

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
JOSIANI CASSIANO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS
PRÉ-FABRICADAS E CONVENCIONAIS EM
CONCRETO COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE**

LAGES
2020

JOSIANI CASSIANO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS
PRÉ-FABRICADAS E CONVENCIONAIS EM
CONCRETO COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Centro
Universitário UNIFACVEST, como parte dos
requisitos para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Eng. Aldori Batista dos
Anjos.

LAGES

2020

JOSIANI CASSIANO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS
PRÉ-FABRICADAS E CONVENCIONAIS EM
CONCRETO COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE**

Projeto apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Eng. Aldori Batista dos Anjos.

Lages, SC ____/____/2020. Nota ____

LAGES

2020

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me dar saúde, sabedoria e forças para enfrentar todos os desafios nesses cinco anos.

Aos meus pais que sempre me deram apoio e incentivo para qualquer problema que surgisse, para não desanimar, e todo o esforço investido na minha educação.

Ao meu irmão e cunhada que sempre me incentivaram.

Ao meu namorado que sempre esteve ao meu lado, pela compreensão e paciência demonstrada.

Agradeço aos meus avós, em especial a minha avó que já faleceu, mas sei que torce por mim.

Aos meus colegas de sala, em especial a Letícia e a Sonieli duas amigas que a faculdade me deu, que nas dificuldades e alegrias sempre me ajudaram nos trabalhos e tiraram dúvidas quando necessário.

Ao meu orientador e professores, que foram essenciais para o meu aprendizado, e por me tornar quem sou hoje.

Sou grata a todos que me aconselharam, me apoiaram e de alguma maneira me ajudaram a concluir essa etapa em minha vida. A todos meu muito obrigado.

*“Sonhos determinam o que você quer. Ação
determina o que você conquista”.*

Aldo Novak

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS E CONVENCIONAIS EM CONCRETO COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE

Josiani Cassiano¹
Aldori Batista dos Anjos²

RESUMO

A construção civil está em constante crescimento, às estruturas em concreto armado moldado *in loco* são as mais conhecidas e utilizadas no Brasil, principalmente pela mão de obra ser fácil de encontrar, com vários aspectos que a qualifica, seu material é relativamente barato e se bem executado tem muito tempo de durabilidade. Mas com vários estudos e tecnologia avançada o emprego de sistemas construtivos dos pré-fabricados tem crescido no Brasil, principalmente em virtude da dificuldade de atender a demanda de obras com métodos construtivos convencionais. Contudo precisamos se atentar na sustentabilidade, quando se trata de construção civil. O meio ambiente em que vivemos precisa ser preservado. Para isso é necessário estudar e entender esses dois métodos estruturais, avaliando como cada um se comporta na preservação do meio ambiente. Pois nos dias atuais as construções, moradias entre outros, são de total importância para o ser humano, mas também não podemos esquecer as gerações futuras. Tendo em vista todo esse contexto as soluções pré-fabricadas estão um passo a frente, com a possibilidade de redução de prazos de execução e ganhos de produtividade. Com isso, o trabalho deu origem a uma pesquisa bibliográfica digital e *in loco*, com vantagens e desvantagens desses métodos, mostrando a sustentabilidade entre ambos, e resultando qual é melhor nesse quesito.

Palavras-chave: Pré-fabricado. Concreto armado. Sustentabilidade.

¹ Acadêmica da turma 3010N, disciplina trabalho de conclusão de curso II do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest. E-mail: josi_cassiano@hotmail.com;

² Engenheiro Ambiental/Sanitarista de Segurança do Trabalho e professor do Centro Universitário Unifacvest. E-mail: aldorianjos@gmail.com

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS E CONVENCIONAIS EM CONCRETO COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE

Josiani Cassiano¹
Aldori Batista dos Anjos²

ABSTRACT

The construction is constantly growing, the structures in reinforced concrete molded *in loco* are the most known and used in Brazil, mainly because the labor is easy to find, with several aspects that qualifies it, Its material is relatively inexpensive and if well executed has a lot of durability time. But with several studies and advanced technology the use of construction systems of prefabricated was grown in Brazil, mainly due to the difficulty of meeting the demand for works with conventional construction methods. However, we need to pay attention to sustainability when it comes to construction. The environment in which we live needs to be preserved. For this it is necessary to study and understand these two structural methods, evaluating how each one behaves in preserving the environment. Because nowadays the constructions, dwellings among others, are of total importance for the human being, but also we can not forget the future generations. In view of this context, the prefabricated solutions are a step forward, with the possibility of reducing execution times and productivity gains. With this the work gave rise to a digital bibliographic research and *in loco*, with advantages and disadvantages of these methods, showing sustainability between both, and resulting whats is best in this regard.

Keywords: Prefabricated, Reinforced concrete, sustainability.

¹ Acadêmica da turma 3010N, disciplina trabalho de conclusão de curso II do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest. E-mail: josi_cassiano@hotmail.com;

² Engenheiro Ambiental/Sanitarista de Segurança do Trabalho e professor do Centro Universitário Unifacvest. E-mail: aldorianjos@gmail.com.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Laje Maciça.....	15
Figura 02: Laje Nervurada.....	15
Figura 03: Laje Lisa e Cogumelo.....	16
Figura 04: Viga.....	16
Figura 05: Pilares.....	17
Figura 06: Tubulão a céu aberto e ao lado tubulão a ar comprimido.....	18
Figura 07: Bloco de Fundação.....	18
Figura 08: Sapatas.....	19
Figura 09: Concretagem de sapatas e viga baldrame.....	21
Figura 10: Construção dos pilares e paredes em alvenaria.....	22
Figura 11: Laje já executada, sendo realizada a platibanda.....	22
Figura 12: Descarga das peças e empilhamento.....	26
Figura 13: Canteiro de obras com sapatas já colocadas.....	27
Figura 14: Pilares e vigas sendo instalados.....	28
Figura 15: Cortinas sendo instaladas.....	29
Figura 16: Escadas e lajes sendo instaladas.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.2 TÍTULO DA PESQUISA	11
1.3 PROBLEMATIZAÇÃO	11
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 Objetivo geral	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 JUSTIFICATIVA	12
1.6 METODOLOGIA	12
1.7 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	12
2. ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS	13
2.1 A HISTÓRIA DO CONCRETO ARMADO	13
2.2 O CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO	14
2.2.1 Principais elementos estruturais:	15
2.2.2 Laje:	15
2.2.3 Vigas:	16
2.2.4 Pilares:	17
2.2.5 Tubulão e Bloco de Fundação:	17
2.2.6 Sapata:	18
2.3 COMO SÃO REALIZADAS AS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	19
2.4 EXECUÇÕES NA OBRA	21
2.5 VANTAGENS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	23
2.6 DESVANTAGENS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	23
2.7 HISTÓRIA DO PRÉ-FABRICADO EM CONCRETO	24
2.8 CONFECÇÕES DO PRÉ-FABRICADO	25
2.8.1 Transporte Interno:	25
2.8.2 Transporte Externo:	26
2.8.3 Segurança	26
2.9 EXECUÇÕES NA OBRA:	27
2.10 VANTAGENS DOS PRÉ-FABRICADOS	30
2.11 DESVANTAGENS DOS PRÉ-FABRICADOS	30
3. A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	31
3.1 GESTÃO DE ENERGIA	32
3.2 GESTÃO DE ÁGUA	32

3.3 GESTÃO DE MATERIAIS	32
3.4 A SUSTENTABILIDADE NO CONCRETO ARMADO	33
3.5 O PRÉ-FABRICADO E A SUSTENTABILIDADE.....	33
3.6 COMPARANDO A SUSTENTABILIDADE ENTRE OS DOIS SISTEMAS	34
4. CRONOGRAMA.....	35
5. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXOS.....	41

1. INTRODUÇÃO

Quando pensamos em construir seja uma construção de grande pequeno ou grande porte, pensamos em vários fatores como o tamanho, modelo, cor, fachada, entre outros. Muitos fazem escolhas com base em seus sonhos, outros preferem a praticidade e agilidade. Decidindo vários desses fatores começa-se a pensar em materiais a serem utilizados e seu método construtivo. Fazendo alguns estudos e conversando com um engenheiro é decidido como será feita a estrutura. As estruturas são responsáveis por dar a sustentação a casa. Elas transferem a carga da construção para as fundações, que distribuem a carga para o solo.

Segundo Linardi e Linardi (2020). “Estrutura é a parte resistente da construção e tem a função de resistir às ações e as transmitir para o solo. Em edificações e edifícios, os elementos estruturais principais são: lajes, vigas, pilares e fundação.”

Desta forma estamos muito acostumados a executar as obras em concreto armado convencional, pela facilidade na hora de executar e poder ter as ferramentas sempre em mãos, juntamente com esse método existe o pré-fabricado de concreto, sua execução é realizada industrialmente, e como não é realizado in loco é um material de alta qualidade, pois segue a norma, e com isso com menos possibilidade de aparecer qualquer trinca ou fissura.

“A utilização do concreto pré-moldado é uma forte tendência, a quantidade de obras nos Estados Unidos e Europa atestam a viabilidade econômica, técnica e estética do sistema” (ALBUQUERQUE; DEBS, 2005).

Esses métodos estruturais podem trazer grandes construções com conforto e satisfação final, mas para isso acontecer também é crucial se pensar na sustentabilidade do nosso planeta. A construção civil esta afetando cada vez mais o meio ambiente, pois gera muitos resíduos, e nas confecções dos materiais o gasto com água e energia é muito grande.

Na década de 50 as empresas só buscavam atingir seus lucros sem se importar com o dano que elas causariam a sociedade, esse pensamento mudou uma vez que as empresas passaram a entender a importância de se tornarem ecologicamente corretas, agregando valor aos seus produtos, garantindo uma imagem positiva na sociedade e mantendo uma vantagem competitiva com relação a seus concorrentes. (YEMAL; TEIXEIRA; NAAS, 2011).

O presente trabalho lhe dará uma grande amostra dos dois métodos, um como o outro são métodos práticos, e ambos com o uso do concreto, que é um material de fácil manuseio, rapidez e eficiência na obra. Juntamente será abordada a sustentabilidade na construção civil podendo através de estudos mostrar qual pode ser mais sustentável, buscando sempre qualidade, veremos qual será suas maiores características.

1.2 TÍTULO DA PESQUISA

Análise comparativa entre estruturas pré-fabricadas e convencionais em concreto com ênfase na sustentabilidade.

1.3 PROBLEMATIZAÇÃO

O presente trabalho acadêmico terá como objetivo apontar as vantagens e desvantagens dos dois métodos construtivos estruturais, o convencional e o pré-fabricado, realçando na seguinte questão: Qual método é mais sustentável?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Conhecer e comparar o sistema estrutural convencional em concreto armado e o sistema pré-fabricado de concreto dando ênfase na sustentabilidade.

1.4.2 Objetivos específicos

- Explicar a história de cada método;
- Demonstrar como é realizado cada método;
- Apresentar as vantagens e desvantagens;
- Abordar a sustentabilidade na construção civil;
- Demonstrar e comparar a sustentabilidade entre os dois métodos.

1.5 JUSTIFICATIVA

A construção civil a cada dia precisa de novas maneiras de melhorar seus métodos construtivos, principalmente em métodos que englobem a sustentabilidade do planeta. Pensando nisso por que não fazer uma análise entre dois métodos? Um deles é o método convencional de concreto armado, realizado em loco e muito utilizado em todo o País, e o outro é o pré-fabricado feito por norma industrialmente, um método muito eficaz e rápido. Pensando em estruturas esses dois são ótimos para ser abordados em um estudo mais detalhado.

1.6 METODOLOGIA

Devido à pesquisa ser sobre construções estruturais dando ênfase na sustentabilidade, o estudo trará dados qualitativos, abordando parte tecnológica e comparações de cada um. Para o referencial teórico foi buscado livros, dissertações e também outros trabalhos de conclusão de cursos, também foi realizado visita em obras para melhores dados.

1.7 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A construção civil tem tomado conta do nosso planeta, isso é ótimo, tanto para pessoas como para a economia, mas olhando para o lado da preservação ambiental, traz pontos negativos, pois a cada construção realizada afeta um pouco o efeito estufa, juntamente o meio ambiente. Mas esse problema pode ser resolvido, com vários avanços tecnológicos e melhores estudos é possível desenvolver métodos mais sustentáveis. Buscar novas maneiras e também melhorar as antigas.

Nesse estudo mostrará um pouco sobre dois métodos muito utilizados na construção civil e fazer um comparativo para ver qual é mais sustentável, e que trará mais benefícios ao meio ambiente. É necessário compatibilizar esses quesitos para trabalharem juntos num mundo melhor.

2. ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS

2.1 A HISTÓRIA DO CONCRETO ARMADO

Segundo Bastos (2006) “Os primeiros materiais a serem empregados na construção civil foi à pedra natural e a madeira, o ferro e o aço foram empregados séculos depois. E o concreto armado surgiu em meados de 1850”.

Um material para ser considerado bom, deve-se apresentar resistência e durabilidade, duas características básicas. A pedra tem resistência à compressão e durabilidade muito elevada, porém, tem baixa resistência à tração, já a madeira tem uma durabilidade limitada e resistência razoável, e o aço tem grande resistência, mas requer proteção contra corrosão.

O concreto armado pode ter surgido da necessidade de se aliar as qualidades da pedra (resistência à compressão e durabilidade) com as do aço (resistências mecânicas), com as vantagens de poder assumir qualquer forma, com rapidez e facilidade, e proporcionar a necessária proteção do aço contra a corrosão. (BASTOS, 2006).

O concreto é constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita), e ar. Podendo conter adições e aditivos químicos com a finalidade de melhorar as propriedades básicas desse concreto. O cimento misturado com água obtém a pasta, a pasta misturada com a areia forma-se a argamassa, já a argamassa com a pedra ou brita forma-se o concreto simples.

Um material de construção com finalidade estrutural deve apresentar, como qualidades essenciais: resistência, durabilidade e disponibilidade. E o concreto cumpre com os três requisitos de maneira satisfatória, o que faz dele um produto amplamente disseminado e que pode estar presente das construções residenciais mais simples até às plataformas de exploração de petróleo ou as obras de engenharia mais altas do mundo. (CLÍMACO, 2008).

Segundo Bastos (2006). “O cimento Portland, tal como hoje mundialmente conhecido, foi descoberto na Inglaterra por volta do ano de 1824, e a produção industrial foi iniciada após o ano de 1850”.

O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação d'água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais.

O cimento é o principal elemento dos concretos e é o responsável pela transformação da mistura de materiais que compõem o concreto no produto final desejado. O cimento é composto de clínquer¹ e de adições sendo o clínquer o principal componente, presente em todos os tipos de cimento. O clínquer tem como matérias-primas básicas o calcário e a argila. A propriedade básica do clínquer é que ele é um ligante hidráulico², que endurece em contato com a água. (BASTOS, 2006).

2.2 O CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO

A norma utilizada para o concreto armado é a ABNT NBR 6118:2003. Esta norma fixa os requisitos básicos exigíveis para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

O concreto apresenta alta resistência às tensões de compressão, mas baixa resistência à tração. Pensando nisso a necessidade de juntar ao concreto um material de alta resistência a tração, essa junção seria perfeita com o aço, surgindo aí o concreto armado, onde as barras de aço absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão. No entanto essa junção envolve o fenômeno de aderência, pois não basta apenas juntar esses dois materiais para se ter o concreto armado. A fórmula necessária é o concreto simples, mais a armadura, com a aderência. Esse trabalho conjunto é possível, pois o concreto protege o aço da oxidação, garantindo a durabilidade. Porém, a proteção da armadura contra a corrosão só é garantida com a existência de uma espessura do concreto entre as barras de aço denominado cobrimento.

Segundo Pedroso (2009), o concreto é uma pedra artificial que pode ser moldada. Em seu estado fresco, é um composto plástico e, em estado endurecido, apresenta propriedades similares as de rochas naturais.

¹ Clínquer: É um material granular de 3mm a 25mm de diâmetro, resultante da calcinação de uma mistura de calcário, argila e de componentes químicos como o silício, o alumínio e o ferro. O clínquer é a matéria básica de diversos tipos de cimento, inclusive o cimento Portland.

² Ligante Hidráulico: É um ligante que misturado com a água forma uma pasta que endurece ao ar ou dentro da água. A pasta endurecida, com ou sem outros materiais incorporados, resiste à água.

2.2.1 Principais elementos estruturais:

Nas construções de pequeno ou grande porte existem três elementos estruturais, bastante comuns: As lajes, as vigas e os pilares. Esses elementos estruturais são os mais importantes. Já os blocos, sapatas de fundação, estacas, tubulões entre outros, são alguns elementos que podem não ocorrer em todas as construções.

2.2.2 Laje:

As lajes segundo Bastos (2006) “são elementos planos que se destinam a receber a maior parte das ações aplicadas numa construção, como de pessoas, móveis, pisos, paredes, e os mais variados tipos de cargas que podem existir em função da finalidade arquitetônica do espaço físico que a laje faz parte”.

As lajes normalmente podem variar de 7 a 15 cm de espessura, seus tipos mais comuns são as lajes maciças apoiadas nas bordas, nervuradas, lisa e cogumelo.

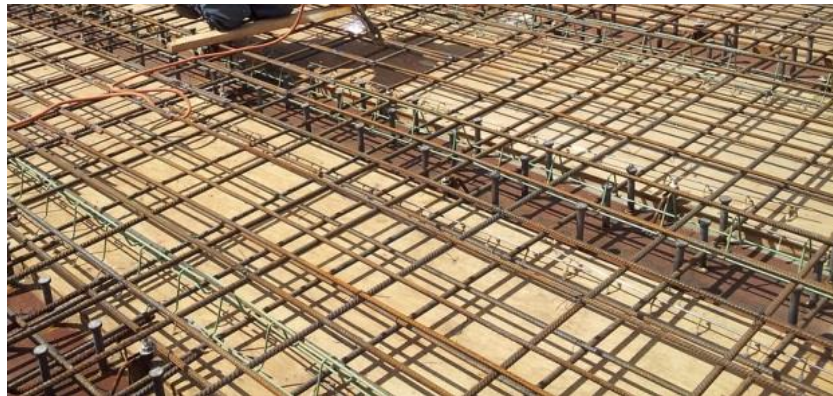


Figura 01: Laje Maciça.
Fonte: (guiadaengenharia.com).



Figura 02: Laje Nervurada.
Fonte: (aecweb.com.br).

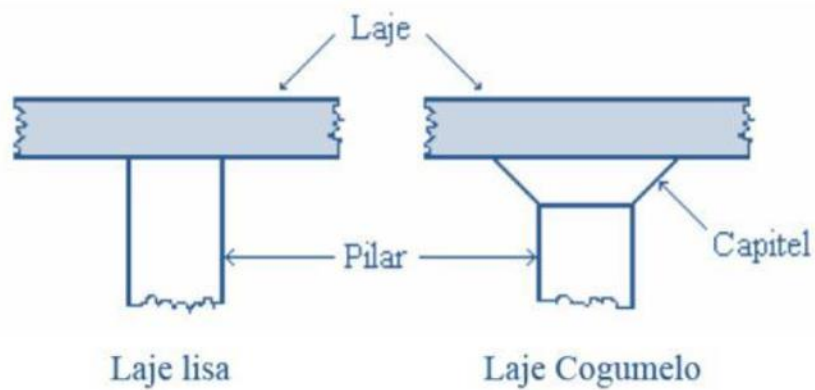


Figura 03: Laje Lisa e Cogumelo.
Fonte: (maquinadeaprovacao.com.br).

2.2.3 Vigas:

As vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante, são classificadas como barras e são normalmente retas e horizontais, são destinadas a receber as ações das lajes, ou de outras vigas, também de paredes de alvenaria e de pilares. Servem para vencer grandes vãos e transmitir suas ações para os apoios que geralmente são os pilares.

As ações são geralmente perpendiculares ao eixo longitudinal, podendo ser concentradas ou distribuídas. Podem ainda receber forças normais de compressão ou de tração, na direção do eixo longitudinal. As vigas, assim como as lajes e os pilares, também fazem parte da estrutura de contraventamento responsável por proporcionar a estabilidade global dos edifícios às ações verticais e horizontais. (BASTOS,2006).

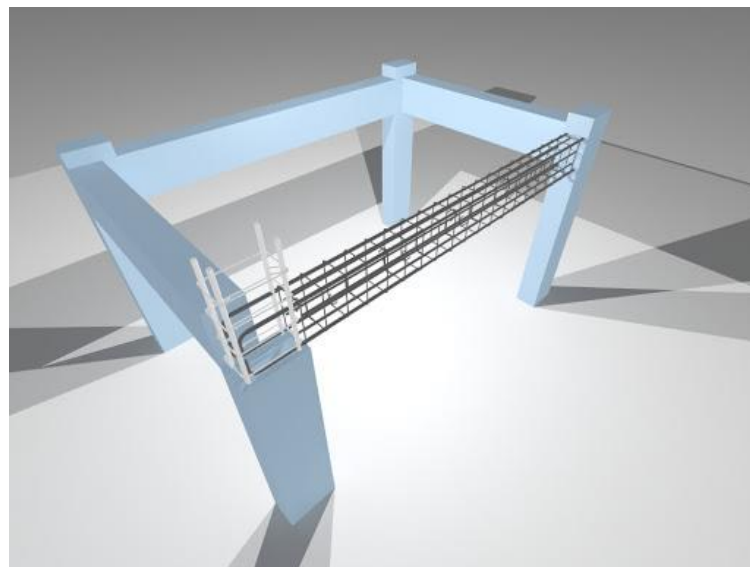


Figura 04: Viga.
Fonte: celsoipaula.com

2.2.4 Pilares:

São elementos usualmente na vertical, em que as forças de compressão são preponderantes. Transmitem ações as fundações, mas também podem transmitir para outros elementos de apoio. São de extrema importância nas estruturas, e podem fazer parte do sistema de contraventamento¹ responsável por garantir à estabilidade global dos edifícios as ações verticais e horizontais.

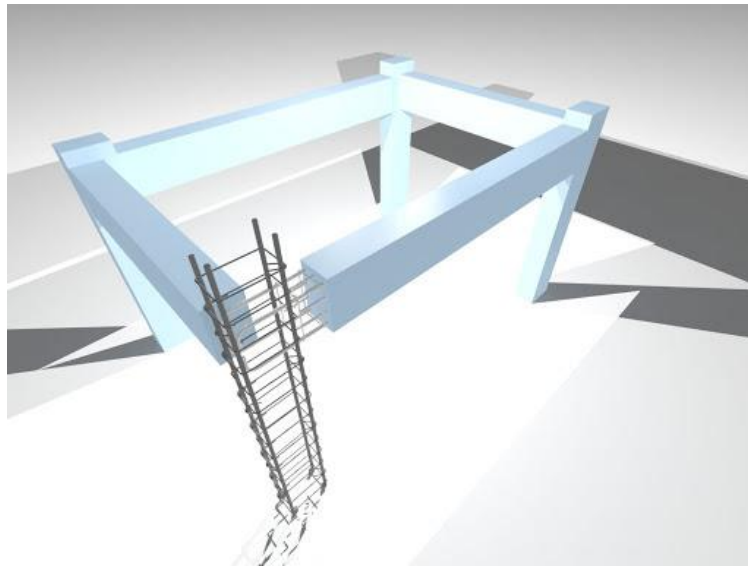


Figura 05: Pilares.
Fonte: (celsoipaula.com)

2.2.5 Tubulão e Bloco de Fundação:

Os blocos de fundação são utilizados para receber as ações dos pilares e transmiti-las ao solo, diretamente ou através de estacas ou tubulões. As estacas transmitem as ações ao solo, por meio do atrito ao longo da superfície de contato e pelo apoio da ponta inferior do solo. Os tubulões são também elementos destinados a transmitir as ações diretamente ao solo, por meio do atrito do fuste² com o solo e da superfície da base.

¹ Contraventamento: Sistema de ligação entre elementos principais de uma estrutura para aumentar a rigidez do conjunto.

² Fuste: É dimensionado como um pilar de concreto simples, submetido à compressão simples.

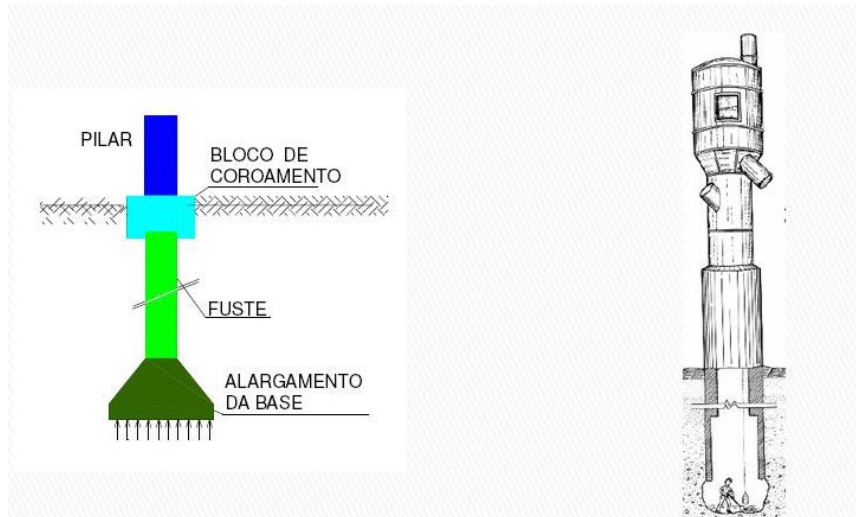


Figura 06: Tubulão a céu aberto e ao lado tubulão a ar comprimido.
Fonte: (slideplayer.com.br)

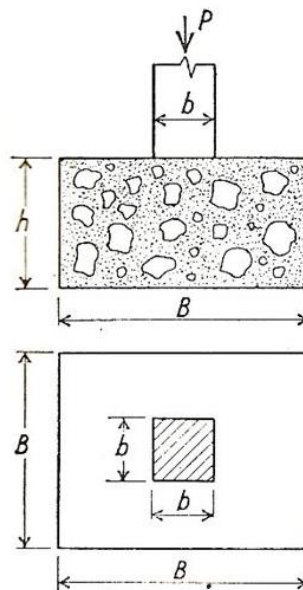


Figura 07: Bloco de Fundação.
Fonte: (slideplayer.com.br)

2.2.6 Sapata:

As sapatas recebem as ações dos pilares e transmite ao solo. Podem ser localizadas ou isoladas, conjuntas ou corridas.

As sapatas isoladas servem de apoio para apenas um pilares, as conjuntas servem para a transmissão simultânea do carregamento de dois ou mais pilares e as sapatas corridas tem este nome porque são dispostas ao longo de todo o comprimento do elemento que lhe aplica o carregamento, geralmente paredes de alvenaria ou de concreto. (BASTOS, 2006).

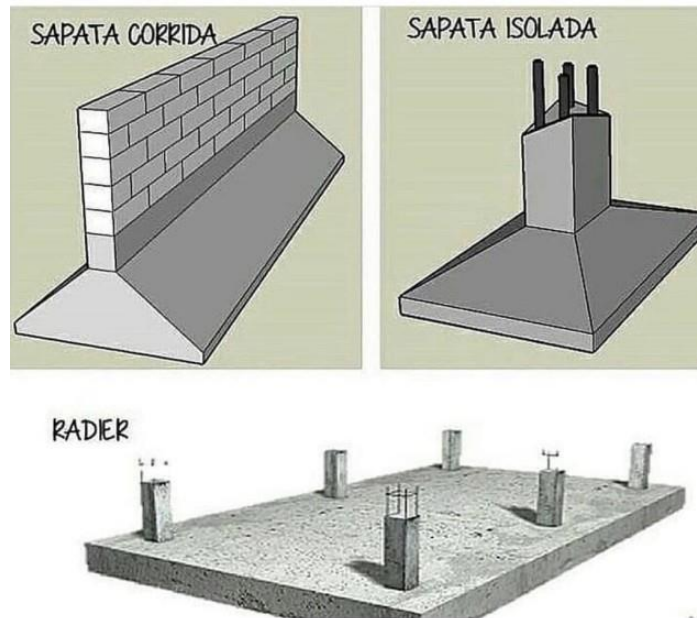


Figura 08: Sapatas.
 Fonte: (algandaimes.com.br)

2.3 COMO SÃO REALIZADAS AS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O concreto armado é a combinação entre concreto e aço, ou seja, cada peça da estrutura é composta por uma armação com barras de aço coberta por concreto. O aço é resistente a tração (movimentos laterais), enquanto o concreto tem alta resistência a compressão (movimentos verticais).

Nesse tipo de estrutura o peso dos telhados, caixa d'água e laje é uniformemente distribuído para as vigas, estas distribuem as cargas para as colunas, fazendo assim com que as cargas não passem pelas paredes e vão das colunas diretas para a fundação.

As peças de concreto, nesse método, são moldadas em seus locais definitivos de utilização, com fôrmas de madeira ou metálica. As mais usuais são as fôrmas feitas em compensado de madeira, que pode ser resinado ou plastificado. Para execução de cada peça, é necessário que as fôrmas sejam preparadas adequadamente, fixando-as com sarrafos de madeira para que não se movam durante o procedimento. Além disso, posiciona-se dentro delas o aço, que também deve ser fixado no lugar designado no projeto estrutural, sem se mover durante a concretagem. (ALLEN; IANO, 2013).

Os concretos podem ser usinados ou feitos em obra, o concreto usinado é uma opção prática, pois você informa a empresa contratada apenas à resistência em F_{ck} ¹ e o volume utilizado, com isso é agendado um dia para a entrega de seu concreto pronto na obra, com a proporção adequada de cimento, areia, pedra e água. É aplicado através de bombas, por isso sua compra é viável para volumes superiores a $6m^3$. Um importante fator é o prazo, o concreto usinado deve ser aplicado em até 2 horas após a carga do caminhão betoneira.

O concreto feito na obra é necessário ter um traço preciso e alugar uma betoneira. O traço é muito importante pois é uma forma de representar a proporção dos ingredientes do concreto, o primeiro número indica o volume do cimento, o segundo de areia e o terceiro a pedra. Ex: 1:2:3, no exemplo para cada um litro de cimento, devemos misturar dois litros de areia e três litros de pedra para fazer o concreto, neste exemplo foi usado litro mas pode ser usado balde, lata, entre outros. No dia a dia da obra, a dosagem mais comum é um pacote de cimento de 50 kg, quatro latas de areia de 18l e seis de pedra de 18l. Ex: 1:4:6. Assim facilita as medidas ao pedreiro na hora de fazer a massa. Lembrando que para cada etapa da obra é necessário uma dosagem.

Nesse método, em geral, a vedação é feita com blocos cerâmicos ou de concreto não estrutural, assentados com argamassa. Tal processo mostra-se ainda demasiadamente manual, resultando em um alto índice de retrabalho devido às imperfeições dos blocos, que geram necessidade de acerto do alinhamento na argamassa de revestimento. Além disso, para realizar as instalações elétricas e hidráulicas, torna-se necessário que a parede de blocos seja parcialmente quebrada a fim de permitir a passagem dos eletrodutos e canos. (ALLEN; IANO, 2013).

Apesar desses fatores que exigem retrabalho na execução, a moldagem in loco é, por muitas vezes, vantajosa, já que o projetista tem opções quase ilimitadas para o projeto arquitetônico da edificação, podendo optar por vários tipos de geometria e textura superficial nas peças. Têm-se também, elementos estruturais que só podem ser executados in loco, como fundações em tubulões e fundações contínuas.

“Existem projetos em que a modelagem in loco não é a única opção executável, entretanto mostra-se uma escolha devido as suas características arquitetônicas de maior massa e monoliticidade²”. (COSTA, 2013).

¹ F_{ck} : A sigla F_{ck} (do inglês, Feature Compression Know) foi traduzida para o português como resistência característica do concreto à compressão, e de acordo com cada projeto apresenta uma medida.

² Monoliticidade: Característica de uma massa de material contínuo, sem separações.

2.4 EXECUÇÕES NA OBRA

A obra de concreto armado moldado in loco, se inicia tirando o nível do terreno, após isso é realizado o canteiro de obras e logo após escavação para as sapatas, com isso é construído as formas que vão para as sapatas e vigas baldrame, o concreto é realizado no local com o traço adequado, com seu tempo de cura completo é retirado as formas, Nesse momento já é colocado as esperas para os canos sanitários e as mangueiras de elétrica.



Figura 09: Concretagem de sapatas e viga baldrame.
Fonte: (Autor).

A partir disso começa-se a fazer as formas para os pilares, nesses pilares vão as ferragens que serão amarradas nas ferragens da sapata, isso faz com que as cargas sejam distribuídas e a casa fique bem estruturada, o concreto nessa etapa também foi realizado in loco. Passa-se um impermeabilizante para a umidade que vem do solo, em cima das vigas baldrames e ai as paredes começam a subir uma a uma, as paredes que vão ter janelas são realizadas as vergas e contra vergas e com isso pode subir até a altura indicada no projeto.



Figura 10: Construção dos pilares e paredes em alvenaria.
Fonte: (Autor).

Com as paredes já executadas, começa-se a construção das vigas e da laje. Na obra que foi tirada as fotos a laje era com lajotas e treliças, tudo é colocado corretamente encaixando um ao outro, uma pessoa especializada na parte elétrica faz a colocação das mangueiras na laje, aonde irá passar os fios para a elétrica. Tudo conferido é contratado o concreto usinado. O concreto usinado é uma boa opção pois vem com a resistencia desejada e acaba sendo mais rápido de se executar. Com a cura de 28 dias se inicia a platibanda. Mesmo com o tempo de cura da laje acontecendo os colaboradores não param e começam a fazer os cortes onde será realizado a elétrica e a hidraulica da obra, também é realizado o chapisco e reboco, conferindo todo o encanamento da parte sanitária vem o contrapiso, que dara suporte ao piso na parte de acabamento. Os itens do acabamento são, o piso, a calfinagem ou também o uso de massa corrida nas paredes, a pintura, aberturas e instalações das louças dos banheiros e a parte elétrica final.



Figura 11: Laje já executada, sendo realizada a platibanda.
Fonte: (Autor).

2.5 VANTAGENS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

- Especialmente no Brasil, os seus componentes são facilmente encontrados e relativamente a baixo custo;
- O concreto armado tem uma elevada resistência à compressão em comparação aos outros materiais de construção;
- Em geral, o concreto apresenta boa durabilidade, desde que seja utilizado com a dosagem correta. É muito importante a execução de cobrimentos mínimos para as armaduras;
- Pode ser moldada de diversas maneiras e formatos;
- Exige mão de obra menos qualificada para sua execução, em comparação as estruturas metálicas, por exemplo;
- O custo da manutenção do concreto armado é muito baixo;
- Boa resistência ao fogo e ao tempo;
- Boa resistência ao desgaste mecânico como choques e vibrações.

2.6 DESVANTAGENS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

- A resistência a tração do concreto armado é cerca de um décimo da sua resistência a compressão;
- Por ser produzido in loco a resistência final pode ser afetada devido a erros durante os processos de mistura e cura;
- Uma estrutura com esse material gera muitos resíduos e lixos de construção;
- Para uma construção de um edifício de vários andares, a seção dos pilares para uma estrutura em armado é maior do que a seção dos pilares em uma estrutura metálica;
- Tempo de execução maior do que outros sistemas de construção, devido ao tempo de cura (pode ser reduzido com uso de aditivos);
- A demolição de uma estrutura em concreto armado é de difícil execução, podendo ser inviáveis ao custo;

2.7 HISTÓRIA DO PRÉ-FABRICADO EM CONCRETO

O termo pré-fabricação no campo da construção civil possui o seguinte significado: Fabricação de certo elemento antes do seu posicionamento final na obra.

A norma NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado definem estruturas pré-fabricadas como elemento pré-moldado executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obras, ou em instalações permanentes de empresa destinada para este fim que atende aos requisitos mínimos de mão-de-obra qualificada; a matéria-prima dos elementos pré-fabricados deve ser ensaiada e testada quando no recebimento pela empresa e previamente á sua utilização.

Segundo Vasconcellos (2002). “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”.

Após a Segunda Guerra Mundial principalmente na Europa que verdadeiramente a pré-fabricação começou a aparecer, pois foi nesse período que ocorreu a necessidade de se construir em grande escala. Foi um grande avanço nas construções pois foi necessário construir diversos edifícios, escolas, hospitais e indústrias, e os elementos compostos eram de pré-fabricados. Já o Brasil não sofreu tanto com a Segunda Guerra Mundial, então não precisou de novas construções. Foi em 1926 que foi construída a primeira grande obra no Rio de Janeiro, o Hipódromo de Gávea em elementos pré-fabricados, dentre eles, as estacas nas fundações e as cercas no perímetro da área reservada ao hipódromo. Depois disso foi um passo para essas construções.

O sistema pré-fabricado foi durante muito tempo vítima de preconceitos, os arquitetos viam-no como um inibidor da liberdade de criação e acreditava-se que era restrito ás obras industriais ou pequenos edifícios de baixo padrão. Hoje se observa que o panorama é outro, e as estruturas pré-fabricadas estão presentes em todos os tipos de obras. (ALBUQUERQUE; EL DEBS, 2005).

2.8 CONFECÇÕES DO PRÉ-FABRICADO

As estruturas pré-fabricadas de concreto são feitas industrialmente, tudo começa com um projeto arquitetônico reconhecido pelo cliente que avança para a compatibilização com o projeto estrutural em concreto pré-fabricado.

Após a análise de disponibilidade de fornecedores na região onde as peças serão feitas, o projeto é encaminhado para os devidos cálculos estruturais e detalhes construtivos, quando se torna fundamental a presença de um projetista de estrutura com experiência. Outros aspectos a serem considerados são os equipamentos necessários para acesso a montagem das peças na obra e detalhamento das ligações das peças.

Todo esse material traz consigo muita qualidade pois como é feita industrialmente é conferida por testes quando prontas.

Além disso, o Selo de Excelência da Abcic, conhecido em todo o segmento, é utilizado para avaliar a qualidade, a segurança e o meio ambiente de plantas industriais de empresas fornecedoras de estruturas pré-fabricadas de concreto. “O programa tem como referência as normas ISSO 9001, ISSO 14001, OHSAS 18001, PBQP-h, bem como as normas técnicas aplicáveis ao setor”. (BONAFÉ, 2020).

2.8.1 Transporte Interno:

O transporte dentro da indústria requer muito cuidado para evitar que sofram trincas nas peças ou qualquer tipo de danificação. As empresas possuem alças adequadas para sua movimentação das peças, que também são utilizadas para a montagem na obra.

O transporte interno divide-se em dois tipos: vertical e horizontal. O primeiro está relacionado à movimentação de saque e desforma com o auxílio de máquinas específicas, como pontes rolantes e pórticos, pois as peças de concreto possuem dimensões e pesos que podem ultrapassar 25 toneladas. Já o transporte horizontal está relacionado à movimentação desses elementos do local de produção (forma ou pista) até seu estoque temporário na fábrica, e normalmente é realizado com auxílio de carretas (BONAFÉ, 2020).

2.8.2 Transporte Externo:

O transporte externo é feito com carretas comuns, extensivas ou especiais, variando de acordo com cada elemento, sendo que o peso e o comprimento são os principais fatores a serem considerados. O empilhamento deve ser feito com calços para impedir que as peças de concreto se danifiquem, com uma amarração especial com cabos de aço ou cintas têxteis de alta resistência.



Figura 12: Descarga das peças e empilhamento.
Fonte: (Autor).

Tudo é bem pensando antes de ocorrer o transporte, com melhores acessos e trajetos, para não conter nenhuma implicação, também são usados equipamentos corretos para a descarga como o munck¹ para estruturas leves, guindastes para estruturas mais pesadas.

8.2.3 Segurança:

Como as estruturas não são fabricadas no local da obra, mas sim no parque fabril, as condições para os trabalhadores acabam sendo mais seguras. Os trabalhos que são executados no local exigem um tempo de exposição menor, já que a execução da montagem é mais rápida, diminuindo assim os riscos de acidentes.

¹Munck: Nome de um modelo de caminhão guindaste, veículo usado para transportar ou erguer cargas pesadas.

2.9 EXECUÇÕES NA OBRA:

A obra de pré-fabricados começa com medições, fechamento do canteiro, topografia e sondagem do terreno. Com o resultado da sondagem em mãos foi possível ver que o solo era muito bom atingindo três a quatro metros de profundidade. Com isso começa a escavação para as sapatas, seguindo sempre o projeto que a empresa proporciona, sempre conferindo medidas de nível e alturas com muito cuidado.

Depois o caminhão munck descarrega todas as sapatas no local da obra e como se precisava de sapatadas muito grandes, as peças da sapata foram vieram para a obra com as ferragens normais e seus colarinhos com material pré-fabricado, na obra foi realizado a execução do fundo das sapatas e as vigas de amarração, foi utilizado concreto usinado de fck 25 Mpa. Feito a concretagem das sapatas essa etapa está finalizada.



Figura 13: Canteiro de obras com sapatas já colocadas.
Fonte: (Autor).

Após a execução das peças na empresa o caminhão chega à obra com os pilares, vigas, cortinas, escadas e as lajes. Cada pilar pesa cerca de 7 a 9 toneladas cada, e é necessário um guincho para a colocação dessas peças, sendo todas colocadas em seu devido local, após os pilares é iniciada a colocação das vigas, a tubulação da parte sanitária já vem por dentro dos pilares, tudo é projetado de forma certa para quando chegar na obra os operadores acompanham os projetos e vão encaixando uma a uma.



Figura 14: Pilares e vigas sendo instalados.
Fonte: (Autor).

Com isso, as montagens só vão acontecendo, os caminhões com as cargas vão chegando, tendo colaboradores para fazer a parte da descarga, como colaboradores para a parte das instalações das peças. Acontece como se fosse um jogo de montar, só que com peças grandes e muito pesadas. Após os pilares e vigas, as cortinas vão sendo encaixadas elas vão somente à parte do subsolo que será a garagem quando pronta, essas cortinas são amarradas por cabos que passam por um tubo dentro dos pilares para terem mais sustentação.



Figura 15: Cortinas sendo instaladas.
Fonte: (Autor).

As escadas também são instaladas, elas vêm prontas da fabrica somente é encaixada em seus devidos locais. E pra finalizar é colocado as lajes com 0,20cm de espessura as lajes vêm com círculos furados que dentro tem um material de isopor, esses espaços servem para depois ser realizado os locais para tubulação. Algo que facilita na execução tanto para ralos, instalações de pias, entre outros. A parte estrutural esta montada, logo após esse processo as paredes serão de tijolos e com fechamento de vidro.



Figura 16: Escadas e lajes sendo instaladas.

Fonte: (Autor).

2.10 VANTAGENS DOS PRÉ-FABRICADOS

- Curto prazo de execução da obra;
- Maior confiabilidade do cumprimento do cronograma físico-financeiro da obra;
- Retorno sobre o investimento mais rápido;
- Baixo custo de mão de obra no canteiro e manutenção;
- A execução fora do local de utilização definitivo permite maior controle de qualidade do produto;
- Montagem rápida dos elementos pré-fabricados de concreto;
- Redução de riscos de acidentes;
- Canteiro de Obras limpo e organizado;
- Eliminação de desperdícios e riscos de desvios de materiais;
- Redução média de 80% do volume de resíduos sólidos;
- Redução dos custos com limpeza do canteiro e descarte de resíduos;
- Obra mais sustentável;
- Maior ciclo de vida;

2.11 DESVANTAGENS DOS PRÉ-FABRICADOS

- Limitação arquitetônica;

- Limitação para futuras alterações;
- Necessidade de grande investimento inicial.

3. A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. (MARTINS, 2016).

A sustentabilidade na construção civil é algo muito comentado, pois esse setor causa muitos impactos ao meio ambiente, e por isso ela precisa garantir que durante todo o processo construtivo esses impactos sejam reduzidos, proporcionando melhor qualidade de vida para as gerações futuras. Pensar em reutilizar materiais, em fazer o descarte correto e de procurar não ter retrabalhos e gastos sem necessidade, são alguns aspectos a serem considerados.

O impacto da construção civil no meio ambiente é evidente. No Brasil, aproximadamente 500 milhões de toneladas/ano de recursos naturais se destinam à indústria da construção. Além disso, 50% da energia vão para o andamento das edificações e metade dos resíduos sólidos é resultante de construções e demolições. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1998).

Nesse contexto, a sustentabilidade surge como um conceito que estimula o mercado a adotar um novo olhar e a desenvolver formas inovadoras para lidar com as empresas, os negócios e os empreendimentos, gerando resultados para os acionistas, os colaboradores, o meio ambiente e a sociedade. Ela pode ser obtida com diversos recursos tecnológicos e uso de materiais alternativos, mas também com planejamento e acompanhamento de profissionais especializados. Ela leva em conta o ciclo de vida completo de uma construção, desde a escolha dos materiais até o processo de demolição e reciclagem (WEBER, 2016).

A construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais, sendo apontada como setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais, utilizando energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais, segundo o Conselho Internacional da Construção.

PNUD, 2012 Mostra os impactos ambientais gerados pela cadeia produtiva da construção:

- A construção é responsável por 12% do consumo de água total;

- A cadeia de emissões de gases de efeito estufa significativos: a produção de cimento é responsável por 5% e o uso de energia em edifício;
- As atividades de construção geram 40% de todos os resíduos gerados pela sociedade.

O conceito de sustentabilidade na construção civil destaca três aspectos importantes em relação ao desempenho de um projeto ao longo de sua vida útil, a gestão de água, gestão de energia e a gestão dos materiais na obra (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2007).

3.1 GESTÃO DE ENERGIA

O WBCSD aponta que a construção civil é responsável por mais de 40% do consumo energético mundial, dado que torna evidente a importância de uma gestão energética adequada dentro do setor. A contabilização do consumo é realizada desde o processo de fabricação dos materiais, passando pela execução das obras, até a manutenção e uso do produto final.

3.2 GESTÃO DE ÁGUA

Segundo Pessarello (2008), a água é um recurso primordial para a construção civil, sabendo-se que é estritamente necessária para a execução, operação e uso de uma obra. Por tal razão, o setor é um dos maiores consumidores de água em todo o mundo, por isso fez-se necessário inserção da gestão da água como parâmetro para a análise do desempenho ambiental de edificações.

3.3 GESTÃO DE MATERIAIS

Segundo Novis (2014), em um contexto global, a construção civil utiliza boa parte dos recursos naturais extraídos. A extração nem sempre é de recursos renováveis e por muitas vezes o processo é de grande impacto ambiental. Ainda leva-se em consideração o processo de transformação e fabricação destas matérias primas até a obtenção do produto final para a utilização nas obras.

Para que a sustentabilidade aconteça da melhor forma é necessário considerar algumas diretrizes:

- Pensar em longo prazo o planejamento da obra;
- Eficiência energética;

- Uso adequado da água e reaproveitamento;
- Uso de técnicas passivas das condições e dos recursos naturais;
- Uso de materiais e técnicas ambientalmente corretas;
- Gestão dos resíduos sólidos. Reciclar, reutilizar e reduzir;

3.4 A SUSTENTABILIDADE NO CONCRETO ARMADO

A indústria da construção civil e, em particular indústria concreteira, parece encontrar-se ainda em um estágio incipiente de sustentabilidade. O cimento, cujo consumo aproxima-se a 2 bilhões de toneladas por ano, sozinho, gera grande volume de extrações de rochas e movimentações de terra. Além disso, sua produção corresponde a 7% da emissão de CO₂ na atmosfera, o que contribui diretamente para o aquecimento global e o efeito estufa. (SANTOS, 2013).

O desenvolvimento de um país está diretamente vinculado ao crescimento de sua infraestrutura urbana, logo, como o concreto é um dos materiais mais consumidos no mundo, o crescimento de uma nação é indissolúvel da produção e consumo deste material. Em suma, o concreto compõe-se de cimento, água, agregados e aditivos. Particularizando alguns dados relativos ao cimento, no Brasil, entre 2005 e 2012, o consumo de cimento cresceu cerca de 80%. O alarmante é que, para cada tonelada de clínquer produzido, é lançada uma tonelada de CO₂ na atmosfera. (DIAS; SILVA; POGGIALI, 2017).

A produção do concreto também impacta negativamente o meio ambiente através de consumo significativo de recursos não renováveis, como os agregados por exemplos (JOHN, 2000). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), a indústria de construção como setor que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção.

Grandes volumes de matérias derivados das obras geralmente são descartados em aterros sanitários, causando assim muita poluição para o meio ambiente.

3.5 O PRÉ-FABRICADO E A SUSTENTABILIDADE

A construção com o pré-fabricado traz inúmeros benefícios um deles, é que como é fabricado fora do local da obra ele podem reduzir cerca de 90% os desperdícios, de acordo com um estudo realizado pela organização britânica Waste e Resources Action Program.

Segundo a PRÉ-FABRICAR (2018) Isso ocorre porque a construção pré-fabricada possui um ambiente de fabricação controlado que permite a alocação precisa de recursos. Em outras palavras, é um método mais inteligente, mais ecológico e mais rápido de construir.

Contudo, ela traz alguns benefícios tornando a construção mais sustentável:

- Por ser realizada industrialmente, tudo é dosado e inspecionado, por isso não acontecem desperdícios ou gastos excessivos dos produtos;
- Os materiais são reciclados e reutilizados;
- Por ser uma obra limpa ela se torna muito mais rápida, resultando em um uso eficaz de energia e recursos.

Além disso, as construções pré-fabricadas podem facilmente se adaptar a projetos sustentáveis, como é o caso do Max Center, em Porto Alegre, que usou 500 unidades de peças de concreto pré-fabricado em conjunto com 500 placas de energia solar para gerar mais de 80% da energia que será consumida pelas lojas do local. (PRÉ-FABRICAR, 2018).

A aplicação do concreto pré-moldado e pré-fabricado traz vários benefícios. Por exemplo, o reuso de suas formas e considerável redução de desperdício que trazem economia e sustentabilidade, a sua rapidez de execução, a maior facilidade no controle de qualidade no canteiro de obra e a industrialização na construção civil. (OLIVEIRA, 2015).

3.6 COMPARANDO A SUSTENTABILIDADE ENTRE OS DOIS SISTEMAS

Neste trabalho foram vistos dois sistemas construtivos, cada um mostra seu valor e são muito utilizados nas construções civis, mas abordando um pouco mais a fundo a sustentabilidade podemos notar que o processo in loco como visto não é sustentável, pois a produção do cimento é um processo que consome grande quantidade de energia. Além disso, ele gera muitos resíduos que acabam sendo desperdiçados.

Em algumas pesquisas realizadas foi possível ver que em obras de estruturas de concreto moldado in loco gera entre 0,10 e 0,15m³ de resíduos da construção civil (RCC) por metro quadrado de área construída, para o meio ambiente isso é muito impactante.

Já o método de estruturas pré-fabricadas traz muito mais vantagens tanto na parte construtiva como sustentável, pois, gera menos resíduo e esses resíduos dentro das indústrias podem ser reaproveitáveis, outro ponto positivo é uma obra mais limpa e rápida. Também é uma obra projetada para ser duradoura, ou quando seu ciclo de vida acabar pode ser desmontado com o

menor impacto possível. Esse sistema se mostra mais sustentável que o convencional, por economizar tanto em material, como também água e energia.

4. CRONOGRAMA

2020 – 01	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
Escolha e discussão do tema	X				
Aulas	X	X	X	X	X
Execução		X	X	X	X
Revisão					X
Entrega					X

Cronograma das atividades a serem realizadas. Itens Descrição Períodos (meses).

5. CONCLUSÃO

O mundo em que vivemos está em constante desenvolvimento, mas no setor sustentável ele está sendo muito prejudicado, o ser humano com tanta correria e tempo limitado com seu trabalho e vida não está se atentando em preservação. A construção civil também não é diferente, com muita demanda o método convencional moldado *in loco* tomou conta do Brasil, mas como podemos avaliar nesse estudo é um método que mesmo sendo muito utilizado e bom, ele traz muitos danos ao meio ambiente, causa muitos desperdícios de água e energia e gera muitos resíduos nas obras, que na maioria das vezes são descartados em aterros prejudicando o efeito estufa.

Para mudar um pouco essa realidade, os pré-fabricados estão cada vez mais sendo inseridos nas obras, tanto de grande porte como de pequeno, como residências. É uma ótima proposta, pois conta com rapidez na montagem, segurança aos trabalhadores e qualidade no produto final. Outro ponto positivo é que dentro da empresa é realizado testes para ver se a resistência da peça é adequada com o projeto. Com todas essas qualidades também não podemos nos esquecer de citar que é muito mais sustentável, pois como as peças vem prontas não geram desperdícios e, nas empresas todo o material que sobra é reaproveitado. Trazendo mais vantagens para o meio ambiente que é um fator que não pode ser esquecido.

Assim, podendo acompanhar de perto essas obras foi possível avaliar o quanto as duas são ótimas maneiras de construir, ainda mais que as construções não param de aumentar em todo o mundo. Mas no quesito sustentabilidade o pré-fabricado traz muito mais vantagens, e acredito que futuramente esse método estrutural irá ser utilizado muito mais que as estruturas convencionais.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6118:2003. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Associação brasileira de normas técnicas. Disponível em: (<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>). Acesso em: 22 de maio de 2020.

ABNT NBR 9062:2001. Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Associação brasileira de normas técnicas. Disponível em: (<file:///D:/Documents/Downloads/NBR%209062%20NB%20949%20-%20Projeto%20e%20execucao%20de%20estruturas%20de%20concreto%20pre-moldado.pdf>). Acesso em: 22 de maio de 2020.

ALBUQUERQUE, A.T. de; EL DEBS, M. K. Levantamento dos sistemas estruturais em concreto pré-moldado para edifícios no Brasil. 2005. Disponível em: (http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/5509/1/2005_eve_atalbuquerque.pdf). Acesso em: 04 de abril de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). Recomendações básicas para projetos de arquitetura. São Paulo, 2007.

AZEREDO, H. A. de; 1921 – O edifício até sua cobertura. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.

BASTOS, P.S.S. Fundamentos do Concreto Armado. 2019. Disponível em: (<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>). Acesso em: 26 de março de 2020.

BONAFÉ, Gabriel. Como são feitas as estruturas pré-fabricadas de concreto. Disponível em: (<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-sao-feitas-as-estruturas-prefabricadas-de-concreto/15878>). Acesso em: 29 de abril de 2020.

BOTELHO, M. H. C; MARCHETTI, O. Concreto Armado Eu te amo – 3ª edição ampliada. São Paulo, Edgard Blucher, 2002.

CLÍMACO, J.C.T.S. de; (2008). Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação (2ª ed. revisada). Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

DIAS, A. M. de; SILVA, T. J. V; POGGIALI, F. S. J. O concreto sustentável Brasileiro. Revista Construindo – 1ª ed. Belo horizonte, 2017.

FERREIRA, M.de A; PIGOZZO, B.N; SERRA, S.M.B. Evolução dos Pré-Fabricados de Concreto. Disponível em: (http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf). Acesso em: 24 de março de 2020.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo: Escola Politécnica da USP/ Departamento de Engenharia de Construção Civil (Tese de livre Docência). São Paulo, 2000.

LINARDI, S.F; LINARDI, M. Estruturas de uma obra. Disponível em: (<https://www.universidadetrisul.com.br/fases-de-obra/estrutura>). Acesso em: 11 de maio de 2020.

MARTINS, C. S. Sustentabilidade na Construção Civil. Disponível em: (<https://prezi.com/lne5dj3f1tct/tcc-sustentabilidade-na-construcao-civil/>). Acesso em: 31 de maio de 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Estudo técnico aborda a sustentabilidade na construção civil. Disponível em: (<https://www.mma.gov.br/informma/item/12421-noticia-acom-2014-11-585.html>). Acessado em: 01 de maio 2010.

NAKAMURA; Juliana. Pré-fabricados: Como industrializam a construção. Disponível em: (<https://www.buildin.com.br/pre-fabricados/>). Acesso em: 26 de março de 2020.

NOVIS, L. E. M. Estudos dos indicadores ambientais na construção civil - Estudo de caso em 4 construtoras. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, D. F. C. Concreto pré-moldado: Processos executivos e análise de mercado. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Disponível em: (https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A9SFZ8/1/monografia_final.pdf). Acesso em: 20 de maio 2020.

PEDROSO, F.L. Concreto: As origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. Revista Concreto e Construções. 2009. Disponível em: (http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf). Acesso em: 10 de março de 2020.

PESSARELLO, R. G. Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: Avaliação e fatores influenciadores. 2008. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SANTOS, S. Concreto com sustentabilidade (2013). Disponível em: (<http://www.crea-sc.org.br/porta1/index.php?cmd=artigos-detahle&id=2660#.XtBsKFVKjIV>). Acesso em: 28 de maio de 2020.

TREVISO, J. P; ISATTO, E. L. Estruturas pré-fabricadas em concreto: Análise da coordenação entre fabricação e montagem (2014). Disponível em: (file:///D:/Documents/Downloads/Estruturas_pre-fabricadas_em_concreto_analise_da_c.pdf). Acesso em: 04 de abril de 2020.

VASCONCELOS, A. C. de; (2002). O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. Studio Nobel. São Paulo.

WEBER, A. Sustentabilidade na construção civil. Disponível em: (<http://ebah.com.br/content/ABAAARb0AJ/sustentabilidade-construcao-civil>). Acesso em: 30 de maio de 2020.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT; CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. A visão 2050: A nova agenda para as empresas. Genebra, 2010.

YEMAL, J.A; TEIXEIRA, N.O.V; NAAS, I.A. Sustentabilidade na Construção Civil (2011).

Disponível

em:

(http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6B/8/Yemal_JA%20-

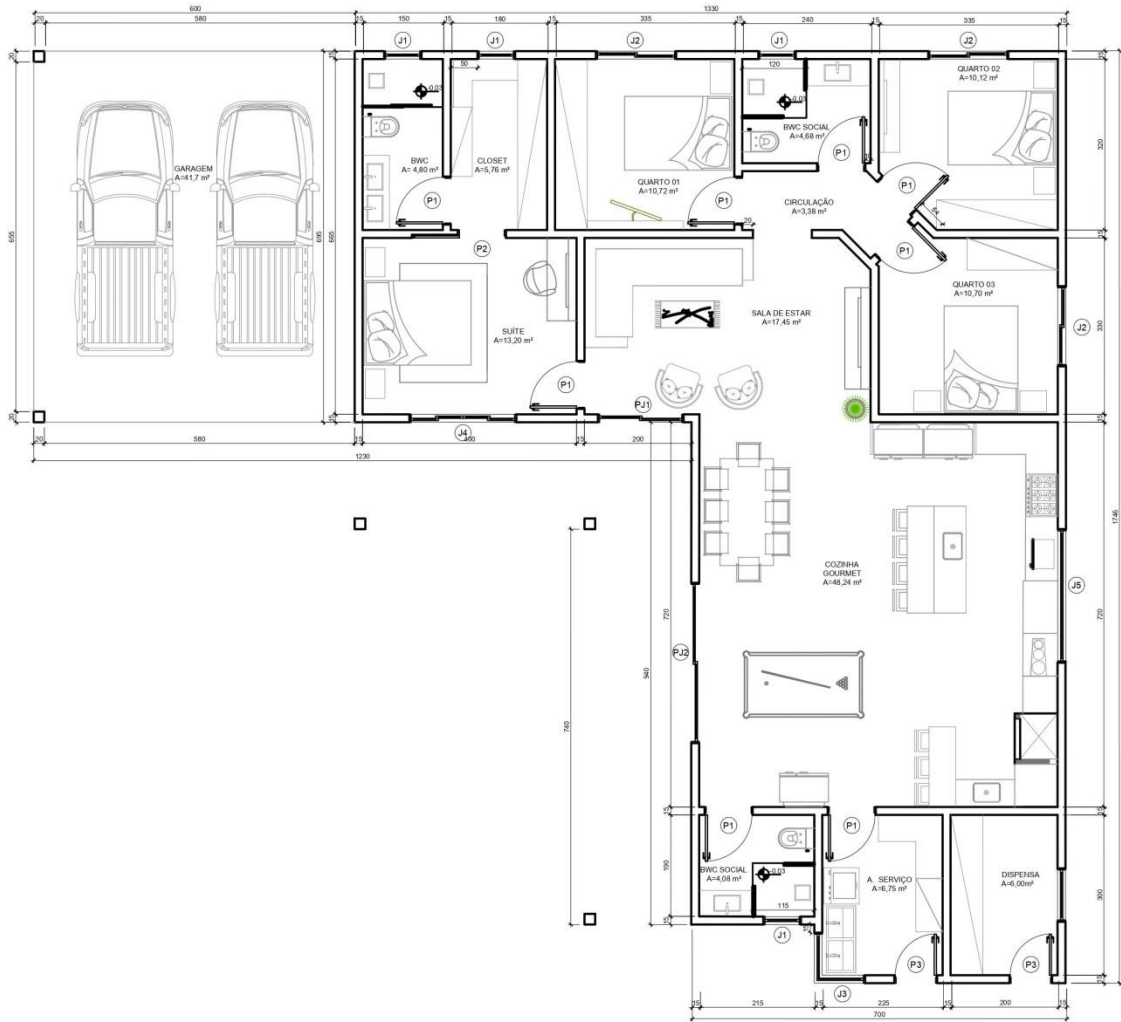
[%20Paper%20-%206B8.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6B/8/Yemal_JA%20-%20Paper%20-%206B8.pdf)) . Acesso em: 03 de junho de 2020.

ANEXOS

A – Projeto unifamiliar em concreto armado moldado in loco, com 234,29 m².

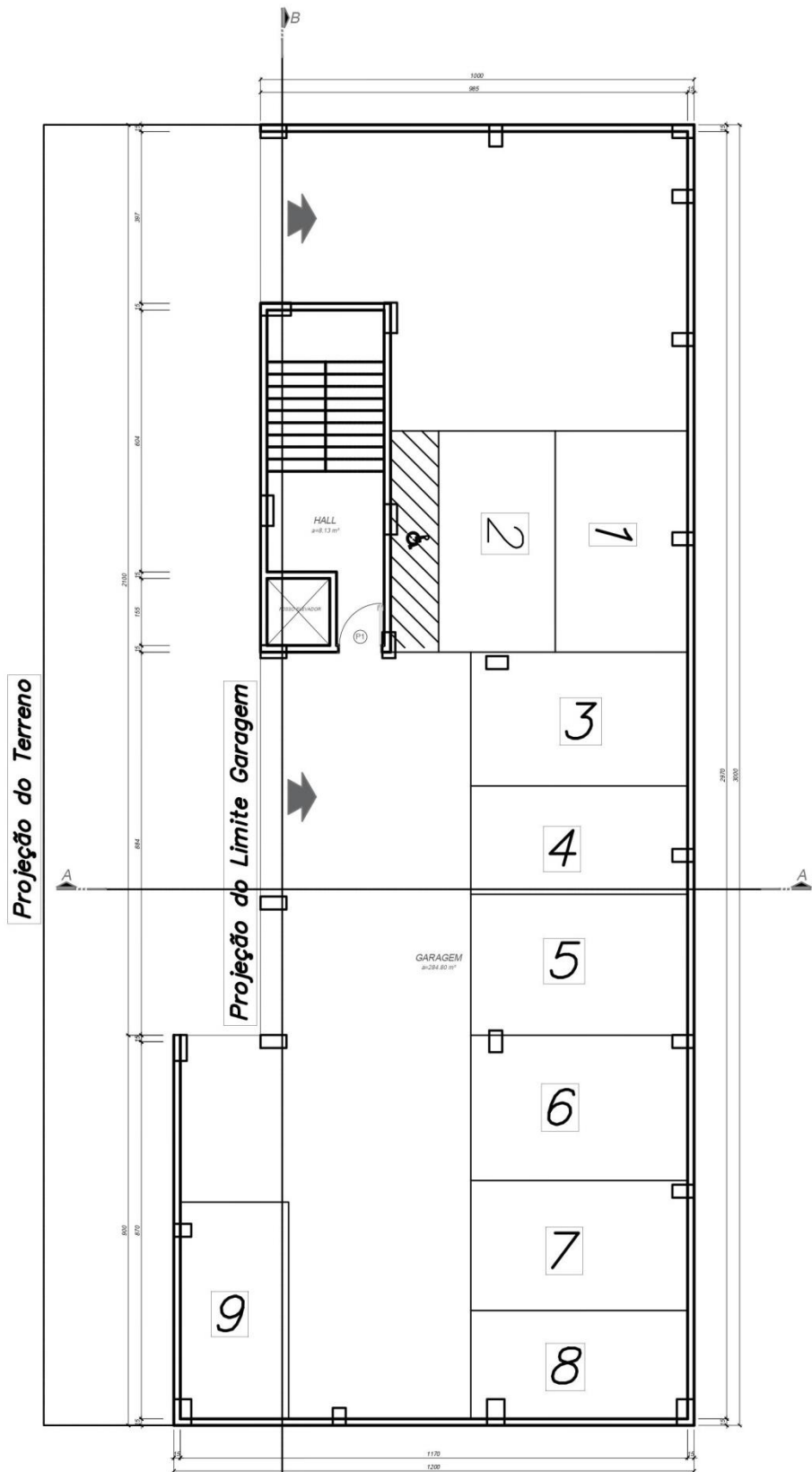
B – Projeto multifamiliar de estrutura pré-fabricada, com 1.309,38 m².

ANEXO A



PLANTA BAIXA
A: 234,29,m²

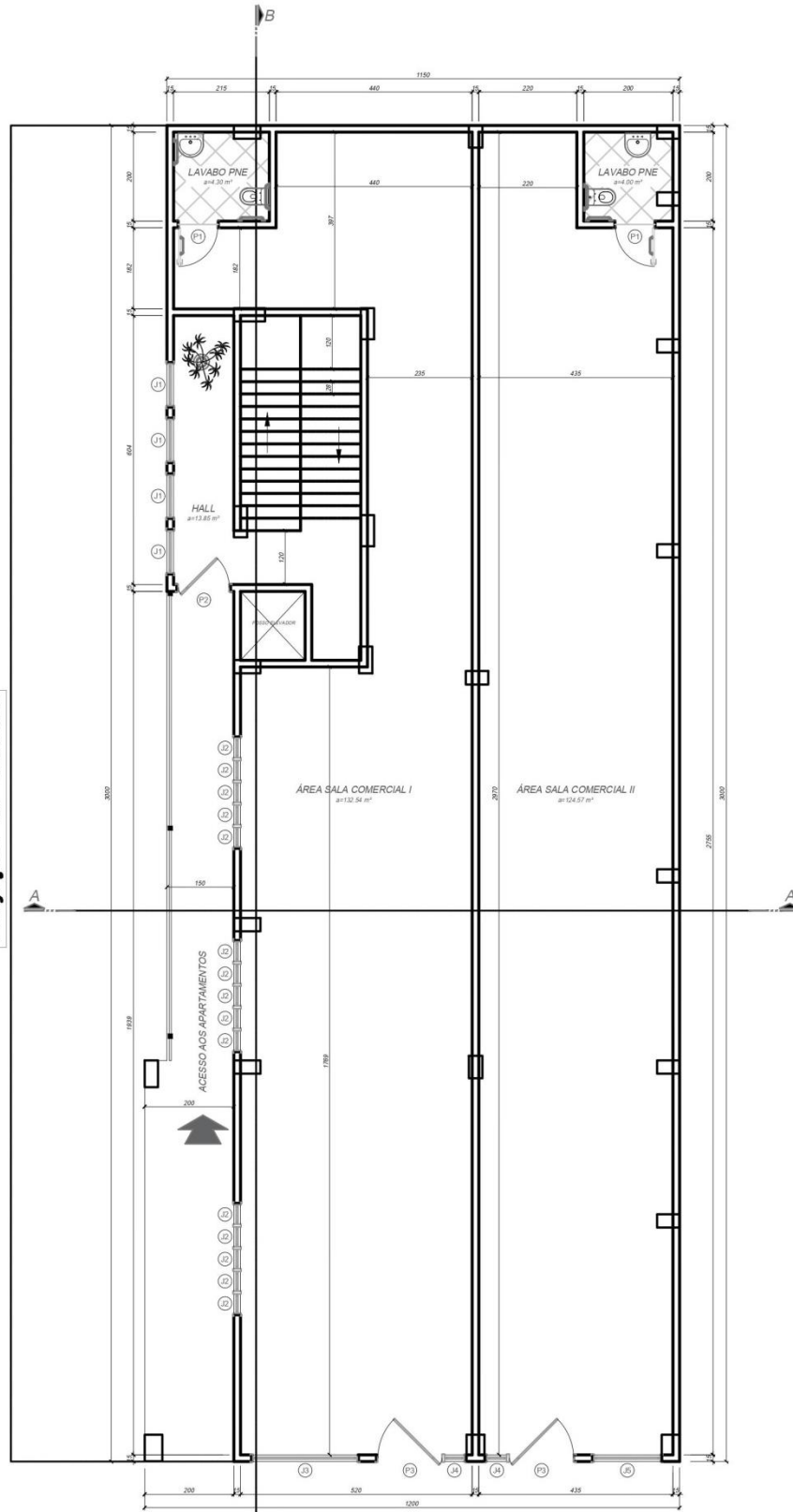
ANEXO B



01 PLANTA BAIXA SUBSOLO

ÁREA TOTAL PAV SUBSOLO
61284,80 m²

Projeção do Terreno



01 PLANTA BAIXA TÉRREO

ÁREA TOTAL PAV TÉRREO
 $\approx 349,50 \text{ m}^2$

Projeção do Terreno



01 PLANTA BAIXA PAV. TIPO

ÁREA TOTAL PAV TIPO
a=320.94 m²