



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS ESTRUTURAIS
MOLDADOS IN-LOCO E PRÉ-FABRICADO EM EDIFICAÇÕES DE GRANDE
PORTE: UM ESTUDO DE CASO**

MATHEUS LUIZ PEREGO LONGHI

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Akasaki

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha
Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de
Engenheiro Civil.

ILHA SOLTEIRA - SP

Setembro de 2023

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO	6
2.1	HISTÓRIA	6
2.2	EXECUÇÃO	6
2.2.1	<i>Formas</i>	7
2.2.2	<i>Concreto</i>	8
2.2.3	<i>Armadura</i>	8
3	ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO	9
3.1	HISTÓRIA	9
3.2	INFORMAÇÕES TÉCNICAS	10
3.3	RISCOS E BENEFÍCIOS	12
3.3.1	<i>Vantagens</i>	12
3.3.2	<i>Limitações</i>	13
4	MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1	– PROJETO DE ANÁLISE	14
5	DISCUSSÃO E RESULTADOS	16
5.1	GASTOS COM ESTRUTURA DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO.	16
5.2	GASTOS COM ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA.	19
5.3	CANTEIRO DE OBRAS	21
5.4	ANÁLISE DE CUSTOS	22
6	CONCLUSÃO	24
	ANEXOS	25
	ANEXO A – ORÇAMENTO PRÉ-FABRICADO	25
	REFERÊNCIAS	31

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L864a Longhi, Matheus Luiz Perego.
Análise comparativa entre sistemas estruturais moldados in-loco e pré-fabricado em edificações de grande porte: um estudo de caso / Matheus Luiz Perego Longhi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
32 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Jorge Luis Akasaki

Inclui bibliografia

1. Concreto moldado In Loco. 2. Pré-fabricado. 3. Análise comparativa. . 4.
orçamento..

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO : ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CONSTRUÇÃO CIVIL
REALIZADA EM : 06-10-2023
DISCENTE : MATHEUS LUIZ PEREGO LONGHI
COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Prof. Dr. Jorge Luís Akasaki (Orientador)
2. Prof. Me. Thiago Francisco Silva Trentin (Examinador)
3. Prof. Me. Rodrigo Garozi da Silva (Examinador)

TÍTULO: " ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS ESTRUTURAIS MOLDADOS IN-LOCO E PRÉ-FABRICADO EM EDIFICAÇÕES DE GRANDE PORTE: UM ESTUDO DE CASO."

Local: meet.google.com/vnx-oqrz-ayw – Via Google Meet

Horário de início: 10 horas

Em sessão pública, após exposição em torno de 40 (quarenta minutos), o discente foi arguido oralmente, e no final da exposição foi **"APROVADO"** pelos membros componentes da Comissão Examinadora. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ATA, a qual é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo discente.....

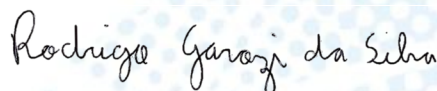
Ilha Solteira, 06 de outubro de 2023.

Documento assinado digitalmente
 **JORGE LUIS AKASAKI**
Data: 06/10/2023 11:34:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Luís Akasaki
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO FRANCISCO SILVA TRENTIN**
Data: 06/10/2023 11:30:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Thiago Francisco Silva Trentin
(Examinador)



Prof. Me. Rodrigo Garozi da Silva
(Examinador)

Documento assinado digitalmente
 **MATHEUS LUIZ PEREGO LONGHI**
Data: 06/10/2023 11:44:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente:
Discente: _____

RESUMO

A comparação entre estruturas pré-fabricadas e estruturas moldadas in loco tem se destacado como um tema relevante e amplamente discutido na indústria da construção moderna. A busca constante por métodos construtivos mais eficientes, sustentáveis e econômicos tem gerado questionamentos significativos sobre qual abordagem oferece a solução mais adequada às demandas atuais. Ao realizar uma análise comparativa: entre as características do concreto armado moldado in loco e as estruturas pré-fabricadas, foi conduzida uma avaliação de viabilidade econômica para a construção de uma edificação de grande porte. Essa avaliação envolveu uma análise qualitativa e quantitativa, baseada em dados obtidos de artigos, livros e orçamentos de fornecedores. O estudo focou-se no empreendimento RNI Nações Unidas, localizado em Bauru-SP, considerando tanto a estrutura moldada in loco quanto a pré-fabricada. Notavelmente, a análise revelou uma diferença significativa de 56% mais alta no custo por metro quadrado do pré-fabricado em comparação ao moldado in loco. Como resultado, concluiu-se que a construção em concreto moldado in loco se apresenta como a opção mais vantajosa do ponto de vista econômico para esse empreendimento específico.

Palavras Chaves: Concreto moldado in loco. Pré-fabricado. Análise comparativa. Orçamento.

ABSTRACT

The comparison between prefabricated structures and in situ cast structures has emerged as a highly debated topic in the modern construction industry. The ongoing quest for more efficient, sustainable, and cost-effective construction methods has prompted substantial inquiries into which approach provides the most fitting solution to current demands. To conduct a comparison between the attributes of in situ cast reinforced concrete and prefabricated structures, an economic feasibility assessment was performed for a large-scale building construction. This evaluation encompassed both qualitative and quantitative analyses, drawing from data obtained from articles, books, and supplier quotations. The focus of the study was the RNI Nações Unidas project situated in Bauru-SP, encompassing considerations for both in situ cast and prefabricated structures. Significantly, the analysis uncovered a notable 56% difference in the cost per square meter of construction between the two methodologies. As a result, it was deduced that in situ cast concrete construction presents the most economically advantageous option for this specific project.

Keywords: In-situ cast concrete. Prefabricated. Comparative analysis. Budget

1 INTRODUÇÃO

A implementação do concreto pré-fabricado em estruturas de grande porte tem conquistado crescente notoriedade no cenário da construção civil, principalmente devido à sua agilidade, baixa geração de resíduo e durabilidade. Essa tendência leva a crer que o método construtivo pré-fabricado está se consolidando como a abordagem predominante escolhida pelas construtoras. A comparação entre estruturas pré-fabricadas e estruturas moldadas in loco tem se destacado como um tema relevante e amplamente discutido na indústria da construção moderna.

Nesse contexto, o presente trabalho de pesquisa se propõe a realizar uma análise aprofundada dos aspectos técnicos e econômicos relacionados à escolha entre estruturas pré-fabricadas e moldagem in loco. Essa análise visa proporcionar uma avaliação criteriosa capaz de auxiliar na tomada de decisões fundamentadas e na identificação das circunstâncias em que uma abordagem se sobressai em relação à outra na atual paisagem da construção civil.

Na construção civil contemporânea, a escolha entre diferentes métodos construtivos é uma determinação crítica que exerce impacto significativo sobre o êxito de um projeto. Diante desse desafio, esta pesquisa se propõe a realizar uma investigação minuciosa sobre a viabilidade e eficiência de duas abordagens amplamente utilizadas: o concreto moldado in loco e as estruturas pré-fabricadas. Com o objetivo de fornecer uma base sólida para a tomada de decisões na construção de edificações de grande porte, este estudo se concentra em dois objetivos específicos. Primeiramente, será conduzida uma análise aprofundada para avaliar a aplicabilidade de cada método, destacando suas respectivas vantagens e desvantagens. Por fim, será realizada uma análise detalhada dos orçamentos das estruturas pré-fabricadas e do concreto moldado in loco, visando estabelecer uma comparação abrangente dos custos envolvidos em cada método construtivo. A realização desses objetivos permitirá a obtenção de uma visão completa e embasada para orientar as escolhas de profissionais e empresas no setor da construção civil, promovendo a busca por soluções mais eficazes, econômicas e sustentáveis.

2 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO

2.1 História

Em 1849 na França foi construído o primeiro material registrado em “cimento armado”, onde o francês Joseph-Louis Lambot construiu um barco fazendo uso de telas de fios finos de ferro, preenchidas com argamassa de cimento. (SANTOS, 1961, pp.138-9)

Com o início do desenvolvimento desta nova tecnologia ensaios para entender como as armaduras trabalhavam em conjunto com o concreto foram necessárias. O norte americano Thaddeus Hyatt realizou testes em vigas no ano de 1850, porém seu estudo só veio a ter repercussão em 1877 ano de sua publicação.

Surgiram assim teorias de dimensionamento para estas estruturas, sendo a mais realista e consistente a de Edward Mörsch em 1902, engenheiro alemão, professor da Universidade de Stuttgart na Alemanha. Suas teorias se basearam em ensaios experimentais, dando origem assim as primeiras normas para o cálculo e construção em concreto armado.

Dentre as datas de maior relevância na história do concreto armado podemos citar: a primeira laje em concreto armado com barras circulares em 1880; o primeiro curso de concreto armado na França em 1887; as primeiras instruções e normas, 1904 na Alemanha, 1906 na França e 1909 na Suíça.

No Brasil, o desenvolvimento do concreto armado se iniciou em 1901 no Rio de Janeiro, com a construção de galerias de água, o primeiro edifício construído em cimento armado se deu em 1907 com três pavimentos, em 1924 a maioria dos cálculos estruturais começaram a serem feitos no Brasil, com destaque para o engenheiro estrutural Emílio Baumgart. (BASTOS, Paulo. S, 2019)

2.2 Execução

Segundo Bastos (2019), no processo de construção de um elemento estrutural em Concreto

Armado, começa-se montando as formas, onde as armaduras de aço são estrategicamente posicionadas no interior deste molde. Em seguida, o concreto fresco é despejado para preencher as formas e envolver as armaduras, ao mesmo tempo em que o processo de compactação é realizado. Após a etapa de cura e a consequente solidificação do concreto, as formas são retiradas, resultando na peça de Concreto Armado.

O Concreto Armado combina as vantagens do concreto, tais como o baixo custo, a durabilidade e a boa resistência à compressão, ao fogo e à água, com as características do aço, como a ductilidade e a excelente resistência à tração e compressão. Essa combinação possibilita a construção de elementos de variadas formas e volumes com relativa rapidez e facilidade, sendo adequada para diversos tipos de obras. No Concreto Armado, a armadura é referida como passiva, o que significa que as tensões e deformações nela presentes são exclusivamente devidas às forças aplicadas na peça.

A cooperação entre o concreto e a armadura é evidenciada na comparação entre uma viga sem armadura e uma viga com armadura de flexão. À medida que as forças aplicadas nas vigas aumentam progressivamente até a ruptura, a viga sem armadura se rompe abruptamente assim que a primeira fissura se forma, o que acontece quando a tensão de tração atinge a resistência do concreto à tração na flexão. Em contraste, a viga de Concreto Armado possui sua capacidade de resistência à flexão significativamente ampliada devido à presença da armadura. A seguir, serão apresentados os materiais utilizados na execução desse modelo construtivo. BASTOS (2019)

2.2.1 Formas

A forma desempenha diversas funções importantes no processo de construção, sendo as principais:

- Dar forma ao concreto, atuando como um molde;
- Conter o concreto fresco até que atinja resistência suficiente para se manter por si só;
- Proporcionar a rugosidade desejada na superfície do concreto;
- Servir como suporte para posicionar a armadura, permitindo a colocação de espaçadores

para garantir as coberturas adequadas;

- Funcionar como suporte para elementos de instalações e outros itens embutidos;
- Agir como uma estrutura temporária durante as atividades de armação e concretagem, resistindo às cargas provenientes de seu próprio peso, além de cargas de serviço, como pessoas, equipamentos e materiais;
- Proteger o concreto fresco contra impactos mecânicos;
- Reduzir perda de água do concreto, facilitando o processo de cura. (BARROS; MELHADO, 2006)

Dentre os elementos constituintes do processo de formas, destacam-se o madeirite e o escoramento (escoras, vigas e barretes).

2.2.2 Concreto

O concreto é um componente fundamental amplamente utilizado na construção, sendo uma mistura heterogênea de cimento, água e agregados miúdos e graúdos, podendo também incluir aditivos. Esses elementos, quando combinados, formam uma dosagem que resulta em uma mistura maleável, capaz de assumir diferentes formas e ter diversas aplicações. A preparação do concreto pode ser realizada manualmente ou em betoneiras no canteiro de obras, conhecido como concreto in loco. Além disso, também é possível prepará-lo em centrais dosadoras, como usinas centrais de concreto, recebendo a denominação de concreto usinado ou pré-misturado, cada um com suas vantagens e desvantagens específicas. (COUTO, J. A. S., CARMINATTI, R. L., NUNES, R. R. A., & MOURA, R. C. A. (2013))

2.2.3 Armadura

A resistência do concreto à tração varia de 8% a 15% de sua resistência a compressão, sendo assim se fez necessária a utilização de outro material para fosse possível sanar esta deficiência, surgindo então a incorporação de aço (armaduras) na estrutura.

No entanto, não é suficiente apenas utilizar concreto e aço em conjunto; é necessário

que haja solidariedade entre eles. Como resultado, diversas propriedades foram observadas, incluindo uma boa aderência entre o concreto e o aço, assim como uma aproximação entre os coeficientes de dilatação térmica desses materiais.

Os aços fabricados no Brasil são definidos, levando-se em consideração o valor da resistência de escoamento do aço à tração, nas seguintes categorias: CA 25, CA 32, CA 40, CA 40, CA 50, CA 50 e CA 60.

Dentre as categorias de aço, a categoria CA 40 foi eliminada, pois não era especificada nos projetos estruturais e não era comercializada pelas usinas siderúrgicas. Portanto, as categorias CA 25, CA 50 e CA 60 são as únicas mantidas. Assim, nos projetos de concreto armado, é necessário utilizar aço classificado de acordo com a ABNT NBR 7480:2008, considerando o valor característico da resistência de escoamento nas categorias CA 25, CA 50 e CA 60. Os diâmetros das seções transversais nominais devem seguir as especificações estabelecidas na ABNT NBR 7480:2008. (COELHO, RONALDO.2008)

3 ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO

3.1 História

Segundo Vasconcelos:

Não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado. A realização de estrutura com concretagem surgiu depois. (VASCONCELOS, 2002, p. 13)

Segundo SENDEN, 2015 Apud SALLAS (1988), podemos dividir a utilização de concreto pré-fabricado em três períodos:

1º Período (1950 a 1970) – Após a devastação pós Segunda Guerra Mundial, a urgente necessidade de reconstrução de edificações industriais, habitacionais, moradias e hospitais deu origem à construção de elementos pré-fabricados de ciclo fechado. Essa abordagem buscou incorporar princípios adotados em setores industriais, visando à repetição e produção em série

dos componentes pré-fabricados. As estruturas resultantes apresentavam uniformidade arquitetônica, caracterizada por uma rigidez sem flexibilidade.

2º Período (1970 a 1980) – Este período foi marcado por uma série de acidentes ocorridos em construções que faziam uso de grandes painéis pré-fabricados. Esses acidentes levaram a uma rejeição social desse método de ciclo fechado. Como resposta, houve uma extensa revisão dos conceitos relacionados à utilização de métodos construtivos baseados em grandes componentes pré-fabricados, culminando na decadência do sistema construtivo de ciclo fechado.

3º Período (pós 1980) – Nesse estágio, consolidou-se a abordagem de construção por meio de pré-fabricados de ciclo aberto. Esse novo sistema foi projetado para desenvolver técnicas, tecnologias e processos de fabricação flexíveis. Múltiplas empresas se envolveram em um esforço conjunto para padronizar os elementos pré-fabricados, assegurando a compatibilidade entre componentes fabricados por diferentes fornecedores.

No Brasil, segundo VASCONCELOS (2002), a primeira obra com grande utilização de elementos pré-moldados ocorreu no Rio de Janeiro em 1926, na execução do hipódromo da Gávea. Na ocasião, a empresa Dinamarquesa Christiani-Nilsen realizou a obra com a aplicação de diversos elementos pré-moldados.

3.2 Informações técnicas

O sucesso no uso do concreto pré-moldado depende de uma abordagem de projeto específica, incluindo a consideração de grandes vãos, estabilidade adequada e simplificação no design. Os engenheiros e projetistas devem levar em conta as possibilidades e limitações desde o início do projeto, abrangendo detalhes de fabricação, transporte, montagem e análise dos estados limites durante o serviço.

Na indústria de elementos pré-moldados, apesar da aparente diversidade de sistemas disponíveis, todos se encaixam em um conjunto limitado de estruturas básicas com princípios de projeto semelhantes. Isso simplifica a categorização dos sistemas estruturais em concreto pré-moldado com base em suas características distintas.

1. Estruturas com sistema de pórticos: compostas por pilares e vigas de suporte, essas estruturas são frequentemente empregadas em construções industriais, armazéns, edifícios comerciais, entre outros.

2. Estruturas em esqueleto: incluem pilares, vigas e lajes, sendo utilizadas em edificações de altura média e baixa, geralmente com poucas paredes de contraventamento em construções mais altas. Essas estruturas são comuns em escritórios, escolas, hospitais, estacionamentos etc.

3. Estruturas com painéis estruturais: consistem em componentes de painéis verticais de suporte e painéis de laje, sendo amplamente empregadas na construção de casas, apartamentos, hotéis, escolas, entre outros.

4. Estruturas para pisos: compreendem diversos tipos de elementos de laje montados para formar uma estrutura de piso capaz de distribuir cargas concentradas e transferir forças horizontais para sistemas de contraventamento. Esses sistemas de pisos pré-moldados são frequentemente usados em combinação com diferentes métodos construtivos e materiais.

5. Sistemas para fachadas: incluem painéis maciços ou painéis sanduíche, com ou sem função estrutural. Esses sistemas abrangem uma variedade de formatos e execuções, desde simples revestimentos até elegantes painéis de concreto arquitetônico utilizados em escritórios e fachadas de edifícios importantes.

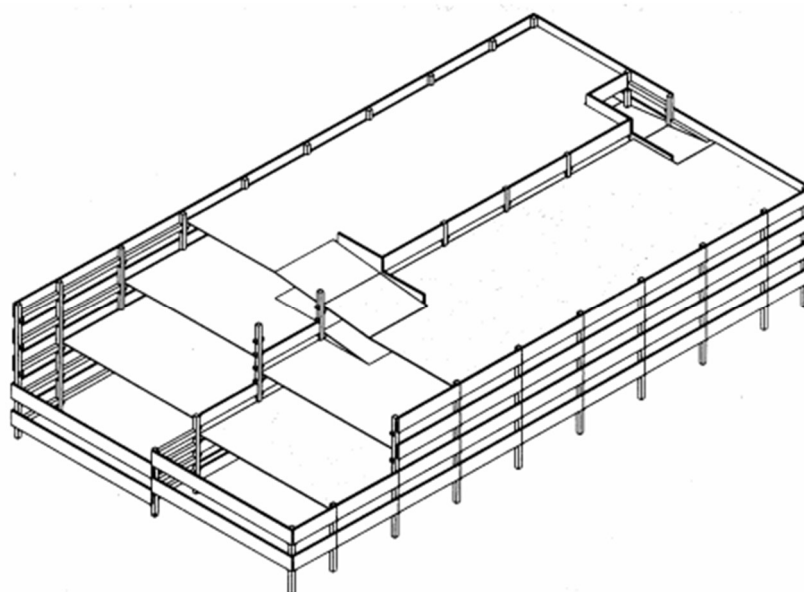
6. Sistemas celulares: compostos por células de concreto pré-moldado, são ocasionalmente empregados para a construção de blocos de banheiros, cozinhas, garagens e outras aplicações semelhantes.

Essas categorias abrangem a maioria dos sistemas estruturais de concreto pré-moldado disponíveis no mercado, cada um adaptado para atender às necessidades específicas de diferentes tipos de construções e projetos” (ACKER, 2002, pg. 11).

Segundo ACKER (2002), nas construções destinadas a estacionamentos, os critérios de projeto abrangem a necessidade de espaços amplos com poucos pilares internos, redução da altura total da estrutura e considerações estéticas, entre outros aspectos. Tipicamente, esse tipo de construção faz uso de sistemas estruturais em esqueleto. Alternativamente, há soluções viáveis, como no caso de estacionamentos com múltiplos níveis, onde rampas retas interligam os andares intermediários que compõem a área de estacionamento

A estabilidade global dessas estruturas é garantida pela ação de equilíbrio dos pilares que estão rigidamente fixados na base, trabalhando em conjunto com o reforço proporcionado pelos núcleos de contraventamento formados pelas caixas de escada e elevadores. Os vãos projetados para os sistemas de pisos variam geralmente de 12 a 16 metros, com o uso comum de lajes alveolares e painéis em formato de duplo T. Quanto às fachadas, estas podem ser construídas utilizando diversos materiais, como, por exemplo, elementos pré-moldados dispostos de forma a criar arcos arquitetônicos distintivos.

Figura 1 – Modelo de estacionamento



Fonte: ACKER 2002

3.3 Riscos e Benefícios

Segundo Schroden (2020) pode-se discernir as limitações e vantagens gerais associados à adoção de uma estrutura pré-fabricada na construção de um empreendimento, como apresentado a seguir:

3.3.1 Vantagens

Controle de Qualidade: uma das principais vantagens dos elementos pré-fabricados de concreto reside na sua fabricação altamente controlada. Todas as peças são produzidas em ambientes apropriados, seguros e de fácil acesso. A aplicação de tecnologia de ponta garante a produção de material de alta qualidade, perfeitamente adequado às exigências do projeto de construção.

Eficiência de Tempo e Agilidade na Construção: ao contrário da construção convencional, que demanda uma considerável quantidade de mão de obra para a produção de concreto, a utilização de elementos pré-fabricados proporciona celeridade, uma vez que as peças são fabricadas em locais independentes e não estão vinculadas ao andamento da obra principal. As estruturas podem ser confeccionadas concomitantemente à execução da fundação, resultando em economia de tempo. Por exemplo, vigas e pilares destinados aos primeiros andares de um edifício podem ser produzidos enquanto a fundação está sendo construída, desde que haja um armazenamento adequado até a utilização.

Sustentabilidade: os recursos empregados na produção dos elementos pré-fabricados têm um baixo impacto ambiental, devido a redução na geração de resíduos, juntamente com a prática de reciclagem e reutilização das estruturas fabricadas, contribui para tornar essa abordagem mais amigável ao meio ambiente.

Longa Durabilidade: o concreto pré-fabricado é um material reconhecido por sua durabilidade prolongada devido ao minucioso processo de fabricação, resultando em um produto de alta qualidade. Geralmente, sua resistência supera a do concreto produzido no local, o que reduz a necessidade de manutenção e elimina a obrigatoriedade de tratamentos químicos para evitar a degradação.

Organização no Canteiro de Obras: os elementos pré-fabricados contribuem de maneira significativa para a organização do canteiro de obras. Como essas estruturas chegam prontas, não é necessário reservar espaço para a preparação do concreto, nem para o armazenamento de materiais como areia, brita, cimento e água. Isso resulta em um ambiente de trabalho mais limpo, com uma redução substancial de resíduos indesejáveis e mais espaço disponível. O período em que a construção civil era associada à desordem e sujeira ficou no passado Schroden (2020).

3.3.2 Limitações

Mão de obra especializada: um dos principais desafios associados à adoção de pré-fabricados é a necessidade de contar com trabalhadores qualificados. Considerando que esse sistema está sendo introduzido no país, pode haver escassez de profissionais especializados em algumas regiões.

Restrição arquitetônica: em uma construção convencional, o cliente tem a liberdade de

moldar o projeto de acordo com suas preferências. No entanto, no caso dos pré-fabricados, as empresas geralmente oferecem um conjunto limitado de módulos predefinidos para escolha. Portanto, o cliente deve avaliar se esses modelos de plantas atendem às suas necessidades específicas.

Dificuldade de alterações futuras: modificar o layout de uma construção convencional já é uma tarefa desafiadora e, em um projeto pré-fabricado, realizar futuras reformas ou ampliações torna-se ainda mais complexo. Portanto, qualquer alteração potencial deve ser cuidadosamente planejada desde o início da obra para evitar complicações posteriores.

Disponibilidade: a implementação desse método construtivo ainda está em processo de expansão no mercado brasileiro e é necessário avaliar a sua disponibilidade na região. A falta de acesso à logística de transporte pode inviabilizar economicamente o projeto se não houver empresas próximas que ofereçam esse serviço Schroden (2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar a viabilidade econômica de construir uma edificação de grande escala utilizando concreto pré-fabricado ou concreto moldado no local, é essencial conduzir um estudo de caso que avalie aspectos técnicos, econômicos e logísticos. Para isso, foi imprescindível realizar uma pesquisa que combinasse análises qualitativas e quantitativas, com uma abordagem descritiva.

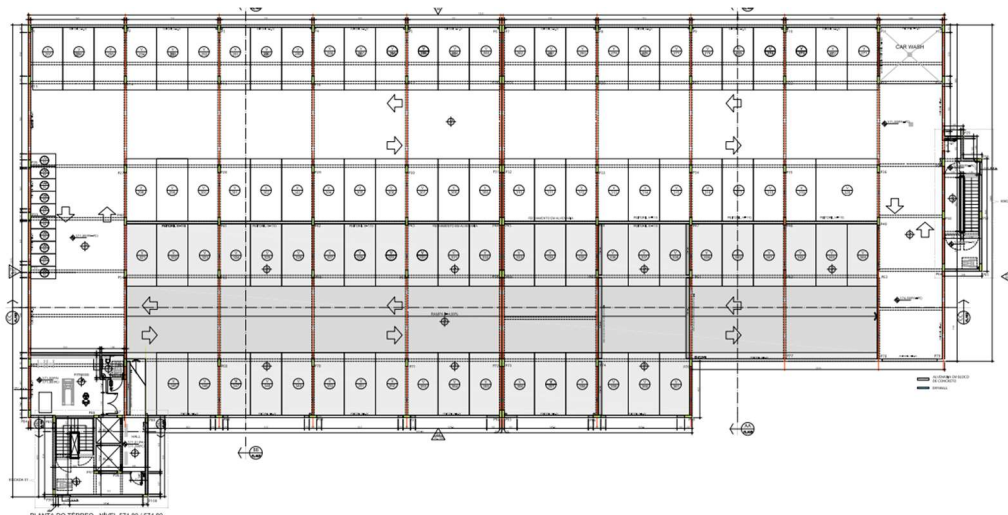
O método utilizado para coletar dados envolveu a análise de documentos, especificamente o orçamento financeiro relacionado aos materiais e mão de obra para realização de cada modelo construtivo. Isso incluiu uma avaliação das vantagens e desvantagens desses materiais, bem como a investigação sobre o uso desses modelos em construções e a definição do método de orçamentação a ser aplicado.

4.1 – Projeto de análise.

Para realizar a comparação, foi utilizado os projetos arquitetônicos e estruturais do empreendimento RNI - Nações Unidas da construtora RNI, localizado na cidade de Bauru, SP.

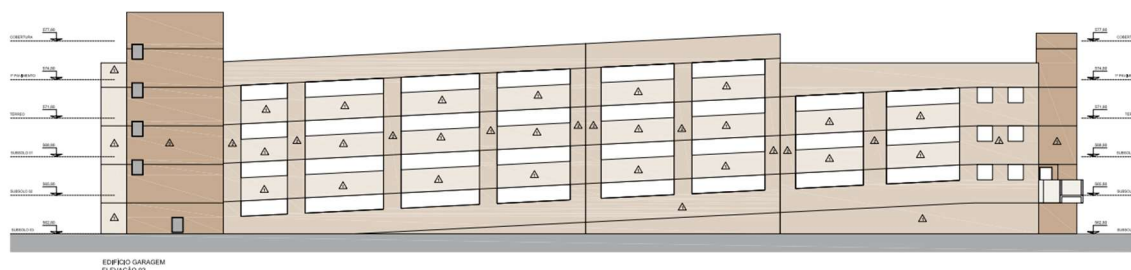
Foi concentrado a análise no projeto do edificio garagem do empreendimento, que abrange uma área total construída de 9.241,93 metros quadrados, distribuídos em cinco pavimentos.

Figura 2 – Planta baixa - térreo edificio garagem RNI – Nações Unidas



Fonte: RNI Construtora e incorporadora 2021

Figura 3 – Elevação - edificio garagem RNI – Nações Unidas



Fonte: RNI Construtora e incorporadora 2021

Para uma comparação mais precisa, se realizou um levantamento comparativo dos custos dos insumos, verificando os valores diretamente junto aos fornecedores que prestaram serviços à empresa RNI, destaca-se que o empreendimento de estudo foi concebido para ser realizado em moldado in loco, por isso a facilidade em encontrar os melhores fornecedores custos x benefícios do mercado. As datas do levantamento foram as mais próximas encontradas, para evitar variações, em sua grande maioria, os valores encontrados são datados de fevereiro de 2023.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os dados identificados foram meticulosamente categorizados em elementos individuais, exibindo seus valores correspondentes, consolidando todas as informações no Quadro 17, tornando assim a análise comparativa mais clara e perceptível.

5.1 Gastos com estrutura de concreto moldado in loco.

Contrato – Execução de projetos estruturais: não estava previsto no contrato da empresa fornecedora dos projetos estruturais da Obra RNI – Nações Unidas o valor específico cobrado para a execução do edifício garagem, porém foi alinhado com a gerente de projetos da RNI um valor aproximado do que fora pago aos projetistas referentes aos projetos estruturais do edifício garagem.

Quadro 1 – Custo projetos estruturais edifício garagem

-	Projetos Edifício Garagem
Valor	R\$ 87.000,00

Fonte: Próprio autor

Contrato de Mão de Obra: o valor em discussão corresponde à quantia total destinada ao pagamento da mão de obra para a conclusão integral da estrutura do edifício garagem. Os detalhes dos itens incluídos e seus respectivos valores podem ser encontrados no Quadro 2.

Quadro 2 – Custo mão de obra para execução da estrutura.

Serviço	Valor Pago
Arrasamento de estacas	R\$ 3.520,00
Fundação Edifício Garagem	R\$ 152.260,00
Nivelamento do terreno	R\$ 6.672,00
Reaterro de Blocos e Baldrame	R\$ 17.800,00
Estrutura - Tipo Cobertura	R\$ 644.000,00
Alvenaria Garagem (MO +MT)	R\$ 180.000,00
Tratamento Poço do Elevador	R\$ 5.320,00
Chumbamento Corta Fogo	R\$ 2.800,00
Chumbamento Batente Elevadores	R\$ 400,00
Proteção Periféricas	R\$ 9.000,00
Mobilização da equipe	R\$ 15.000,00
Piso do Subsolo 3 - 2ª Dilatação	R\$ 81.585,00
Total	R\$ 1.118.357,00

Fonte: Próprio autor

Contrato – Escoramento: para este levantamento, foi estimado um período de aluguel de escoramentos de aproximadamente cinco meses, considerando a disponibilidade fornecida pela empresa de materiais.

Quadro 3 – Custo aluguel peças de escoramento

Meses	Valor Mensal	Valor Total
5	R\$ 53.004,60	R\$ 265.023,00

Fonte: Próprio autor

Custo – Madeirite: o valor presente no quadro 4 foi baseado no fornecimento completo do material madeirite para execução das formas do edifício garagem, vale destacar que as folhas de madeirite são materiais reutilizáveis sendo usados para início e finalização dos moldes da estrutura.

Quadro 4 – Custo madeirite

Madeirite Plastificado 18 mm	R\$ 576.495,00
-------------------------------------	-----------------------

Fonte: Próprio autor

Valor - aço: o custo do aço foi encontrado através dos projetos de armação da estrutura do edifício, sendo divididos por bitola devido a sua variação de valor por quilograma.

Quadro 05 – Custo aço

BIT	BARRAS	METROS	KG	R\$/KG	Valor total
Φ5	53942	51370	7950,621	R\$ 7,40	R\$ 58.834,60
Φ6,3	36474	162230	39768,03	R\$ 6,60	R\$ 262.469,00
Φ8	9164	38292,27	15331,29	R\$ 6,60	R\$ 101.186,51
Φ10	16424	62801,17	38748,32	R\$ 6,30	R\$ 244.114,42
Φ12,5	5765	22334,49	21508,11	R\$ 6,00	R\$ 129.048,66
Φ16	3157	13733,2	21670,99	R\$ 6,00	R\$ 130.025,94
Φ20	3312	17154,12	42302,06	R\$ 6,00	R\$ 253.812,36
Total					R\$ 1.179.491,48

Fonte: Próprio autor

Valor Concreto: o valor obtido foi calculado com base no volume de concreto utilizado, que totaliza 3.254,52 metros cúbicos. A empresa fornecedora do material apresenta os seguintes preços: R\$ 427,02 (quatrocentos e vinte sete reais e dois centavos) por metro cúbico de concreto de 30 MPA e R\$ 408,64 (quatrocentos e oito reais e sessenta e quatro centavos) por metro cúbico de concreto de 25 MPA. Além disso, há uma taxa de bombeamento de R\$ 30 (trinta reais) por metro cúbico para bomba lança e R\$ 25 (vinte e cinco reais) por metro cúbico para bomba estacionária, com uma taxa mínima de 35 metros cúbicos.

Quadro 6 – Custo concreto

Concreto e bombeamento	R\$ 1.404.621,86
-------------------------------	-------------------------

Fonte: Próprio autor

Valor Fachada: para este cálculo de custos, foi contemplada a aplicação de bicamada e textura, sendo que a empresa fornecedora incluiu tanto os gastos com mão de obra quanto com o fornecimento do material em sua estimativa.

Quadro 7 – Custo fachada

Execução de fachada	R\$ 158.309,51
----------------------------	-----------------------

Fonte: Próprio autor

Portanto, o total valor para a construção do edifício garagem no empreendimento RNI - Nações Unidas, utilizando concreto moldado no local, está disponível no Quadro 8.

Quadro 8 – Custo em concreto moldado in loco - Edifício Garagem

Valor Total	R\$ 4.789.297,85
--------------------	-------------------------

Fonte: Próprio autor

5.2 Gastos com estrutura pré-fabricada.

A fim de concretizar a construção da estrutura pré-fabricada, foi efetuado o planejamento financeiro em parceria com uma empresa de Pré-Fabricados, de destaque no setor, que acumula um histórico de êxito com a conclusão bem-sucedida de mais de cinquenta edifícios garagem ao longo de sua trajetória.

É fundamental ressaltar que o escopo completo do projeto, incluindo o desenvolvimento, a fabricação das peças, o transporte, a montagem e o tratamento das juntas, estão integralmente contemplados no orçamento fornecido pela empresa, refletido no valor apresentado no Quadro 9 e anexo 01.

Quadro 9 – Custo - Estrutura Pré-fabricada

Valor Total	R\$ 6.725.000,00
--------------------	-------------------------

Fonte: Próprio autor

No entanto, este não representa o orçamento definitivo, uma vez que a estrutura pré-fabricada requer a construção da fundação no local, bem como a realização de alguns acabamentos adicionais. Portanto, além desse montante, também devemos considerar os custos relacionados aos seguintes itens.

Contrato – Execução de projetos estruturais: apesar da disponibilização dos projetos pré-fabricados pela empresa de montagem, é indispensável realizar a validação por parte de projetistas terceirizados durante a execução desses projetos. A estimativa desse custo médio foi baseada em registros de orçamentos anteriores da empresa RNI.

Quadro 10 - Custo pago em projetos.

-	Validação do projeto
Valor	R\$ 25.000,00

Fonte: Próprio autor

Contrato – Mão de obra: seguindo a mesma abordagem, é imperativo incluir a estimativa de custos da mão de obra necessária para a construção da fundação, onde segundo orientações da fornecedora de pré-fabricado é necessário realiza-la in loco. Para efeito de comparação de custos, utilizaremos o valor da mão de obra referente aos serviços típicos envolvidos na construção da estrutura moldada in loco. Além disso, aproveitando essa análise, também incluiremos serviços adicionais, como a alvenaria de vedação interna e o chumbamento de portas corta-fogo, uma vez que esses serviços não estão contemplados no escopo da empresa de Pré-fabricados.

Quadro 11 – Custo dos Serviços a serem realizados além do pré-fabricado

Serviço	Valor Pago
Arrasamento de estacas	R\$ 3.520,00
Fundação Edifício Garagem	R\$ 152.260,00
Nivelamento do terreno	R\$ 6.672,00
Reaterro de Blocos e Baldrame	R\$ 17.800,00
Alvenaria Garagem	R\$ 19.272,00
Chumbamento Corta Fogo	R\$ 2.800,00
Total	R\$ 202.324,00

Fonte: Próprio autor

Valor – Material para Fundação: o valor de material para fundação foi considerando os projetos estruturais já presentes no moldado in loco, visto que serão de mesma natureza.

Quadro 11 - Custo em material para fundação

Material	Valor para a fundação
Aço	R\$ 70.337,41
Concreto	R\$ 441.519,29
Total	R\$ 511.856,70

Fonte: Próprio autor

Valor Textura – Fachada: caso a estrutura fosse realizada em pré-fabricada a aplicação poderia

ser feita direta em textura, não sendo necessária a aplicação de bicamada ou reboco.

Quadro 12 – Custo execução da fachada

Execução de fachada	R\$ 34.098,94
----------------------------	----------------------

Fonte: Próprio autor

Custo – Capeamento: para obter um acabamento de alta qualidade nas lajes da estrutura pré-fabricadas, é essencial executar o capeamento, o qual consiste na aplicação de uma fina camada de cinco centímetros de concreto. Essa camada será vassourada na rampa e polida nas demais áreas da edificação. É importante ressaltar que o valor apresentado a seguir abrange exclusivamente o material (concreto e aço) necessário para este processo de capeamento, uma vez que os procedimentos de polimento e vassouramento serão os mesmos utilizados no projeto moldado in loco, não acarretandoem qualquer alteração nos custos.

Quadro 13 – Custo execução do capeamento.

Capeamento	R\$ 226.592,92
-------------------	-----------------------

Fonte: Próprio autor

Dessa forma, foi finalizada todas as etapas necessárias para executar o edifício garagem RNI - Nações Unidas em pré-fabricado, chegando ao valor final.

Quadro 14 – Custo - Estrutura Pré-moldada

Valor Total	R\$ 7.724.872,56
--------------------	-------------------------

Fonte: Próprio autor

5.3 Canteiro de obras.

Dado o fato da execução estrutural em pré-fabricado ser extremamente ágil, acaba surgindo inúmeras possibilidades, sendo uma delas a utilização da própria estrutura finalizada do edifício garagem como canteiro de obra, isto permite uma área sem empecilhos para execução da implantação, além de deixar o canteiro mais organizado e barato.

Para isto, foi feita uma avaliação de custos, em que inicialmente foi proposta a realização da estrutura do canteiro de forma convencional sendo realizada dentro de uma média de valores que estão sendo gastos na construção dos canteiros atuais dos empreendimentos da empresa RNI.

Quadro 15 – Custo – Estrutura Canteiro de obra Convencional

Material	Valor Total
Estrutura do Canteiro	R\$ 400,000,00

Fonte: Próprio autor

Entretanto, caso a estrutura pré-fabricada fosse realizada e finalizada no prazo máximo de cento e quinze dias, seria possível alocar todas as instalações do canteiro de obras no interior do edifício garagem, sendo necessário apenas o aluguel de contêineres na fase inicial, o que resultaria em um custo de:

Quadro 16 – Valor - Estrutura Canteiro de Obra com utilização do Pré-fabricado

Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Contêiner – Engenharia	Mês	3,5	R\$ 1.100,00	R\$ 3.850,00
Contêiner – Almoxarife	Mês	3,5	R\$ 650,00	R\$ 2.275,00
Contêiner – Refeitório	Mês	3,5	R\$ 950,00	R\$ 3.325,00
Contêiner – Vestiário	Mês	3,5	R\$ 950,00	R\$ 3.325,00
Mob./Desmob	Vb	1	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00
Execução de estrutura Dry-wall – Edifício Garagem	M²	620	R\$70,00	R\$ 43.400,00
Total				R\$ 63.675,00

Fonte: Próprio autor

Sendo assim, percebe-se que além da liberação e maior organização, a estrutura pré-fabricada permite que se tenha um canteiro de obra com um valor de 15,93% do orçamento convencional.

5.4 Análise de custos

Ao conduzir uma análise comparativa de custos para o edifício garagem RNI Nações Unidas, desconsiderando as despesas compartilhadas entre os dois modelos, é factível obter os seguintes dados:

Quadro 17 – Comparativo dos modelos Construtivos – RNI Nações Unidas.

Custos – Nações Unidas (Bauru –SP)		
Material/Mão de obra	Convencional	Pré-Fabricado
Projeto estrutural	R\$ 87.000,00	R\$ 25.000,00
Estrutura - Tipo / Cobertura (Convencional)	R\$ 3.731.084,15	-
Execução da estrutura pré-fabricado	-	R\$ 6.725.000,00
Alvenaria Garagem - Fechamento Perimetral	R\$ 157.000,00	-
Fachada	R\$ 158.309,51	R\$ 34.098,94
Capeamento e tratamento de juntas	-	R\$ 221.805,60
Canteiro de Obra	R\$ 400.000,00	R\$ 63.725,00
Total	R\$ 4.533.393,66	R\$ 7.069.629,54
R\$/m²	R\$ 490,52	R\$ 764,95
Variação de Valor		56%
Diferença		R\$ 2.536.235,88
Tempo de Execução	5 Meses de execução	3,5 Meses de execução

Fonte: Próprio autor

6 CONCLUSÃO

Diante das análises e considerações apresentadas ao longo deste trabalho de conclusão de curso, resta evidente que a escolha entre uma estrutura moldada *in loco* e uma estrutura pré-fabricada depende de diversos fatores, sendo o principal deles o custo envolvido na construção. No caso do empreendimento em questão, a arquitetura específica, que inclui rampas de acesso extremamente largas e a necessidade de vagas em seu entorno, apresenta desafios singulares que impactam significativamente o custo total da obra.

A comparação financeira entre as duas opções revelou que a estrutura pré-fabricada se torna 56% mais cara do que a moldada *in loco*, considerando as especificações do projeto em questão. Isso se deve, em grande parte, à complexidade adicional exigida para atender às exigências arquitetônicas, que impõem maior demanda por customização e adaptação no caso das peças pré-fabricadas.

Outro fator relevante é a flexibilidade oferecida pela construção moldada *in loco*, que permite ajustes e modificações mais facilmente em resposta a requisitos específicos do projeto, como as largas rampas de acesso e as vagas circundantes. Isso se traduz em economia de recursos, já que as adaptações em estruturas pré-fabricadas podem ser custosas e complexas.

Em conclusão, no contexto deste empreendimento com suas especificações únicas, a estrutura moldada *in loco* surge como a escolha mais viável do ponto de vista econômico e da capacidade de adaptação às necessidades arquitetônicas. A economia substancial obtida no caso desta construção compensa qualquer aumento no prazo de execução, garantindo assim a eficiência e o sucesso do projeto. No entanto, é importante destacar que cada caso deve ser avaliado individualmente, levando em consideração as particularidades do projeto, os recursos disponíveis e os objetivos específicos, a fim de determinar a opção mais adequada para a construção.

ANEXOS

ANEXO A – Orçamento Pré-fabricado

Componentes:

1 – Estrutura de concreto

- Pilares

Quantidade	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
1	30	60	1490
6	30	50	1470
1	30	60	1490
9	30	60	1490
1	30	50	1470
19	30	50	1320
2	30	50	1320
1	30	60	2005
1	30	50	1508
2	30	50	1358
1	30	60	1528
1	30	50	1545
2	30	50	1395
1	30	60	1565
1	30	50	1395
2	30	50	1565
1	30	60	1675
1	30	50	1433
2	30	50	1695
1	30	60	1675
1	30	50	1470

2	30	50	1695
1	30	50	1675
1	30	60	1508
1	30	50	1695
1	30	50	1675
1	30	60	1675
1	30	60	1695
1	30	50	1695
1	30	50	1320
1	30	60	1320
1	30	50	1453
1	30	50	1620
1	30	60	1320
1	30	50	1620
1	30	50	1620
1	30	50	1453
1	30	60	1875
1	30	60	1875
1	30	60	1875
1	30	60	1875
1	30	60	2005
1	30	50	2005
1	30	50	2005
1	30	60	2005
83			

- **Vigas**

Quantidade	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
1	30	65	368
1	30	65	624
1	30	65	378
78	56	50	378

29	56	50	624
65	56	50	368
12	56	50	614
9	30	193	368
36	56	50	614
4	20	80	368
7	30	65	642
4	30	65	978
8	30	40	463
4	15	63	278
4	30	65	288
32	15	65	471
4	30	193	278
4	30	193	728
8	30	193	678
4	30	193	408
8	30	193	368
4	30	65	624
1	15	65	378
4	15	65	642
4	15	40	571
4	30	65	295
5	30	65	204
1	30	65	310
4	30	65	133
6	15	65	697
1	30	65	697
5	30	65	571
10	1515	65	204
1	15	65	204
2	30	193	393
1	30	193	571
1	30	70	571

1	30	70	614
1	30	70	378
1	20	70	278
1	20	70	278
1	30	65	678
382			

- **Painéis de fechamento**

Quantidade	Dimensão (cm)		Comprimento (cm)	Área Total (m²)
	Espessura	altura		
50	12	140	738	516,60
24	12	150	683	245,88
12	12	150	783	140,94
20	12	150	340	102,00
10	12	150	1104	165,60
1	12	160	576	9,22
4	12	160	757	48,44
1	12	160	742	11,87
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
36	12	160	728	419,40
8	12	160	478	61,20
4	12	160	165	10,56
1	12	160	576	9,22
4	12	160	757	48,44
1	12	160	742	11,87
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	576	9,22
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11

1	12	160	757	12,11
1	12	160	742	11,87
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	576	9,22
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	742	11,87
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	576	9,22
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	757	12,11
1	12	160	742	11,87
202				2.106,71

- **Escadas:**

Quantidade	Descrição	Comp (cm)
4	Lances 130x506	506
8	Lances 130x430	430
4	Lances 130x60	60
16		

Obs. 1: Dimensionamento e execução das peças de acordo com a norma brasileira de concreto armado (NBR 6118) e com a norma de pré-moldados (NBR 9062)

Obs 2: As peças pré-moldadas serão fornecidas em concreto aparente.

Obs 3: Descidas de água pluvial externas aos pilares aos cuidados do cliente.

Obs 4: Insertos para aterramento (SPDA) não incluídos.

Obs 5: Classe de agressividade ambiental II (moderada – urbana).

Obs 6: Incluso aplicação de rejunte PU nos painéis (interno e externo).

Obs 7: Incluso aplicação de rejunte PU nas vigas do perímetro da obra.

Obs 8: Concreto para nivelamento e solidarização pilar/cálice fornecido pelo cliente (15 m³)

Obs 9: O relatório Técnico anexos contém outras premissas adotadas na elaboração desta proposta.

2 – Lajes Alveolares Protendidas:

Utilização	Quantidade (m ²)	Carga Permanente (kgf/m ²)	Carga Acidental (kgf/m ²)	Capeamento (kgf/m ²)
Cob. Escada 2	33,69	200	200	150
Cob. Escada 1	31,27	200	200	150
Rampa Final	700,70	300	300	150
Primeiro	1390,46	300	300	150
Térreo e Rampa	2173,38	0	300	150
Subsolo 1 e Rampa	2173,38	0	300	150
Subsolo 2 e Rampa	2173,38	0	300	150
Rampa Inicial	782,92	0	300	150

Obs 1: Serão necessárias armaduras complementares, equalização, chavetamento e capeamento de concreto sobre as lajes alveolares, os quais ficam por conta do cliente.

3– Total geral do fornecimento: (item 1 + item 2):

Total Fornecimento R\$ 6.725.000,00

REFERÊNCIAS

ACKER, A. V. **Manual de Sistemas Pré-fabricados de Concreto**. Tradução: Marcelo Ferreira, ABCIC, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9062:2017. Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017

AZUL, I. S. S; PISANI, M. A. J. **Sistemas construtivos Pré-fabricados de Concreto Armado**. 2018. 200f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

BARROS, M. S. B; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. 2006. 88f. Tese (Doutorado) - Escola politécnica da universidade de são paulo departamento de engenharia de construção civil, São Paulo, 2006.

BASTOS, Paulo. S, **FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO**, Notas de Aula Universidade estadual Paulista – Campus de Bauru –SP. Bauru, 2019.

COÊLHO, Ronaldo. **Concreto armado na prática**. São Luis: UEMA, 2008.

D'GOIS, A. V; MELO, R M. B. **Análise comparativa de estrutura em concreto pré-moldado e moldado in loco**. 2021. 120f. Monografia (Bacharelado) - Universidade federal de Pernambuco centro de tecnologia e geociências, Recife, 2021.

SCHRODEN, Mariah. **Vantagens e desvantagens das estruturas Pré-moldadas**. Alicerce. Disponível em: <https://www.alicerceejr.com/post/conheca-as-vantagens-das-estruturas-pre-moldadas>. Acesso em: 02 de maio de 2023

QUEIROZ, L. P; OLIVEIRA, M. P. **Análise dos sistemas construtivos de concreto pré-fabricados e moldados in loco**. TCC (Bacharelado) - Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2018.

RNI CONSTRUTORA. **Procedimento Operacional: Laje em concreto armado.** 00. ed., 2021. 10 p.

RNI CONSTRUTORA. **Procedimento Operacional: Pilares e vigas em concreto armado.** 00. ed., 2021. 9 p.

RNI CONSTRUTORA. **Projetos arquitetônicos – edifício garagem – obra RNI Nações Unidas.**, 2021.

RNI CONSTRUTORA. **Projetos estruturais – edifício garagem – obra RNI Nações Unidas: Projeto de formas.**, 2021.

RNI CONSTRUTORA. **Projetos estruturais – edifício garagem – obra RNI Nações Unidas: Projeto de armação.**, 2021.

SANTOS, Andressa P. VIEIRA, S. V. M. **Estudo de viabilidade econômica entre estrutura de concreto pré-fabricada emoldada *in loco* em edificação de grande porte** 2021. 56f. Monografia (Bacharelado) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2021

SANTOS, Roberto E. S. OLIVEIRA, Bernado. J. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia.** 2008. 338f. Tese (Pós Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SENDEN, H; O. T. QUALHARINI, Eduardo L. **Sistemas Construtivos em concreto Pré-moldado.** 2015. 66f. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VASCONCELOS, Augusto. C. **O Concreto no Brasil: Pré-fabricação, Monumentos, Fundações.** Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.