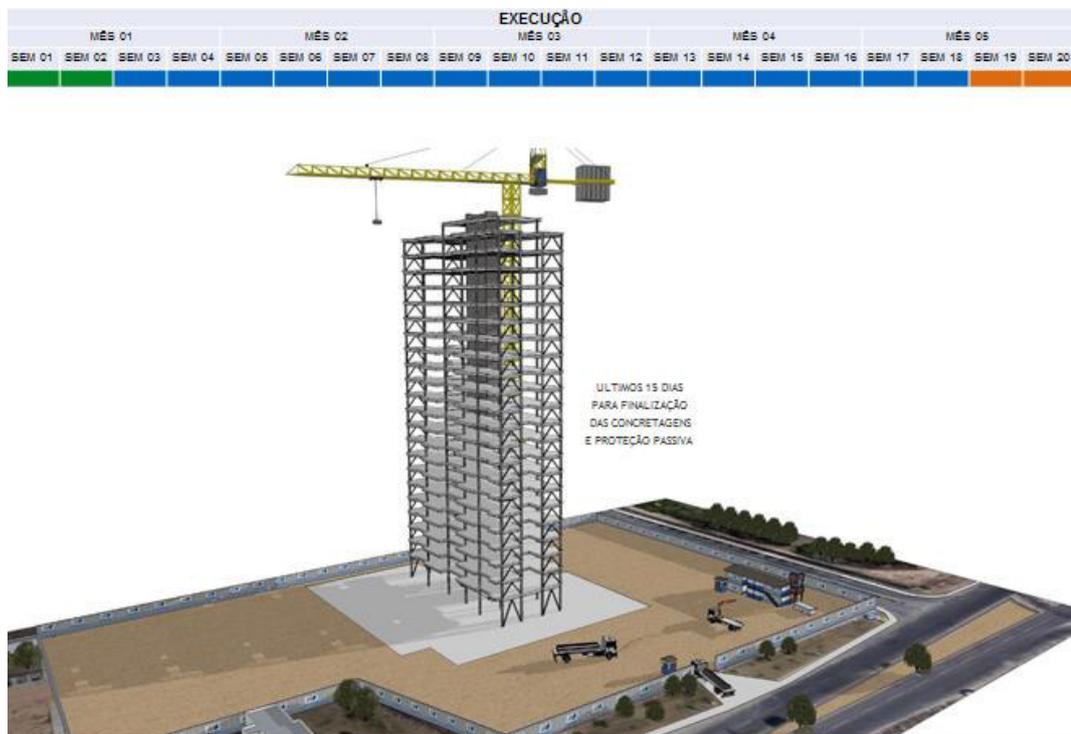


Figura 8: Etapa 05 - Finalização do concreto e proteções passivas (término da etapa de estrutura da obra). Fonte: Fornecedor (Medabil)