

## **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E ESTRUTURAS METÁLICAS EM OBRAS RESIDENCIAIS**

Amanda de Kássia Marciano

*Bacharelada do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (amandamarciano38@gmail.com)*

Ana Carolina Alves Baroni

*Bacharelada do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (anacarolinabaroni22@gmail.com)*

Lucas Gabriel Ferreira Araújo

*Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (lgengcivil@hotmail.com)*

Matheus Ferreira de Andrade Araújo

*Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (matheusfa266@gmail.com)*

Agnaldo Antonio Moreira Teodoro da Silva

*Professor Mestre do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA  
(agnaldo.silva@docente.unievangelica.edu.br)*

### **RESUMO**

O presente artigo trata-se de um estudo comparativo entre o uso de estruturas de concreto armado e estruturas metálicas na construção de residências, considerando as vantagens e desvantagens de cada método. Esse estudo visa ampliar os conhecimentos acerca de métodos não convencionais no Brasil, como o aço, que apesar de ser amplamente utilizado, ainda é pouco explorado em edificações residenciais unifamiliares e pode ser uma alternativa viável, tratando-se de tempo de construção, sustentabilidade e modernidade. Para a análise dos estudos comparativos foram observados os resultados de pesquisas realizadas anteriormente por Alvarenga e Gomes e diante desses resultados é possível perceber uma predominância de estruturas de concreto armado, devido aos custos menores e a mão de obra facilmente encontrada. Entretanto, as estruturas metálicas vêm sendo mais executadas no país, e apesar do seu custo mais elevado quando comparado com o concreto armado, esse método construtivo pode trazer muitas inovações e melhorias na construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estruturas Metálicas, Concreto Armado, Aço, Métodos Construtivos.

# 1 INTRODUÇÃO

Estrutura é a parte ou a ligação das partes de uma construção que se destina a resistir as cargas. Cada parte portante da construção, também denominado elemento estrutural, deve resistir aos esforços incidentes e transmiti-los a outros elementos através dos vínculos que os unem, com a finalidade de conduzi-los ao solo (DIAS, 2006).

Os elementos estruturais são as peças que compõem uma estrutura, responsáveis pela estabilidade e sustento da edificação. O conjunto de elementos estruturais pode ser chamado de sistema estrutural e seu comportamento pode variar dependendo dos materiais que serão utilizados em sua fabricação. Cada método construtivo, apresenta suas vantagens e desvantagens que são explorados de diversas maneiras na engenharia civil.

Existem diversas formas de se construir obras residenciais, tratando-se tanto de estruturas como de fechamentos. No Brasil, há a predominância de residências de estruturas de concreto armado com vedação de alvenaria. A razão principal dessa predominância é o fato da mão de obra ser abundante e os materiais serem acessíveis e financeiramente mais viáveis. Além disso, o concreto armado é um material resistente, flexível e de fácil trabalhabilidade.

Apesar do domínio do concreto armado, existem outros métodos construtivos começando a se destacar no mercado brasileiro para a construção de obras residenciais, entre esses métodos estão as estruturas metálicas. O uso do aço em conjunto com outros materiais é uma alternativa ágil e inovadora, pois sua aplicação otimiza e acelera o processo de construção, gerando retorno rápido e uma construção mais limpa e rápida (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008).

As propriedades do aço são de essencial importância no ramo de estruturas metálicas, pois o projeto e a execução são baseados nelas. Dentre as principais propriedades do aço estão a dureza, a superfície do material que oferece resistência à penetração de uma peça com dureza maior. Essas propriedades fazem com que as estruturas de aço tenham um peso próprio mais baixo quando comparado ao concreto, porém com alta resistência (FERRAZ, 2003). Outro fator que faz com que as estruturas de aço sejam vantajosas e incentivadas no mercado é em relação à sustentabilidade. o aço é um material reciclável, e suas peças podem ser reutilizadas, diferentemente do concreto, onde os materiais não são recicláveis, e as peças dificilmente conseguem ser reaproveitadas. Além disso, o processo de montagem da estrutura é limpo e racional, o que evita o acúmulo de entulhos no canteiro.

Diante disso, esse trabalho tem o objetivo de apresentar os métodos de construção utilizando estruturas de concreto armado e estruturas metálicas, analisando as vantagens e desvantagens de cada método, considerando os custos, a facilidade de acesso, mão de obra, tempo de execução, sustentabilidade e retorno financeiro. Para isso, fez-se um estudo comparativo entre e dois modelos estruturais para um mesmo projeto arquitetônico, sendo um em estrutura de concreto armado, e o outro em estrutura metálica. Inicialmente, para a fundamentação teórica do artigo, foram realizadas pesquisas sobre os métodos construtivos escolhidos, e também foram analisados resultados obtidos por estudos comparativos semelhantes realizados anteriormente por Arthur Filipe Freire Gomes e Maria Cláudia Sousa Alvarenga, no artigo “Estruturas Metálicas versus Estruturas em Concreto Armado” (2018); Paulo Henrique Oliveira, no trabalho de conclusão de curso “Estudo de viabilidade de estruturas metálicas ou em concreto armado”(2018); e, Rafael Pormpermayer, no trabalho de conclusão de curso “Análise comparativa entre estruturas metálicas e estruturas de concreto armado” (2018).

Baseado nessas fundamentações teóricas, foi realizado um estudo de caso, onde foi feito uma comparação entre dois modelos estruturais para uma edificação residencial

de dois pavimentos. Os modelos escolhidos foram a estrutura convencional de concreto armado, amplamente utilizada no Brasil e a estrutura metálica, que vem cada vez mais crescendo no mercado nacional, porém ainda não tão utilizada em obras residenciais. Para o estudo comparativo foram elaborados um orçamento e um cronograma para cada método, a fim de compará-los em relação a preços, mão de obra e tempo de execução.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 CONCRETO ARMADO**

As estruturas de concreto são comuns no mundo todo, sendo o tipo de estrutura predominante no Brasil. Comparada a estruturas com outros materiais, a disponibilidade dos materiais constituintes (concreto e aço) e a facilidade de aplicação são a razão dessa abundância das estruturas de concreto, nos mais variados tipos de construção do país. O concreto por possuir alta resistência a compressão é um excelente material para ser adicionado em elementos estruturais, como os pilares, submetidos a compressão, em contrapartida, seu uso nos tirantes, vigas, lajes e outros elementos fletidos, é mais restringido, pois o concreto possui baixa resistência à tração limita seu uso isolado nesses elementos. Para evitar essas restrições, o aço é utilizado junto ao concreto, e posicionado na peça de modo a resistir às tensões de tração (BASTOS, 2019).

O concreto começou a ser utilizado no período do Império Romano, assim que os romanos começaram a adicionar cinza vulcânica ao calcário, dando nome a essa junção de pozzolana (SOUZA JÚNIOR, 2012). A utilização desse material possibilitou avanços na engenharia e arquitetura nesse período da história, com a construção de grandes templos, teatros e obras de arte. Durante a Idade Média não houve grandes avanços na utilização do concreto, entretanto, a partir do período do Renascimento esse método construtivo passou a ser mais explorado novamente, e a partir do século XVI começaram os primeiros estudos sobre a resistência do material. Um dos primeiros registros da associação do concreto com o ferro é a Igreja Santa Genoveva, em Paris, construída em 1770. (BUNDE, 2016)

Durante a Revolução Industrial, os estudos sobre estruturas tiveram avanços, e em 1824, a patente do Cimento Portland representou um marco na história da engenharia. O cimento portland é o material mais utilizado em obras até os dias atuais, e é o principal material componente do concreto. Durante o século XX, o concreto armado foi se expandindo pelo mundo, proporcionando progresso na engenharia, porém gerando diversas falhas técnicas e acidentes, o que levou também à publicação das primeiras normas de projeto e execução de estruturas de concreto armado (BUNDE, 2016).

Deste então, o concreto armado passou a ser o método construtivo mais utilizado no mundo, e vêm sendo aprimorado através de estudos sobre sua resistência e trabalhabilidade. No Brasil, a maioria das edificações são feitas de concreto armado, desde casas populares, até o monumento mais famoso do país, o Cristo Redentor, localizado no Rio de Janeiro.

#### **2.1.1 Propriedades do concreto armado**

Segundo Bastos (2019), as peças de concreto armado são resultadas da combinação de concreto e barras de aço, onde o concreto absorve os esforços de compressão, enquanto o aço é responsável pelos esforços de tração.

O concreto é composto por água, cimento, agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia) e em alguns casos pode-se adicionar aditivos para melhorar a

trabalhabilidade do material. Esses materiais, quando misturados na proporção ideal, resultam em um material flexível, resistente à compressão e com alta durabilidade (BASTOS, 2019). Entretanto, o concreto simples não possui uma boa resistência à tração e, para compensar essa falta, faz-se necessário associá-lo a materiais que possuam boa resistência à tração, como o aço, resultando assim nas peças concreto armado (FERNANDES; PORTO, 2015)

Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014) no item 8.2.2 a massa específica normal do concreto pode variar entre 2000 kg/m<sup>3</sup> e 2800 kg/m<sup>3</sup>, para o concreto seco. Para casos onde a massa real é desconhecida, adota-se o peso específico de 2 400 kg/m<sup>3</sup> para o concreto simples e 2 500 kg/m<sup>2</sup> para o concreto armado.

A resistência à compressão é a principal propriedade mecânica do concreto e essa é obtida por ensaios com corpos-de-prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro por 30 cm de altura, segundo o padrão brasileiro (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2004). Esses ensaios são realizados conforme a NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Segundo a NBR 5739 (1994), a resistência à compressão deve ser obtida, dividindo-se a carga da ruptura pela área da seção transversal do corpo-de-prova, devendo o resultado ser expresso com aproximação de 0,1 MPa. Para se obter a resistência à tração nas peças de concreto armado usam-se barras de aço no interior das peças.

### 2.1.2 Vantagens do concreto armado

Existem diversos fatores vantajosos que fazem com que o concreto seja um dos materiais mais usados no mundo todo. Os aspectos positivos do material estão relacionados principalmente à durabilidade, resistência na construção e fácil manejo, pois consegue ser moldado conforme a necessidade e pode ser utilizado em estruturas monolíticas, por ter fácil aderência em estruturas novas e mais antigas, transmitir esforços com facilidade, podendo ser usado de forma pré-moldado ou moldado *in loco* (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O concreto é um material que quando fresco é moldável e se adapta aos diferentes tipos de formas. Essa trabalhabilidade permite que as peças sejam moldadas em diversos formatos e com o devido dimensionamento suas peças podem ser submetidas a grandes esforços, podendo executar obras de grandes vãos e balanços audaciosos (GIUGLIANI, 2014). Existem diversas obras no mundo que mostram as vantagens da utilização do concreto armado em relação à flexibilidade, como o Museu Oscar Niemeyer, em Curitiba, onde o concreto armado e protendido foram os responsáveis por vencer um duplo balanço de 30 m para cada lado, coberto por uma cúpula de 70 m de vão livre sobre uma base de 10 m, além disso, o projeto arquitetônico apresenta lajes arredondadas, como pode-se observar na Figura 1-a.

Uma das características do concreto é o baixo grau de proteção térmica, ou seja, edificações a base de concreto tendem a ser mais frias. Essa característica pode ser considerada uma desvantagem em países que possuem o clima mais frio, entretanto, sendo o Brasil um país tropical, essa torna-se uma grande vantagem desse sistema construtivo. A utilização de lajes de concreto armado com vedação de isopor é uma técnica muito adotada no Brasil, pois proporciona mais conforto térmico nas residências.

A durabilidade do concreto armado também é de extrema importância, tratando-se de vantagens. Devido à sua resistência à compressão e à tração, choques e vibrações, o concreto armado consegue resistir muitos anos sem a necessidade de reparos. Além disso, esse material é resistente ao fogo (BOTELHO; MARCHETTI 2010). Segundo Bastos (2019), a estrutura de concreto, sem proteção externa, tem uma resistência natural

de 1 a 3 horas, tempo esse que pode ser essencial para a evacuação de pessoas, em caso de desastres.

Essa durabilidade pode ser comprovada pelas grandes construções do mundo antigo. O concreto foi muito utilizado durante o Império Romano, para a construção de teatros, templos e obras de drenagem hídrica. Muitas dessas obras resistem até os dias de hoje, como o Anfiteatro de Pompeia, construído em 75 a.C. (Figura 1-b), o Coliseu de Roma, construído por volta do ano 80 d.C. (Figura 1-c) e o Panteão de Roma, executado em 127 d.C. (Figura 1-d) o qual possui uma cúpula feita a base de concreto (HELENE; LEVY, 2003).

Diante disso, fica evidente a importância do concreto para a engenharia. O material vem sendo cada vez mais estudado e trabalhado, e até os dias atuais vêm revolucionando o ramo da construção, como o edifício *Burj Khalifa*, localizado em Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, que atualmente é o edifício mais alto do mundo, com 828 metros, construído utilizando-se principalmente o concreto armado.

Também existem matérias, que quando adicionada na composição do concreto pode apresentar melhores resultados comparado ao concreto comum, é o caso da sílica ativa que demonstra vantagens como, maiores resistências à compressão e à tração, menor permeabilidade, porosidade e absorvidade (RIPPER, SOUZA, 1998).

**FIGURA 1 - a) Museu Oscar Niemeyer; b) Anfiteatro de Pompeia; c) Coliseu de Roma; d) Panteão de Roma**



Fonte: David Silverman, 2015.



Fonte: DeAgostini, 2005.



Fonte: Elio Castoria, 2020.



Fonte: Steve Christo, 2007.

### 2.1.3 Desvantagens do concreto armado

Apesar de ser o método construtivo mais utilizado no Brasil e no mundo e de apresentar diversas vantagens, o concreto armado também possui alguns aspectos negativos. Dentre as desvantagens do concreto armado está a execução *in loco*, a qual

exige um elevado número de formas e escoramentos, e esses materiais muitas vezes não são reutilizados na obra, gerando um excesso de lixo.

O concreto armado também é um material não reciclável e pouco reutilizado, portanto, em caso de demolições, esse material gera grandes quantidades de entulhos. Ainda, o concreto possui um elevado peso próprio, tornando sua demolição difícil ou quase impossível em alguns casos, e pode apresentar fissuras, quando as cargas móveis são aplicadas (SOUZA JÚNIOR, 2012).

Existe, no Brasil, uma hegemonia na utilização do concreto armado, a qual muitas vezes pode inibir o desenvolvimento de outros métodos construtivos. Pelo fato de ser um material muito versátil e adaptável, o concreto armado tornou-se amplamente utilizado e hoje é praticamente a única base curricular dos cursos de engenharia e arquitetura, além de também ser muito utilizado de forma irregular, sem que seja executado de forma técnica e com mão de obra qualificada (SANTOS, 2008).

O manuseio do concreto armado, sem conhecimento técnico e mão de obra qualificada, é muito comum no país, principalmente nas periferias, isso ocorre por ser um material de fácil acesso e execução, porém essas ações podem ser prejudiciais e perigosas em caso de eventuais intempéries, como chuvas e ventos fortes, podendo esses levar ao colapso da estrutura e riscos à vida dos habitantes.

Atualmente, discute-se muito sobre os impactos ambientais gerados pela construção civil e principalmente em relação ao cimento, material essencial na produção do concreto. O cimento Portland é essencial na construção civil, por se tratar de um material utilizado tanto para estruturas, como para ligações. Durante o século XX, o cimento representou uma revolução na construção civil, pois o material representou uma solução eficaz e barata para solucionar problemas urbanos, além de proporcionar a construção de grandes obras. Entretanto, o cimento gera impactos para a saúde humana e para o meio ambiente. Esses impactos ocorrem desde a extração da matéria-prima, a qual gera degradação ambiental, até o manuseio do material na obra, pela emissão do material particulado, o qual pode ocasionar problemas à saúde humana (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

#### **2.1.4 o Concreto armado em obras residenciais**

O concreto armado passou a ser amplamente utilizado, no Brasil, após a década de 1930, através das políticas de urbanização e industrialização, e logo tornou-se hegemônico tanto no ramo de construção, quanto no de pesquisa. De acordo com Santos (2008), existem diversos fatores que colaboram para a hegemonia do concreto armado no Brasil. A princípio, uma das principais razões é o preço, o qual é relativamente barato e o fato de ser um material resistente e durável, proporcionando conforto e segurança às habitações. Além disso, o concreto é um material que apresenta baixo grau de proteção térmica, propriedade que pode ser interpretada como uma desvantagem, porém, no Brasil, devido ao clima tropical, essa característica o torna uma das melhores opções para conforto térmico.

Existem atualmente no mercado diversos *softwares* que auxiliam no dimensionamento das estruturas de concreto armado e os projetistas, no Brasil, buscam cada vez mais a utilização deles, como, por exemplo, o TQS, fundada em 1986 por Nelson Covas e o Eberick, desenvolvido pela empresa AltoQI. A utilização de *softwares* proporciona economia de tempo ao projetista e permite que as estruturas sejam testadas com diversos parâmetros, a fim de obter uma edificação otimizada, que apresente uma melhor qualidade, durabilidade, beleza e segurança (OLIVEIRA *et al.* 2019).

Durante a execução de uma obra residencial, o concreto armado é utilizado nos elementos estruturais da edificação, sendo esses as fundações, pilares, vigas e lajes. Em

geral, esses elementos são moldados *in loco*, com o auxílio de formas e escoramentos de madeira (Figura 2). Os materiais utilizados nos canteiros de obras são facilmente encontrados em lojas e depósitos de materiais de construção próximos. Essa facilidade torna a execução cômoda, porém também gera muito desperdício de material, influenciando diretamente no custo total da obra.

As casas edificadas em estrutura de concreto armado geralmente demoram mais para serem finalizadas, em relação a outros tipos estruturais. Isso se deve principalmente ao tempo que leva a cura do concreto. O tempo entre a montagem da estrutura e a retirada das formas pode levar até semanas, prolongando o prazo de finalização da obra.

**FIGURA 2 - Obra Residencial**



Fonte: AUTORES, 2022.

## 2.2 AÇO

Segundo Pfeil e Pfeil (2009), o aço é uma liga de ferro e carbono, junto a elementos residuais, vindos do processo de fabricação e de elementos adicionados, com o intuito de melhorar as propriedades do material. O aço passou a ser amplamente utilizado durante o século XIX, quando foi inventado na Inglaterra um tipo de forno, que permitiu a fabricação da liga em larga escala. Desde então, esse material vem sendo utilizado como solução para diversos tipos de estruturas, principalmente em se tratando de grandes vãos e balanços.

O aço possui algumas características fundamentais para a construção civil, tais como uma boa resistência a esforços, como tração, compressão e flexão, impermeabilidade, menor tempo de execução, além de se tratar de um material reciclável e sustentável. Essas características fazem com que as estruturas metálicas sejam muito utilizadas em edificações que necessitam de menos tempo de execução, ou quando se busca mais resistência das peças. Além disso, atualmente buscam-se mais estratégias que visam minimizar os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil, e dessa forma, as estruturas metálicas vêm cada vez mais se tornando uma opção mais limpa e sustentável (LIUBARTAS *et al.* 2015).

De acordo com Pfeil e Pfeil (2009), o aço possui constantes físicas, que podem ser adotadas em todos os casos para os aços estruturais, na faixa normal de temperaturas atmosféricas:

- Módulo de deformação longitudinal ou módulo de elasticidade:  
 $E = 200.000 \text{ MPa}$ ;
- Coeficiente de Poisson,  $\nu = 0,3$ ;
- Coeficiente de dilatação térmica,  $\beta = 12 \times 10^{-6}$  por  $^{\circ}\text{C}$ ;
- Massa específica  $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$ .

Ainda existem algumas outras propriedades importantes sobre o aço, como a ductilidade, fragilidade, dureza, resiliência, além de ser resistente à tração, compressão e flexão.

## 2.2.1 Vantagens do aço

Deste o século XIX, o aço vem cada vez mais se tornando uma das melhores opções, tratando-se de estruturas na engenharia civil. Ele possui diversas vantagens, como resistência, durabilidade e a sustentabilidade.

As peças de aço são pré-moldadas e esse fato pode representar uma enorme vantagem na execução de edificações, pois permite um melhor controle de qualidade e padronização da estrutura, além de evitar desperdício de materiais (LIMA *et al.* 2021). Além disso, as peças pré-fabricadas permitem um canteiro de obras mais organizado e limpo, pois não há necessidade de tantos materiais presentes, além de uma execução mais rápida e eficiente.

O aço possui características bem definidas, pelo fato de ser um material isotrópico e homogêneo e isso faz com que aumente o nível de confiança sobre o produto. O aço demonstra em seu cálculo estrutural, que seu coeficiente de ponderação da resistência reflete e lhe atribui um coeficiente consideravelmente menor do que o do concreto (FAKURY; CASTRO e SILVA; CALDAS, 2016).

Devido às suas propriedades mecânicas, o aço suporta esforços altos e isso permite que o material vença grandes vãos e balanços. Um exemplo dessa capacidade é a ponte ferroviária *Firth of Forth* (Figura 3), na Escócia, que possui 521 metros de vão, construída em 1890 (PFEIL; PFEIL, 2009). Além desse, existem diversos outros exemplos de grandes edificações executadas com estrutura metálica, como a Torre *Eiffel* (Figura 4), em Paris, e o *Empire State Building* (Figura 5), em Nova Iorque.

O fato do aço proporcionar uma estrutura com menor peso próprio, também representa uma enorme vantagem das estruturas metálicas em relação a outros tipos estruturais. Com o aumento da população mundial, os números de edificações nos grandes centros urbanos crescem exponencialmente, deixando o espaço cada vez menor. Nesse quesito, o aço faz-se mais vantajoso em relação a outros tipos de estruturas, como o concreto armado, o qual é cerca de 30% mais pesado. Dessa forma, as cargas para fundações de estruturas metálicas são menores. Além disso, os pilares e as vigas feitos da liga metálica possuem a mesma resistência do concreto com um tamanho consideravelmente menor, aumentando a área útil da edificação (FAKURY; CASTRO e SILVA; CALDAS, 2016).

Como o aço é um material bastante dúctil, as estruturas metálicas não se distorcem com tanta facilidade, devido à deformação na ruptura do aço situar-se entre 15% e 40%. Esse fato torna esse tipo de estrutura resistente nos pontos de alta concentração de tensões, que se distribuem por todo o elemento (FAKURY; CASTRO e SILVA; CALDAS, 2016). A estrutura de aço também possui grande resistência contra a passagem do tempo e condições climáticas, podendo prolongar sua vida útil com pinturas e revestimento, diminuindo o desperdício e o custo de manutenção.

Um dos principais pontos positivos na utilização de estruturas metálicas é a sustentabilidade. As estruturas metálicas são benéficas, pois reduzem o uso da madeira e a emissão de material particulado durante o processo de produção. No canteiro de obras, há menos desperdício de materiais e a redução na utilização de produtos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, como o cimento. De acordo com Gervásio (2008), as peças metálicas, por possuírem menor peso próprio, não são tão prejudiciais no uso do solo. Para esse tipo de estruturas, as fundações podem ser reduzidas, assim como também os movimentos de terra.

Por fim, as estruturas metálicas podem ser desmanchadas e suas peças reutilizadas em outras edificações em diferentes locais. Caso não seja possível reutilizá-las, as peças podem ser recicladas, já que o aço pode ser reciclado inúmeras vezes, sem



que suas propriedades sejam alteradas, ajudando, assim, a minimizar a exploração de recursos naturais e seus impactos ambientais (GERVASIO, 2008).

**FIGURA 3 - Ponte Firth of Fourth**



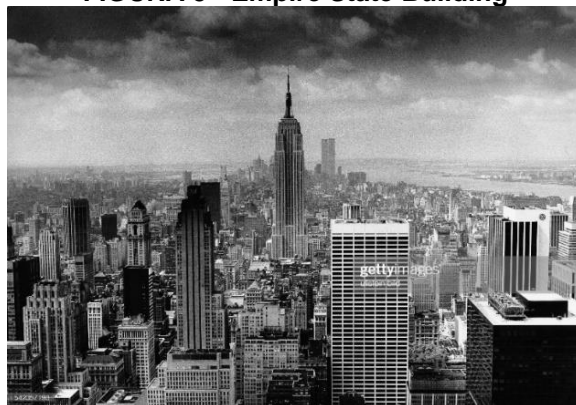
Fonte: Rolls Press, 1970.

**FIGURA 4 - Torre Eiffel**



Fonte: Graham Chadwick, 1997

**FIGURA 5 - Empire State Building**



Fonte: Rudolf Dietrich, Getty Images, 1981.

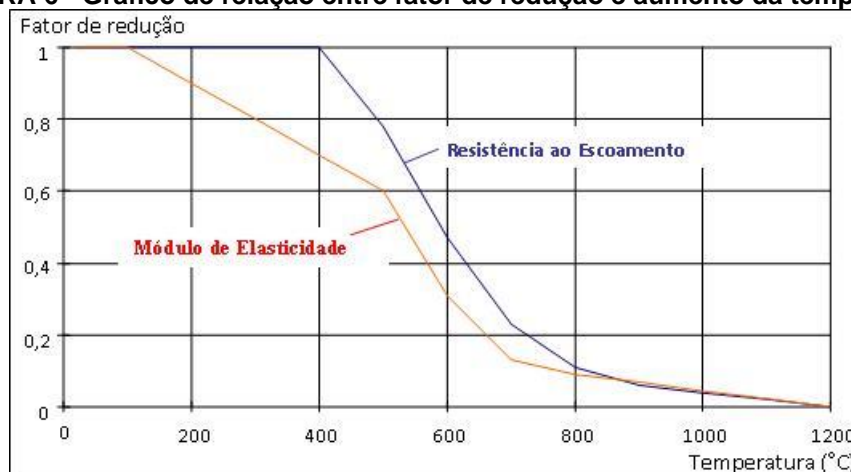
## 2.2.2 Desvantagens do aço

Apesar de ser um método construtivo extremamente vantajoso, as estruturas metálicas não são tão comuns no Brasil. Para Nakahara (2017), a estrutura metálica necessita de uma mão de obra mais qualificada, porém pouco abundante no Brasil. Essa escassez de serviço pode gerar uma execução precária e como consequência, grande parte dos problemas estruturais relacionadas a estrutura metálica. Além disso, essa falta de investimento leva também ao aumento dos preços. As estruturas metálicas são mais caras, quando comparadas a outros tipos estruturais, como o concreto armado, por exemplo.

As estruturas metálicas permitem também a criação de peças com seções mais esbeltas. Esta esbeltez pode ser entendida como função de fatores estéticos e econômicos que se quer atingir (PINHEIRO, 1997; ALMEIDA, 2005). Essas seções esbeltas podem sofrer com a flambagem, quando comprimidas. Além da flambagem e de acordo com Pinheiro (1997), observa-se que houve um aumento no número de casos de estruturas com problemas dinâmicos de vibrações excessivas, causado pelo resultado da maior esbeltez estrutural e das cargas atuantes na construção.

Considerando os cuidados na utilização do aço ou de qualquer material na construção, Fakury; Castro e Silva e Caldas (2016) afirmam que a corrosão e o comportamento da estrutura durante situações de incêndio requerem cuidados especiais. Segundo Pfeil e Pfeil (2009), denomina-se corrosão o processo de reação do aço com alguns elementos presentes no ambiente em que se encontra exposto. Esse desgaste acontece principalmente devido ao uso de materiais de baixa qualidade, carência de mão de obra e a falta de revestimentos adequados. O revestimento para proteção e modos contra corrosão, de acordo com Fakury; Castro e Silva e Caldas (2016) podem ser a pintura, a galvanização e o uso de aços resistentes à corrosão atmosférica.

**FIGURA 6 - Gráfico de relação entre fator de redução e aumento da temperatura**



Fonte: FAKURY; CASTRO e SILVA, CALDAS, 2016.

O comportamento do aço em situação de incêndio mostra que, apesar de ser um material incombustível, ele é bastante afetado em função das suas propriedades mecânicas degradarem quando colocado em elevadas temperaturas. A Figura 6 apresenta os fatores de redução da resistência ao escoamento e do módulo de elasticidade dos aços, quando colocados em alta temperatura (FAKURY; CASTRO e SILVA; CALDAS, 2016).

No decorrer de um incêndio, a temperatura do aço é elevada na estrutura, causando a redução da sua resistência e rigidez, podendo alcançar a perda da capacidade de suportar os esforços atuantes e sofrer a queda total ou parcial da

estrutura. Para proteger a estrutura do fogo, é usado as tintas intumescentes, que são revestimentos que protegem vigas e perfis de aço contra a ação do fogo, no qual sua espessura de aplicação é o que dará tempo que a estrutura ira suportar a exposição do fogo, dando mais tempo para as pessoas evacuarem. Para ajudar no dimensionamento e nas exigências de estruturas de aço em incêndios, foram implantadas normas brasileiras, como, NBR 14323 e NBR 14432.

Segundo Pinheiro (2005), ainda podemos encontrar outras desvantagens, como a limitação de fornecimentos de perfis estruturais, na execução em fábrica e no transporte.

### 2.2.3 Estruturas metálicas em obras residenciais

Mesmo não sendo o método construtivo mais utilizado no Brasil, as estruturas metálicas vêm sendo cada vez mais procuradas para a construção de residências nos últimos anos. Existem diversos fatos que impulsionam essa procura, principalmente o menor tempo de construção, organização do canteiro de obras e o menor desperdício de materiais, além de uma melhor exploração arquitetônica, com grandes vãos e balanços (GUINZELLI, 2017).

Como acontece com as estruturas de concreto armado, os projetistas de estruturas de aço também buscam utilizar *softwares* para o dimensionamento estrutural. Alguns dos *softwares* disponíveis no mercado são o *Tekla Structures* da empresa *Trimble Solutions Corporation* e o *ST-Cadem* da *Stabile* à qual é uma empresa nacional, entre outros. A utilização desses programas pode colaborar para um dimensionamento mais preciso, uma execução mais correta e uma otimização da obra em geral.

O peso próprio do aço também representa uma vantagem na execução de obras residenciais. Por se tratar de um material mais leve, as cargas de fundação são menores, tornando o trabalho no solo mais simples e econômico, e assim permitindo que as edificações de mais pavimentos e grandes balanços possam ser executadas sem que haja a necessidade de fundações tão profundas. (CAIADO E CUNHA, 2022).

Como se pode observar na Figura 7, na execução de obras em estruturas metálicas, as peças são pré-moldadas e apenas montadas no canteiro de obras. Assim, a execução se torna muito mais rápida e fácil quando, comparada a outros métodos construtivos, pois não há a necessidade de utilizar formas e escoramentos. As estruturas metálicas também são compatíveis com diversos tipos de fechamentos, como alvenaria e painéis de *drywall*.

FIGURA 7 - Obra residencial em estrutura metálica



Fonte: Eduardo Daldegan, 2022.

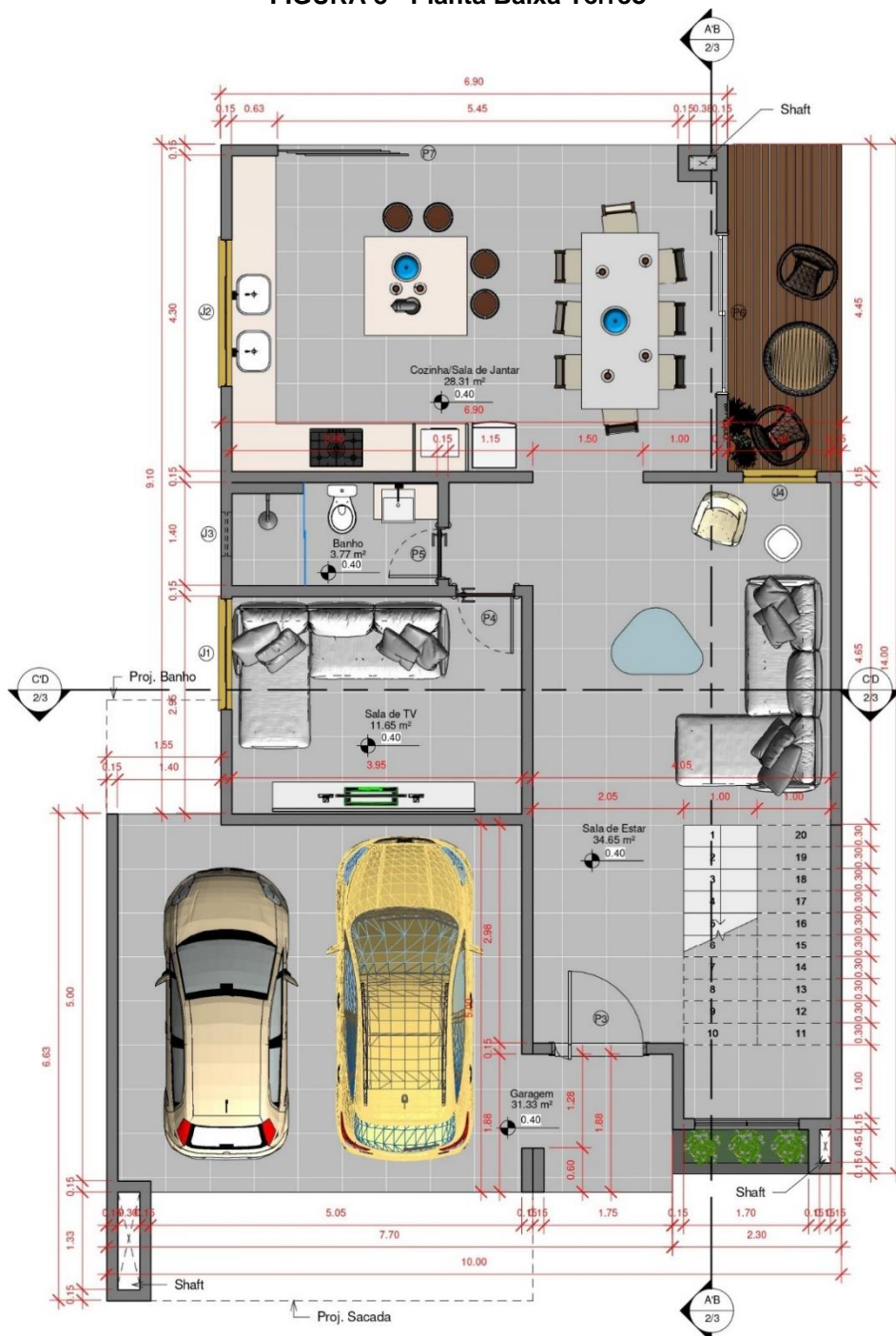
### 3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso se trata de um projeto de uma residência com base em dois modelos estruturais, sendo um modelo em estrutura de concreto armado, e o outro em estrutura metálica, onde serão comparadas as características de cada um.

Os dois projetos foram elaborados para um mesmo terreno, portanto os parâmetros de solo e ambiente considerados foram os mesmos. Para a realização do orçamento foram levados em consideração apenas os elementos estruturais da edificação, e alguns foram os mesmos, como as fundações, vigas baldrame e lajes.

#### 3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

FIGURA 8 - Planta Baixa Térreo

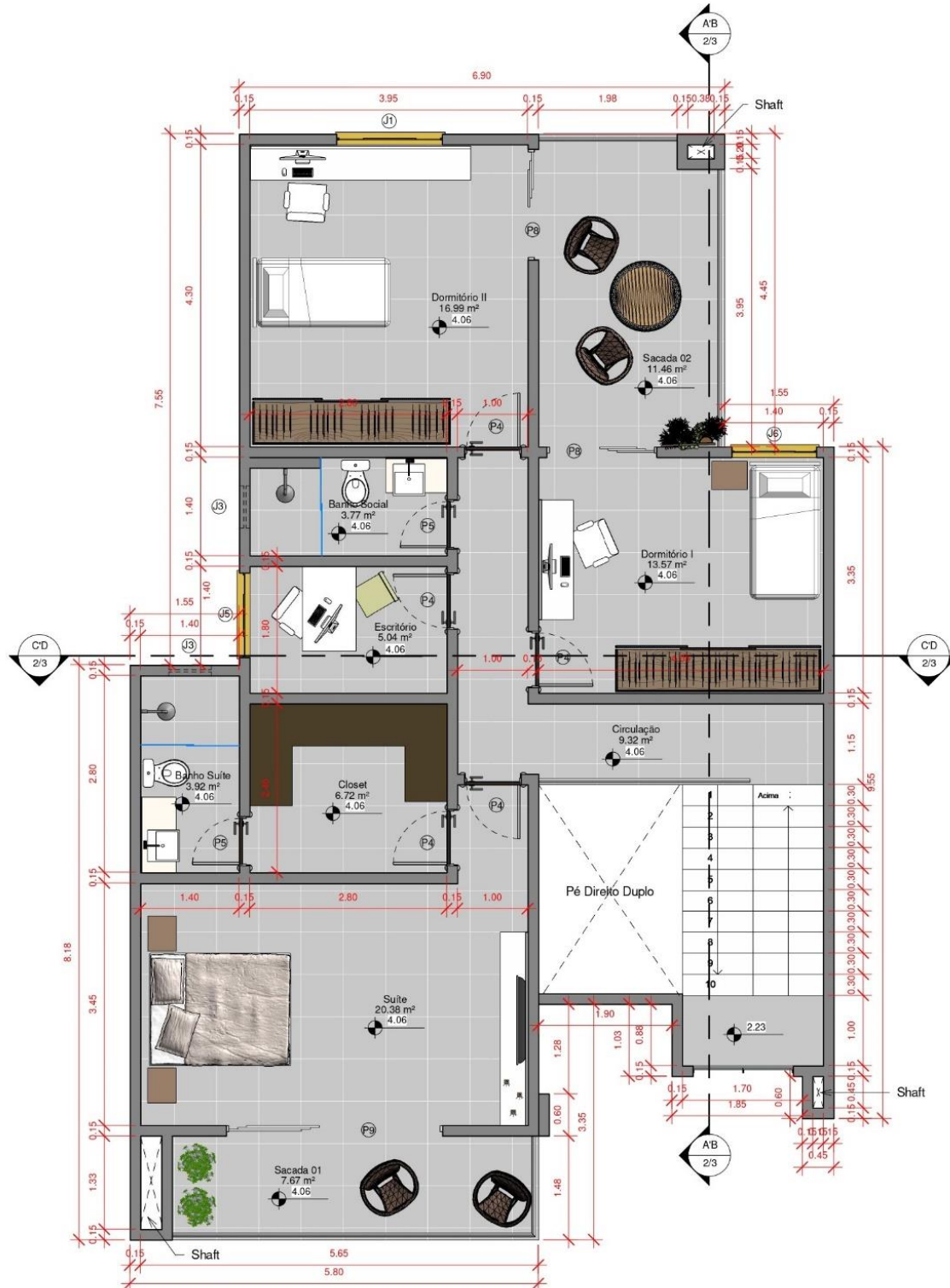


Fonte: AUTORES, 2022.

O projeto arquitetônico utilizado no estudo de caso foi elaborado pelos autores do artigo, Amanda de Kassia Marciano, Ana Carolina Alves Baroni, Lucas Gabriel Ferreira Araújo e Matheus Ferreira de Andrade Araújo, e se trata de uma habitação unifamiliar de médio padrão. A edificação possui dois pavimentos e um total de 242,92 m<sup>2</sup>.

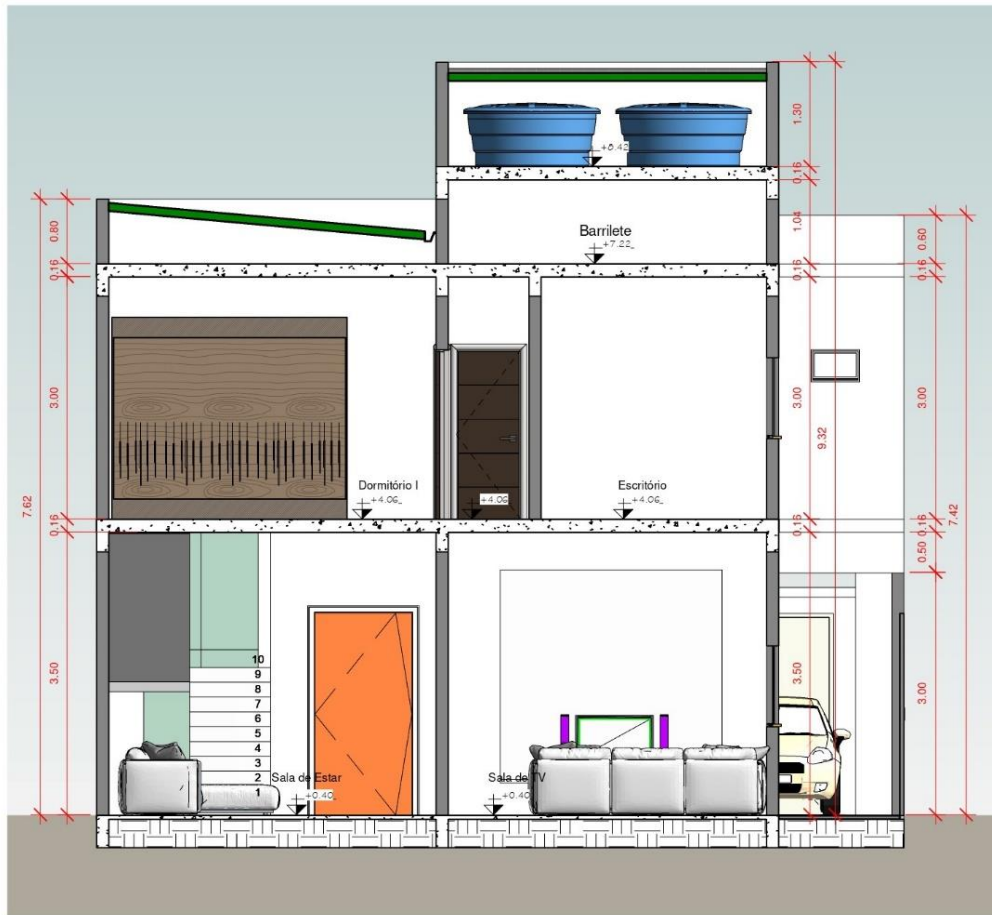
A Figura 8 mostra o pavimento térreo, de 115,95 m<sup>2</sup>, onde há uma sala de estar com pé direito duplo; sala de TV; banheiro; cozinha; e, garagem para 2 carros. A planta arquitetônica completa está presente no Anexo 1.

**FIGURA 9 - Planta Baixa Pavimento Superior**



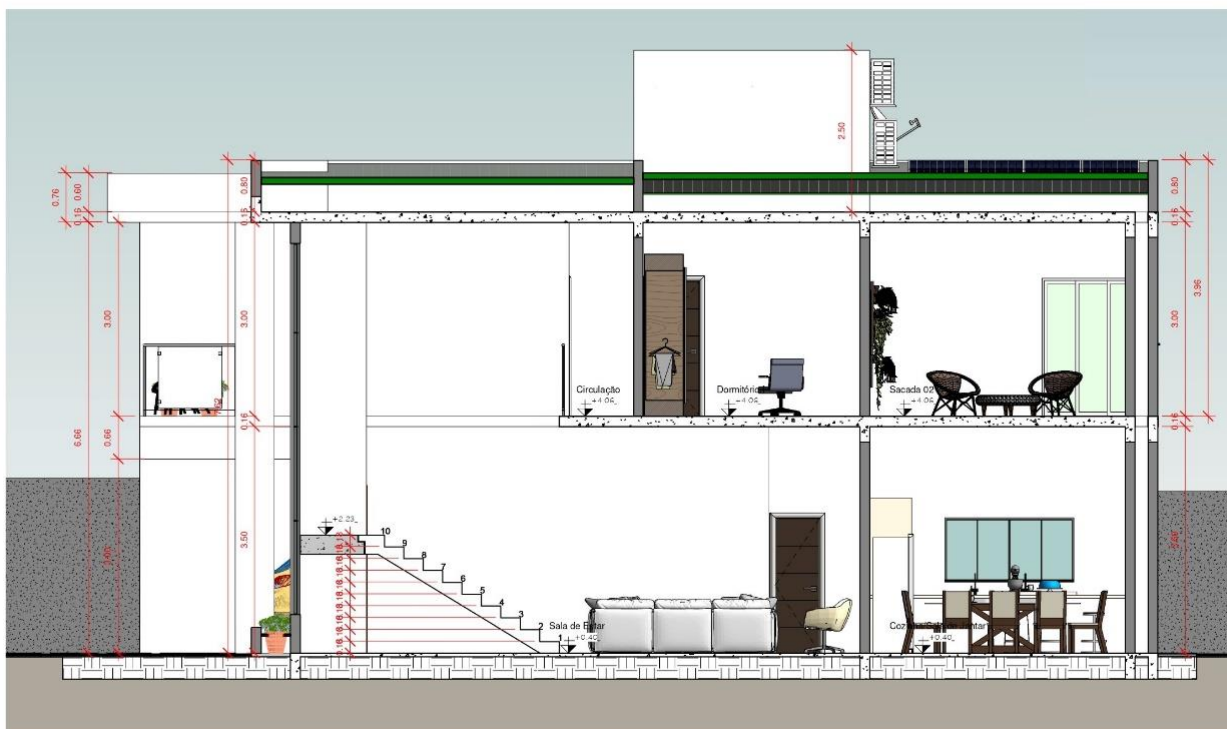
Fonte: AUTORES, 2022.

FIGURA 10 - Corte A'B



Fonte: AUTORES, 2022.

FIGURA 11 - Corte C'D



Fonte: AUTORES, 2022.

A Figura 09 mostra o pavimento superior da edificação, com o total de 126,94 m<sup>2</sup>, onde há 3 quartos, sendo uma suíte; 1 closet; 3 banheiros; 2 sacadas, sendo uma delas em balanço; e um escritório.

As Figuras 10 e 11 representam os cortes da edificação, onde estão cotadas as alturas e os níveis dos ambientes. A edificação possui 2 pavimentos para habitação e um pavimento superior para a instalação da caixa d'água. Ao todo, a casa possui uma altura de 9,32 m, sendo que cada pavimento possui um pé direito de 3,00 m.

### 3.2 SOFTWARES PARA DIMENSIONAMENTO

Os dois *softwares* escolhidos para o dimensionamento foi o *AltoQI – Eberick 2021* para a estrutura de concreto armado e o *Scia Engineer 2022* para a estrutura metálica. O *Eberick* é um programa desenvolvido pela empresa *AltoQI* e foi priorizado pela eficiência na elaboração de projetos estruturais em concreto armado, contando com várias ferramentas como o CAD próprio e recursos para modelagem, análise, dimensionamento e detalhamentos. O *Scia Engineer* foi escolhido por ser uma ferramenta BIM completa para o cálculo de estruturas metálicas, desde sua concepção, passando pela análise e no dimensionamento dos elementos. No *software Eberick* foi usada a versão original, disponibilizada pelo orientador, enquanto no *software Scia*, foi usado uma versão estudantil disponibilizada pelos desenvolvedores.

### 3.3 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

O primeiro modelo estrutural trata-se do convencional em concreto armado. O pré-dimensionamento das peças foi baseado nos métodos presentes no livro *Estruturas de Concreto Armado*, do autor João Carlos Taetini de Souza Clímaco. Para o dimensionamento foram adotados os parâmetros estabelecidos pela NBR 6118/2014, os quais tratam-se da classe de agressividade ambiental e resistência do concreto. Neste projeto foi considerada, conforme a tabela 6.1 da NBR 6118 (ABNT, 2014), a Classe de Agressividade II (Moderada), pois a edificação foi projetada para o ambiente urbano. Já a resistência do concreto depende da Classe de Agressividade, e, segundo o item 7.4 da NBR 6118/2014, para a Classe de Agressividade II, a resistência característica do concreto adotada deve ser maior ou igual à 25 MPa, portanto esse foi o valor adotado.

Em seguida, os elementos estruturais foram lançados no croqui arquitetônico e o método de cálculo foi computacional, através do software *AltoQI – Eberick 2021*, inicialmente nas posições que melhor se adaptassem à planta arquitetônica. Os pilares foram lançados com dimensões de 14x30 cm, e as vigas com dimensões de 14x40 cm, seguindo as dimensões previstas na NBR 6118(ABNT, 2014), e tendo essas dimensões sido, em alguns casos, alteradas posteriormente para atender os cálculos estruturais.

Após o lançamento, o programa realizou a análise estática linear da edificação através da combinação de esforços, e em seguida o dimensionamento das peças. Após o dimensionamento de todas as peças, obteve-se um projeto estrutural com 21 pilares, 20 vigas baldrame, 18 vigas intermediárias, 23 vigas respaldo e 5 vigas para o reservatório. As dimensões dos pilares e vigas são variadas, e são mostrados nas Tabelas 2 e 3. Foram obtidos também 6 painéis de laje piso treliçadas de 13 cm para o pavimento intermediário e 1 painel de laje maciça de 20 cm para o patamar da escada; e 14 painéis de laje forro treliçadas de 13 cm para o pavimento respaldo; e 1 painel de laje piso treliçadas de 13 cm para o reservatório. As áreas das lajes estão presentes na Tabela 4. Foram geradas as plantas de locação e forma, e a relação de concreto e aço (Anexo 2), as quais foram utilizadas para a elaboração do orçamento posteriormente. A Figura 12 mostra uma representação em 3D da estrutura gerada pelo software.

**Tabela 2 - Dimensão dos pilares**

Dimensão do pilar (cm)	Quantidade de pilares na edificação
14x30	9
14x40	7
18x30	1
20x59	1
14x59	1
29x59	1
18x40	1

Fonte: AUTORES, 2022.

**Tabela 3 - Dimensão das vigas**

Dimensão das vigas (cm)	Quantidade de vigas na edificação
Vigas baldrame	
14x40	20
Vigas Intermediário	
14x40	15
14x60	3
Vigas respaldo	
14x13	4
14x40	17
14x60	2
Vigas reservatório	
14x40	5

Fonte: AUTORES, 2022.

**Tabela 4 - Área dos painéis de laje**

Pavimento	Área da Laje (m <sup>2</sup> )
Intermediário	piso (13 cm): 100,02
	patamar (20cm) 8,24
Respaldo	122,34
Reservatório	6,87

Fonte: AUTORES, 2022.

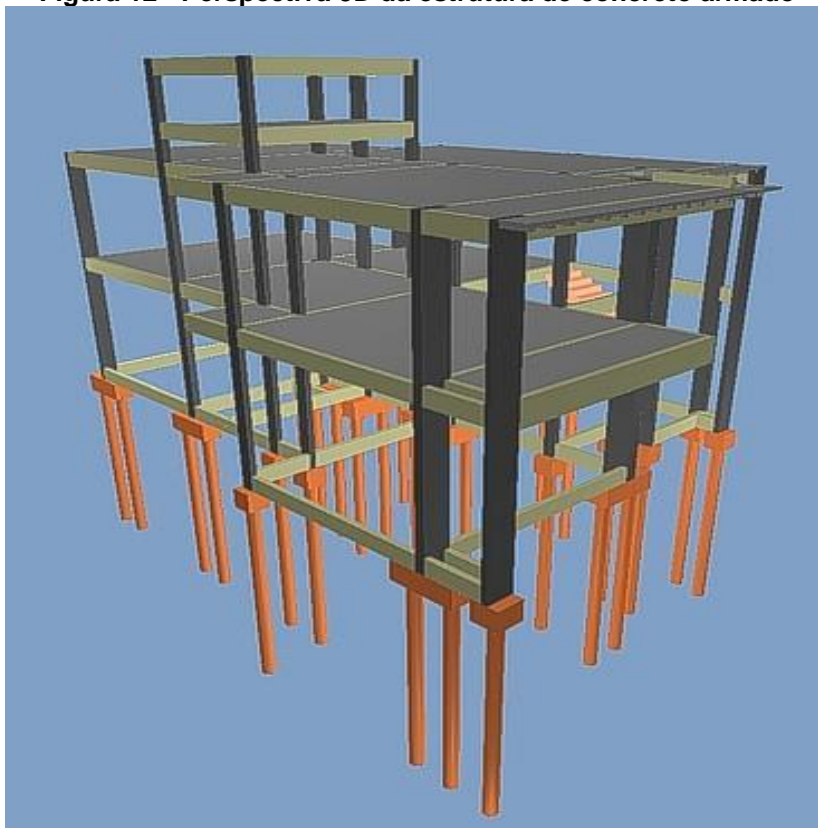
No que tange a elaboração do projeto em estrutura metálica, seu dimensionamento foi embasado seguindo a principal norma referente ao aço, a NBR 8800:2008 e complementares, como NBR 6123:1988, que trata das forças devidas ao vento em edificações.

O projeto estrutural foi elaborado tendo como base o projeto arquitetônico. O primeiro passo foi realizar o lançamento estrutural no croqui arquitetônico. Utilizando o *software Scia Engineer*, definiram-se os perfis, dimensões e posições dos elementos estruturais, os quais tem a finalidade de suportar e transmitir as cargas até a fundação. No projeto foram dimensionadas as vigas e os pilares metálicos, utilizado 4 tipos de perfis metálicos, e somando um total de 6084,8 kg de aço distribuídos em 21 pilares, 27 vigas



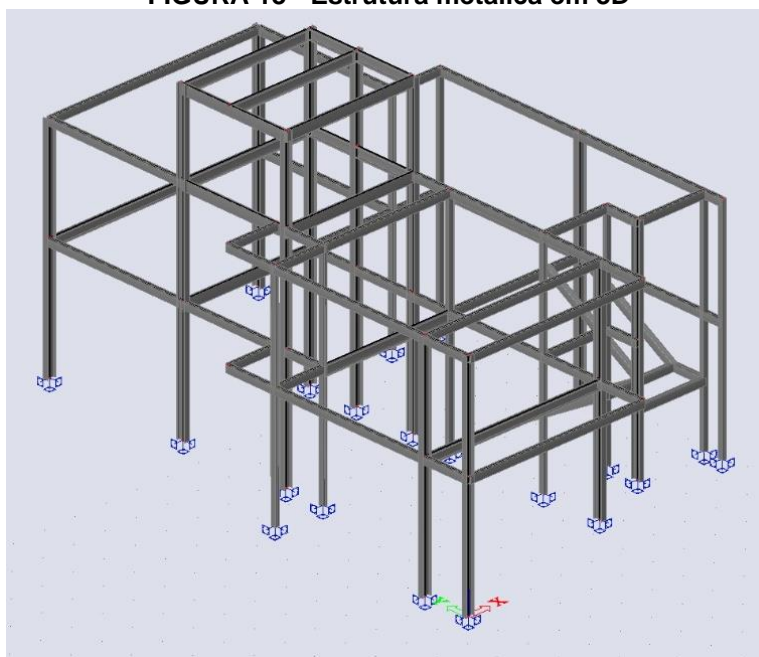
no pavimento intermediário, 29 vigas respaldo e 5 vigas para o reservatório. Os tipos de perfis e a massa de aço estão presentes na Tabela 5.

**Figura 12 - Perspectiva 3D da estrutura de concreto armado**



Fonte: AUTORES, 2022.

**FIGURA 13 - Estrutura metálica em 3D**



Fonte: AUTORES, 2022.

Logo após definir os parâmetros, o software efetua uma análise por elementos finitos, onde são colocadas as cargas e as envoltórias de combinações desejadas. Após a averiguação de todas as condições, o software retorna o pior resultado, tanto para ELU

(Estado limite último) e ELS (Estado limite de serviço). Para concluir, foi gerado plantas de locação de pilares e vigas (Anexo 3), além de uma perspectiva da estrutura 3D como mostra na Figura 13.

**Tabela 5 - Quantitativo de aço**

Dimensão (mm)	Massa (kg)
W250x32,7	2575,3
Perfil caixa – Dupla Ue 150x60x20 #2,25	805,8
Perfil caixa – Dupla Ue 200x75x20 #2,00	2042,2
Perfil Ue 300x100x25 #4,75	661,5
Total	6084,8

Fonte: AUTORES, 2022.

### 3.4 ORÇAMENTO

Após a elaboração dos dois projetos estruturais foi possível obter os quantitativos de cada método, assim foram efetuados os orçamentos. Para a elaboração destes foram considerados apenas os materiais e mão de obra necessários para a execução da estrutura da edificação, considerando os elementos de fundação, vigas, pilares e lajes. Os orçamentos foram feitos com o auxílio de planilhas, onde os custos unitários dos materiais foram baseados nas cotações presentes nas Tabelas da SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil; e, GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes. Os valores unitários foram multiplicados pela quantidade de cada material, e em seguida pelo valor do BDI, resultando assim no custo total adotado. Os orçamentos completos estão presentes nos anexos 4 e 5. Após a conclusão do orçamento obteve-se um valor cerca de 18,42% maior para a estrutura metálica.

### 3.5 CRONOGRAMA

A construção do cronograma foi feita utilizando o auxílio do *software Excel*, no qual foi inserido os dados de dias e equipes definidas para as 4 fases na construção da estrutura, ou seja, nas etapas de fundação, pilares, vigas e lajes. Cada atividade possui uma ordem cronológica seguida para melhor execução dos serviços. Sendo assim, é somado todos os dias de cada etapa, chegando ao tempo total da obra, onde concluímos o cronograma físico.

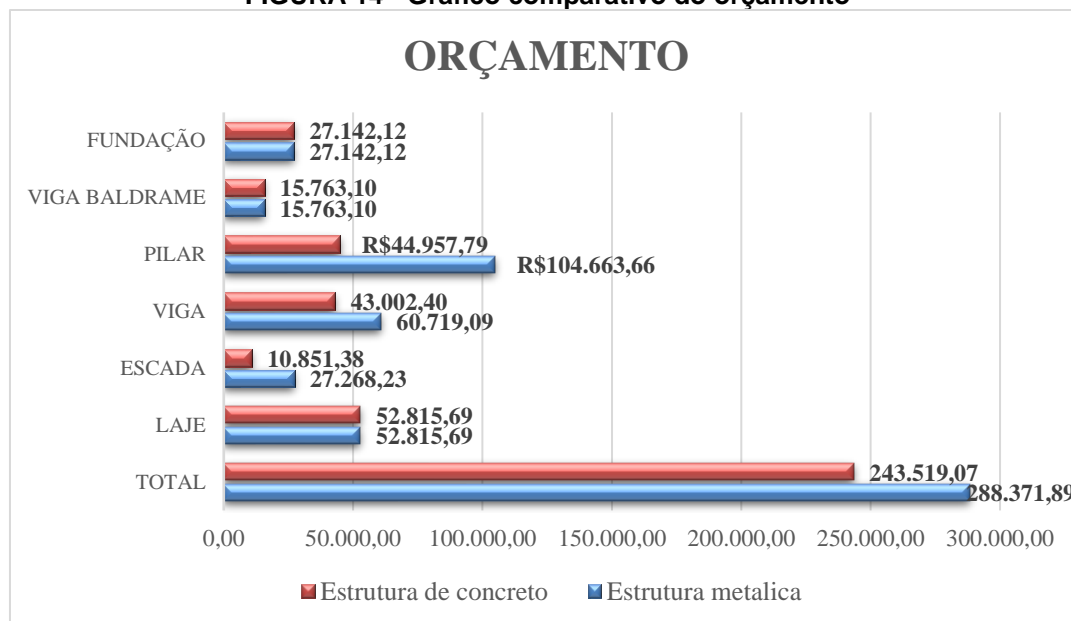
## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Conforme o objetivo do trabalho, foi realizado um estudo comparativo entre os dois projetos estruturais, levando em comparação o custo e o tempo de execução. Para tal, utilizando-se das planilhas orçamentárias e do cronograma desenvolvido no *software Excel*, foram gerados resultados a fim de comparar as etapas da construção entre a estrutura metálica e a estrutura projetada em concreto armado. A Figura 14 mostra os valores de cada etapa da construção da estrutura para cada método construtivo.

Segundo os cálculos orçamentários efetuados e o gráfico representado na Figura 14, a estrutura metálica tem um valor maior em relação ao concreto armado. Os pilares, as vigas e a escada são onde há as maiores diferenças de preços, nos pilares em estrutura de concreto nota-se uma vantagem em relação à estrutura metálica em 57,04%. Enquanto nas vigas possui uma vantagem de 29,18% e as escadas de 60,20%. O resultado concluiu que a estrutura metálica apresenta um valor maior de 44.852,82 reais, portanto, a estrutura metálica é 18,42% mais onerosa. Esse resultado pode ser explicado

peelo fato da mão de obra da estrutura metálica ser mais especializada e suas peças pré-fabricadas, consequentemente tornando-as mais caras. Além disso, o aço possui um valor mais elevado no Brasil.

**FIGURA 14 - Gráfico comparativo do orçamento**



Fonte: AUTORES, 2022.

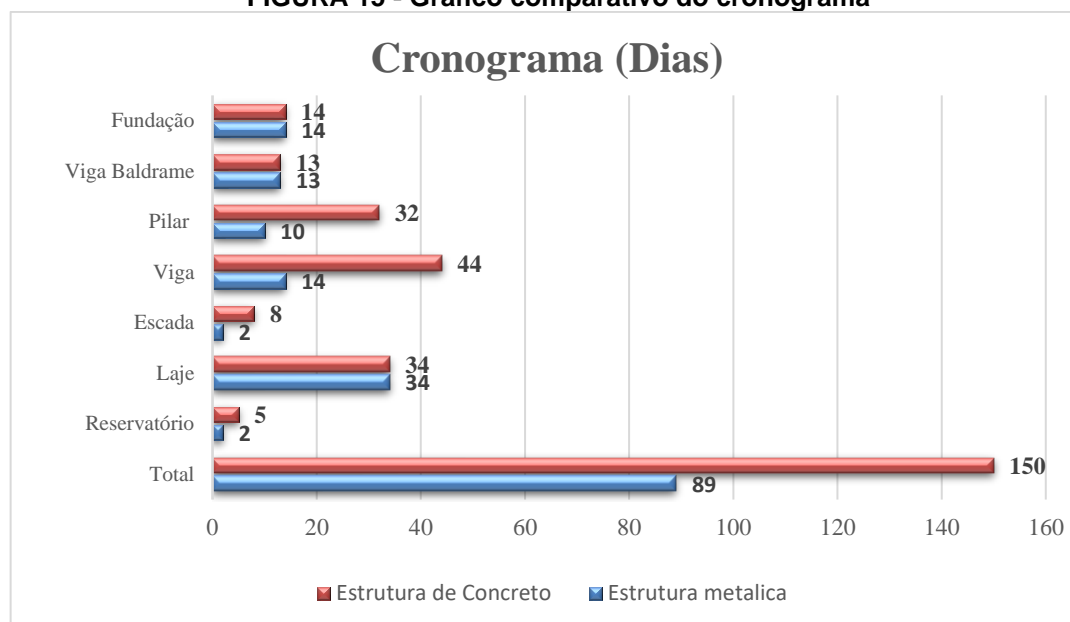
Pode-se notar pelos resultados que os valores obtidos para as vigas baldrame e as lajes foram os mesmos, isso se deve ao fato de que em ambos os casos é necessário que as vigas baldrame sejam de concreto armado, pois este é a melhor opção para o solo, por sofrer menos corrosão quando comparadas às vigas metálicas. Em relação às lajes, para ambos os projetos se optou por lajes treliçadas pré-moldadas devido à facilidade de acesso e conforto térmico que está traz para edificações residenciais.

No cronograma observa-se que a estrutura metálica é consideravelmente mais rápida a ser construída do que o convencional concreto armado, isso se deve ao fato da montagem das peças pré-moldadas em aço serem muito mais rápidas do que a fabricação das peças de concreto *in loco*, das quais exigem a montagem das formas, da armação, concretagem e do tempo de cura. De acordo com a Figura 15, que representa o gráfico do cronograma, o tempo de execução é de aproximadamente 89 dias para a estrutura metálica, enquanto a de concreto armado leva em torno de 150 dias, gerando uma economia de tempo de 40,67%.

Nota-se que ambos os métodos construtivos apresentam suas vantagens e desvantagens, principalmente tratando-se de tempo e custo. Ademais, existem outros aspectos que são importantes de serem observados, como o acesso à mão de obra, a organização do canteiro, a facilidade de acesso aos materiais e a sustentabilidade.

Após a realização das pesquisas teóricas, do estudo de caso e da análise dos resultados foi elaborado o quadro 1, onde há um comparativo sobre alguns dos principais aspectos de cada método construtivo trabalhado neste artigo. Os aspectos escolhidos foram a mão de obra; peso; prazo de execução; capacidade de cobrir grandes vãos; sustentabilidade; utilização no Brasil; e, preço. Dentre esses, o preço e o prazo de execução foram baseados nos resultados obtidos no orçamento e cronograma do estudo de caso. As outras características foram escolhidas, pois normalmente são aspectos que podem influenciar na escolha de algum método construtivo.

**FIGURA 15 - Gráfico comparativo do cronograma**



Fonte: AUTORES, 2022.

**Quadro 1 - Comparativo entre estrutura metálica e concreto armado**

Aspectos	Estrutura metálica	Estrutura em concreto armado
Mão de obra	Possui escassez de mão de obra qualificada (NAKAHARA, 2017).	Por ser um método convencional, possui maior abundância de mão de obra
Peso	Menor peso próprio	Maior peso da estrutura
Prazo de Execução	Componentes produzidos em fábricas, prazo reduzido	Estrutura produzida toda na obra, prazo elevado
Capacidade de cobrir grandes vãos	Capacidade de cobrir vãos maiores	Indicada para vãos menores
Sustentabilidade	Material reciclável (GERVASIO, 2008).	Menos Sustentavel (MAURY; BLUMENSCHNEIN, 2012).
Utilização no Brasil	Menos utilizada	Maior porcentagem de utilização
Preço	Preço mais oneroso	Possui um preço relativamente barato

Fonte: AUTORES, 2022.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo a comparação entre estruturas de concreto armado e estruturas metálicas, e como visto, no Brasil o uso do concreto armado ainda é predominante. Porém, a condição de propor o sistema estrutural em aço como preferência é inovador e vem ganhando espaço na construção civil. Além disso, a pesquisa proporcionou um maior entendimento sobre os dois tipos de construção, desde as suas propriedades até seu uso em obras residenciais.

Segundo o presente trabalho observou-se, que a estrutura metálica no valor final foi mais cara em 18,42% do que a estrutura de concreto, isso aconteceu porque a estrutura metálica em primeiro lugar não é uma cultura na região de Goiás, por grande parte do aço vir da região Sudeste, o que torna ainda mais caro devido o transporte do

material. Existe também uma comparação na mão de obra, pois a estrutura metálica exige uma mão de obra mais qualificada, no entanto, mais cara e menos abundante em relação à estrutura de concreto, considerando isso uma grande desvantagem para o aço. Porém, ao comparar o tempo de construção, a estrutura metálica é mais eficiente, pelo fato das peças já virem pré-fabricadas, a sua montagem é mais rápida, superando a de concreto em 40% na economia de tempo, onde sua estrutura é feita *in loco*.

Diante disso, a escolha estrutural deve ser adotada em razão das vantagens que ela trará para a construção, e conforme as prioridades do proprietário da obra, sendo o seu custo benefício relativamente considerável, em ambos os casos. Pode se acentuar que há uma ausência na parte de estudos acadêmicos, quando se diz sobre orçamentos, cronogramas e realizações de comparativos de estruturas por completo. Esses estudos podem ajudar no desenvolvimento das obras e na preferência estrutural.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINI, De. The cavea (auditorium) of theatre. Itália: De Agostini Editorial, 5 set. 2007. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/the-cavea-of-the-theatre-with-the-ruins-and-the-foto-jornal%C3%ADstica/475594517?adppopup=true>. Acesso em: 8 jun. 2022.

ALMEIDA, S. F. Análise dinâmica experimental da rigidez de elementos de concreto submetidos à danificação progressiva até a ruptura. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2005.

ALVARENGA, Maria Cláudia Sousa; GOMES, Arthur Filipe Freire. Estrutura metálica versus estrutura em concreto armado: estudo 2 comparativo orçamentário de um edifício comercial. Orientador: Leonardo Carvalho Mesquita. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia civil) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos - Método de ensaio. Rio de Janeiro 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6118: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14323. "Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio – Procedimento". Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14432. "Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações – Procedimentos". Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. NBR 8800. Rio de Janeiro, 2008.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. Bauru, São Paulo: UNESP, 2019.

BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro O. Edifícios de múltiplos andares em aço. Pini, 2008.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. Concreto armado eu te amo. Volume 1. 6ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 2010. 507p.

BUNDER, Jeferson. O concreto: sua origem, sua história. Orientador: Dra. Fabiana Oliveira. 2016. 20 p. Artigo (Pós-Graduação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CASTORIA, Elio. TOPSHOT-ITALY-HEALTH-VIRUS-ROME-AERIAL. Itália: 1208706394, 30 mar. 2020. 1 fotografia. Disponível em: [https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/morning-aerial-\[15\]photo-taken-on-march-30-2020-shows-foto-jornal%C3%ADstica/1208706394?adppopup=true](https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/morning-aerial-[15]photo-taken-on-march-30-2020-shows-foto-jornal%C3%ADstica/1208706394?adppopup=true). Acesso em: 8 jun. 2022.

CHADWICK, Graham. Eiffel Tower. França: Getty Images Europe, 1 jan. 1997. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/general-view-of-the-eiffel-tower-in-paris-france-is-foto-jornal%C3%ADstica/1920253?adppopup=true>. Acesso em: 3 set. 2022.

CHRISTO, Steve. ITALY: ROME. Itália: Corbis News, 11 ago. 2022. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/romes-pantheon-dates-from-around-ad125-built-by-the-foto-jornal%C3%ADstica/1438781997?adppopup=true>. Acesso em: 3 set. 2022.

CLIMACO, João Carlos Teatini de Souza. Estruturas de Concreto Armado: Fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 1. ed. Brasil: Gen – Grupo Editorial Nacional Part S/A, 2016. 440 p. v. 1.

CUNHA, Júlio César Loyola da. Construção residencial unifamiliar em estrutura metálica. Orientador: Kneipp de Figueiredo Caiado. 2022. 25 f. Artigo (Graduação) - Rede de Ensino Doctum de Vitória, Vitória, 2022.

DALDEGAN, Eduardo. Estruturas metálicas para casas: 5 cuidados essenciais. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura: IDBA, 2022. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=19&Cod=2176>. Acesso em: 2 set. 2022.

DIAS, Luís Andrade de Mattos – Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagens. 8ª Edição. São Paulo: Zigurate Editora, 2006.

DIETRICH, Rudolf. New York, Manhattan. Alemanha: Ullstein bild, 1 jan. 1981. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/view-over-manhattan-with-empirestate-building-and-foto-jornal%C3%ADstica/542357193?adppopup=true>. Acesso em: 5 set. 2022.

FAKURY, R. H.; CASTRO e SILVA, A. L. R; CALDAS, R. B. Dimensionamento básico de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

FERNANDES, S. G.; PORTO, Thiago B. Curso básico de concreto armado: conforme NBR 6118/2014. 1. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

FERRAZ, Henrique. O Aço na Construção Civil. Revista Eletrônica de Ciências, São Carlos, ano 2003, n. 22, out/nov/dez 2003.

GERVÁSIO, Helena Maria. ABCEM: Associação Brasileira da Construção Metálica. In: A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. [S. l.], 2008. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/index.php>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GIUGLIANI, Eduardo. Propriedade e característica dos materiais: concreto e aço. 2014. 15 f. Notas de aula.

GUINZELLI, Adriano José. Projeto estrutural de uma edificação residencial com estrutura metálica. Orientador: Prof. Dr. Diego Rizzotto Rossetto. 2017. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2017.

HELENE, Paulo Roberto do Lago; LEVY, Solomon Mony. 'ESTADO DA ARTE' DO CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. Exacta, São Paulo, ano 2003, v. 1, p. 109-116, 2003.

LIMA, Glêdson Pereira et al. Projeto e planejamento de canteiro de obras no Brasil: Uma revisão sobre as boas práticas e ferramentas utilizadas. Research, Society and Development, v. 10, n. 9, p. 55110918407, 2021.

LIUBARTAS, Déborah; SILVA, Edson Assis Santos de Barros e; SANTOS, Eutália Alves Martins dos; SILVA, José Edilson da; FORMIGONI, Alexandre. A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. INOVAE Journal of Engineering and Technology Innovation, São Paulo, ano 2015, v. 3, n. 1, ed. 1, p. 92-110, Jan/Abr. 2015.

MAURY, Maria Beatriz; BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. Sustentabilidade em Debate, Brasília, ano 2012, v. 3, n. 1, ed. 1, p. 75-96, jan/jun 2012.

NAKAHARA, Flávia Sayuri. Análise da viabilidade estrutural e econômica entre estruturas de concreto armado e estruturas metálicas. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, [S. l.], 2017.

OLIVEIRA, Lucas Moreira. Análise comparativa do cálculo com ferramenta computacional para dimensionamento de estruturas de concreto armado x construção irregular. Orientador: Professor Especialista Aurélio Caetano Feliciano. 2019. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Uni-Anhanguera, Goiânia, 2019.

OLIVEIRA, Paulo Henrique, et al. Estudo de viabilidade de estrutura metálica ou em concreto armado convencional. Orientador: Renata Martinho de Camargo. 2018. 52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema, [S. l.], 2018.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. Estruturas de Aço: Dimensionamento prático de acordo com NBR 8800:2008. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 357 p. v. 1. ISBN 978-85-216-1611-5.

PINHEIRO, M. A. S. Absorção pendular não-linear para redução de vibrações em torres esbeltas. 1997. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. Estruturas de concreto – Capítulo 2. In: RODRIGUES, Paola Silva. Estruturas de concreto. [S. l.]: Academia, 2004. cap. 2.

PINHEIRO, Antônio Carlos da Fonseca Bragança. Estruturas metálicas: cálculos, detalhes, exercícios e projeto. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. Estruturas de concreto – Capítulo 2. In: RODRIGUES, Paola Silva. Estruturas de concreto. [S. l.]: Academia, 2016. cap. 2.

POMPERMAYER, Rafael. Análise comparativa entre estruturas metálicas e estruturas de concreto armado. Orientador: Fabrício Nascimento Silva. 2018. 73 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Associação Educativa Evangélica, [S. l.], 2018. Disponível em: 2018. Acesso em: 7 jun. 2022.

RIPPER, T.; SOUZA, V. C. M. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1998.

PRESS, Rolls. Forth Rail Bridge: História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia. Popperfoto: Popperfoto, 1 jan. 1970. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/view-from-south-queensferry-of-the-forth-bridge-a-foto-jornal%C3%ADstica/993578312?adppopup=true>. Acesso em: 3 set. 2022.

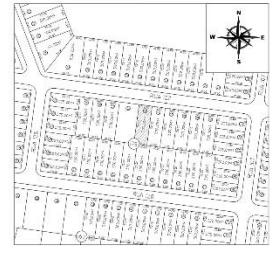
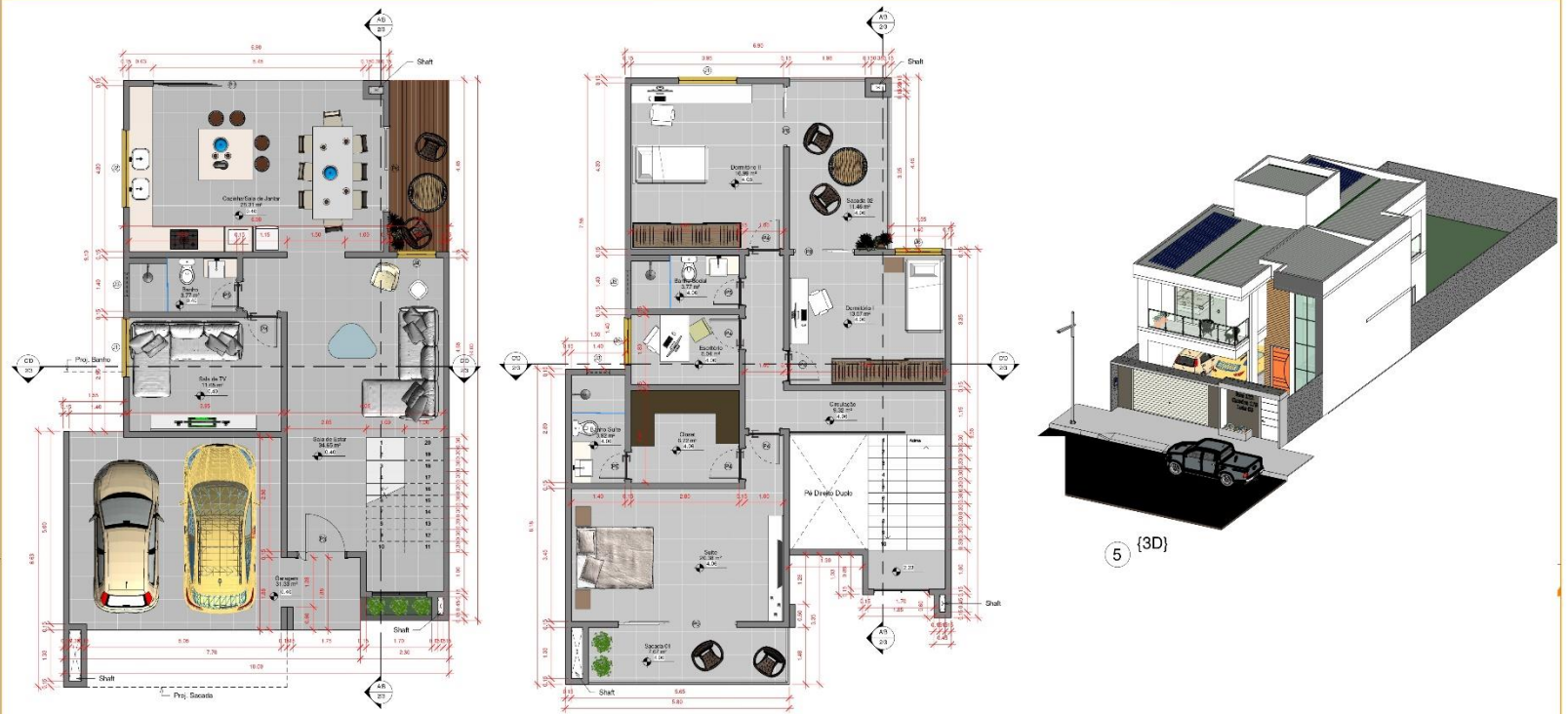
SANTOS, Roberto Eustaáquio dos. A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia. Orientador: Prof. Dr. Bernardo Jefferson de Oliveira. 2008. 338 p. Tese (Pós-Graduação) - UFMG, Belo Horizonte, 2008.

SILVERMAN, David. Brazilian Cities to Host 2014 World Cup. Getty Images News: 91218431, 15 ago. 2009. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%C3%ADstica/view-of-the-oscar-niemeyer-museum-the-largest-museum-foto-jornal%C3%ADstica/91218431?adppopup=true>. Acesso em: 8 jun. 2022.



# ANEXOS

## ANEXO 1 – Representação do projeto arquitetônico

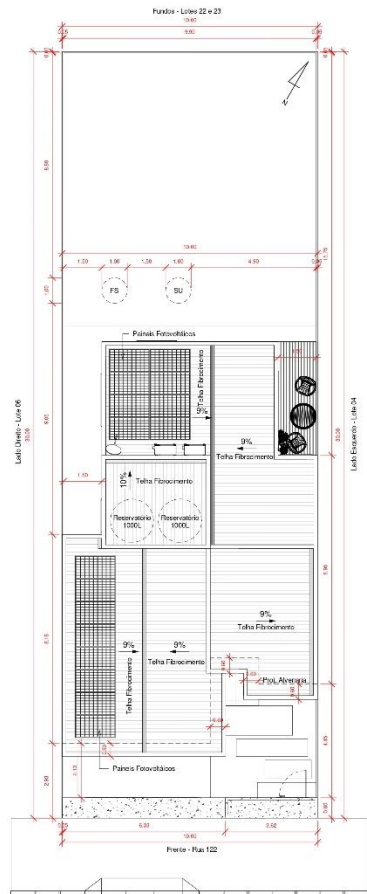


4 Planta de Situação  
1 : 1500

Quadro de Aberturas - Janelas					
Marca de tipo	Largura	Altura	Altura do peitoril	Descrição	Contador
J1	1,50	1,00	1,10	JANELA DE CORRER, 4 FOLHAS, DE ALUMÍNIO E VIDRO	2
J2	2,00	1,00	1,10	JANELA DE CORRER, 4 FOLHAS, DE ALUMÍNIO E VIDRO	1
J3	0,60	0,40	1,70	1 FOLHA, ALUMÍNIO E VIDRO	3
J4	1,00	2,00	0,40	JANELA DE CORRER, 4 FOLHAS, DE ALUMÍNIO E VIDRO	1
J5	1,20	1,00	1,00	JANELA DE CORRER, 4 FOLHAS, DE ALUMÍNIO E VIDRO	1
J6	1,20	1,00	1,10	JANELA DE CORRER, 4 FOLHAS, DE ALUMÍNIO E VIDRO	1

Quadro de Aberturas - Portas				
Marca	Largura	Altura	Tipo de construção	Contador
P1	4,50	2,50	PORTÃO DE AÇO	1
P2	1,10	2,50	PORTÃO DE AÇO	1
P3	1,20	2,50	PORTA PIVOTANTE	1
P4	0,60	2,10	MADERA	6
P5	0,70	2,10	MADERA	3
P6	2,20	2,10	VIDRO TEMPERADO	1
P7	5,45	3,00	VIDRO TEMPERADO	1
P8	1,50	2,10	VIDRO TEMPERADO	2
P9	3,00	2,10	VIDRO TEMPERADO	1

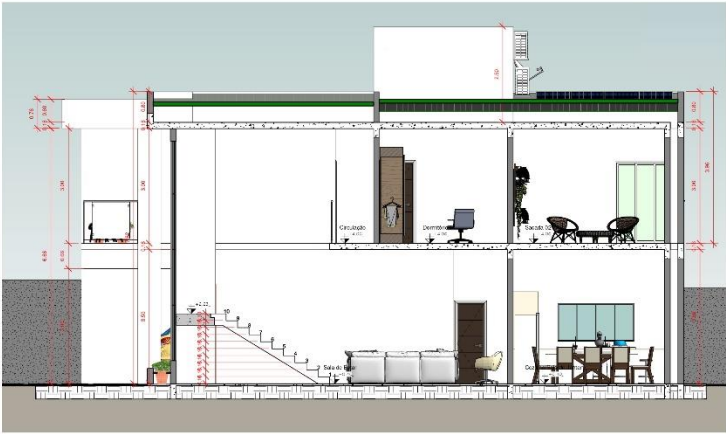
NOTA DE PASSO PÚBLICO  
 O Profissional responsável pela execução da obra e o proprietário se comprometem a construir e entregar a obra de acordo com a especificação da prefeitura municipal e atender às exigências da Norma de Acessibilidade - ABNT NBR 9050.  
 a) Não haverá estacionamento no passeio público.

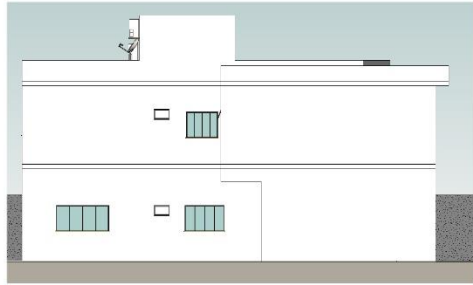


1 Planta Localização e Cobertura  
1 : 75

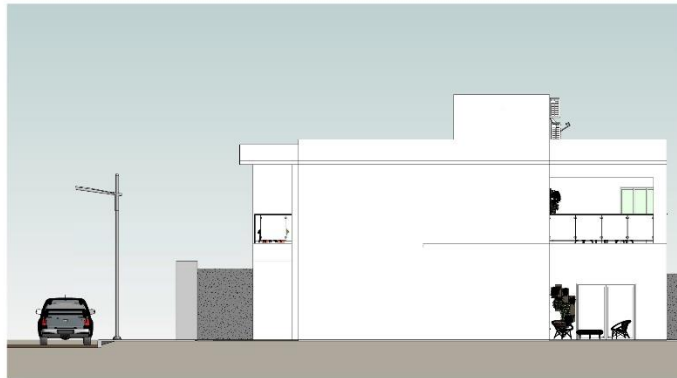


4 Fachada Frontal  
1 : 75





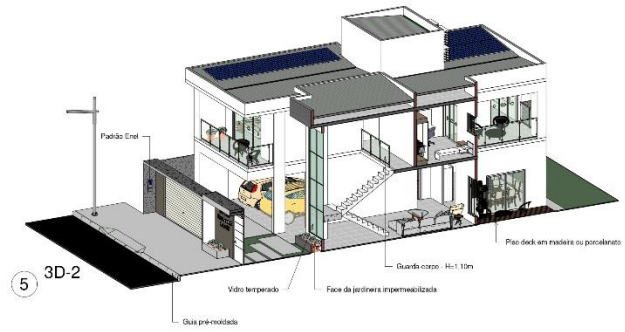
1 Fachada Lateral Direita  
1 : 75



2 Fachada Lateral Esquerda  
1 : 75



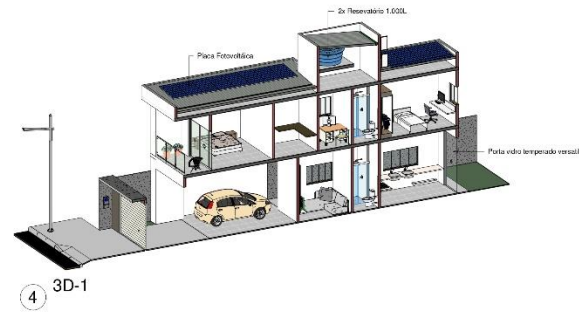
3 Fachada Posterior  
1 : 75



5 3D-2

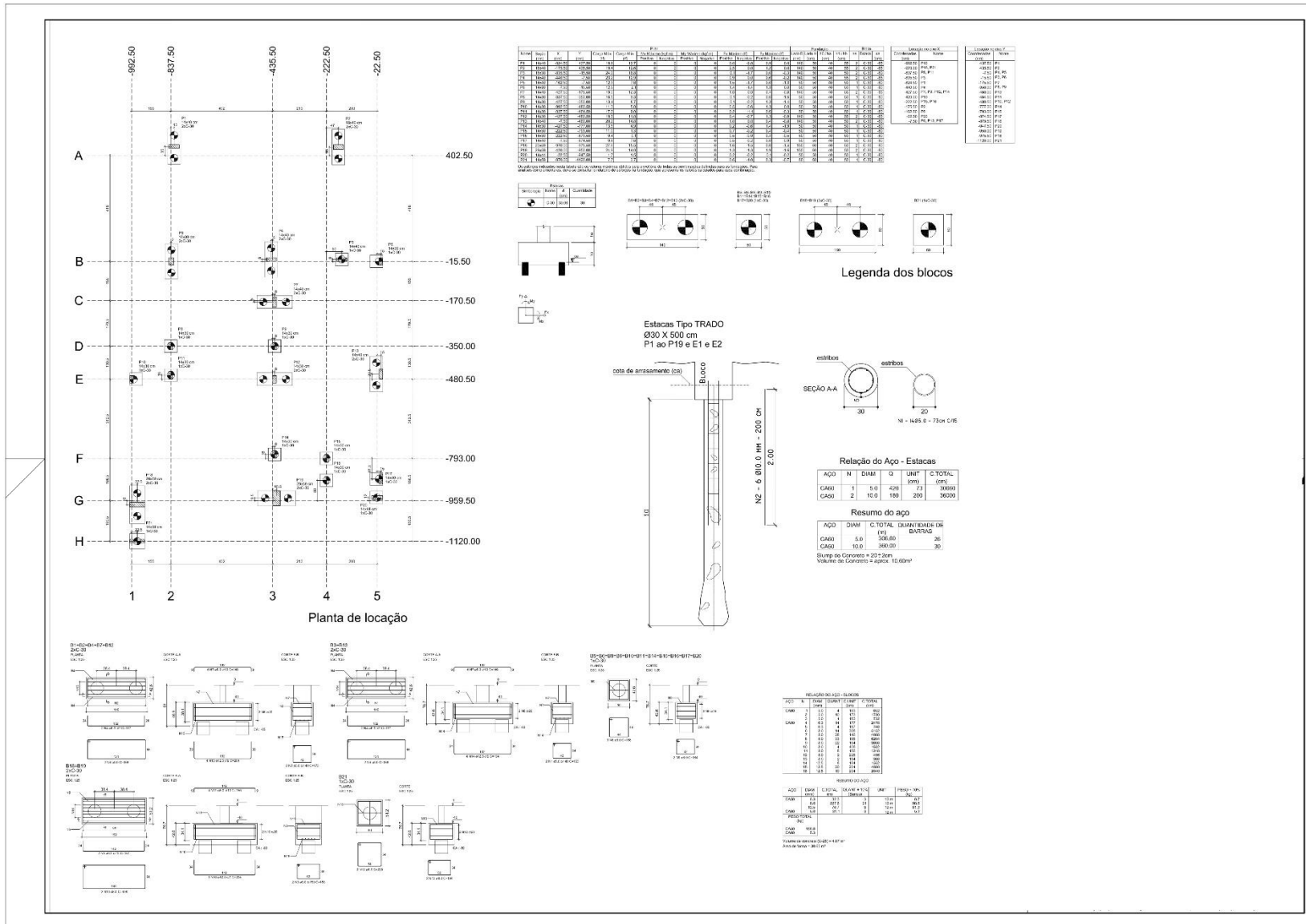


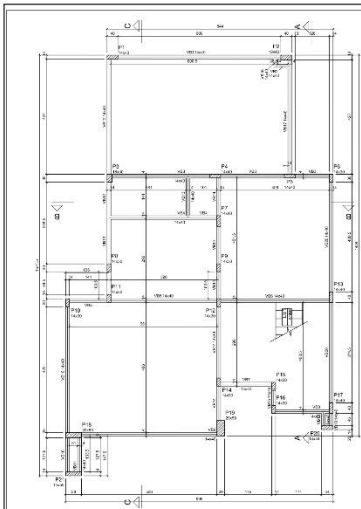
6 3D-3



4 3D-1

# ANEXO 2 – Representação do projeto estrutural em concreto armado



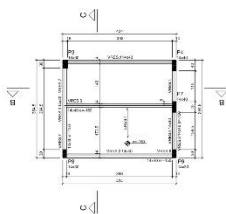


Forma do pavimento Baldrame

Características dos materiais		
Rok (kg/cm²)	Ecs (kg/cm²)	Abatimento (cm)
250	241500	14,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

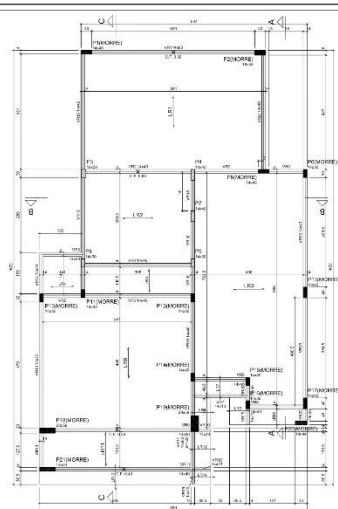
Legenda dos pilares	
	Pilar que passa



Forma do pavimento Reservatório

Características dos materiais		
Rok (kg/cm²)	Ecs (kg/cm²)	Abatimento (cm)
250	241500	14,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm



Forma do pavimento Respaldo

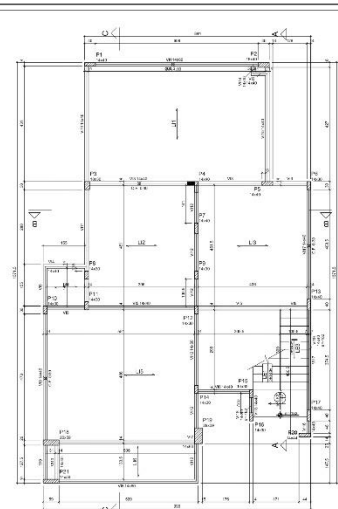
Lajes					
Nome	Tip	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Situação (colocar)
LJ1	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ2	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ3	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ4	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ5	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ6	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ7	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ8	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ9	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ10	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ11	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ12	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ13	Treliçada 1D	0	0	365	-
LJ14	Treliçada 1D	0	0	365	-

Área de lajes			
Tip	Área (m²)	Banco de Enchimento	Área (m²)
Treliçada 1D	20	EPS	100,02

Características dos materiais		
Rok (kg/cm²)	Ecs (kg/cm²)	Abatimento (cm)
250	241500	14,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Legenda dos pilares	
	Pilar que passa
	Pilar que não



Forma do pavimento Intermediário

Lajes					
Nome	Tip	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Situação (colocar)
LE1	Margem	20	-162	153	455
LE2	Margem	20	-162	153	455
LE3	Margem	20	0	365	455
LI1	Treliçada 1D	0	0	365	455
LI2	Treliçada 1D	0	0	365	455
LI3	Treliçada 1D	0	0	365	455
LI4	Treliçada 1D	0	0	365	455
LI5	Treliçada 1D	0	0	365	455
LI6	Treliçada 1D	0	0	365	455

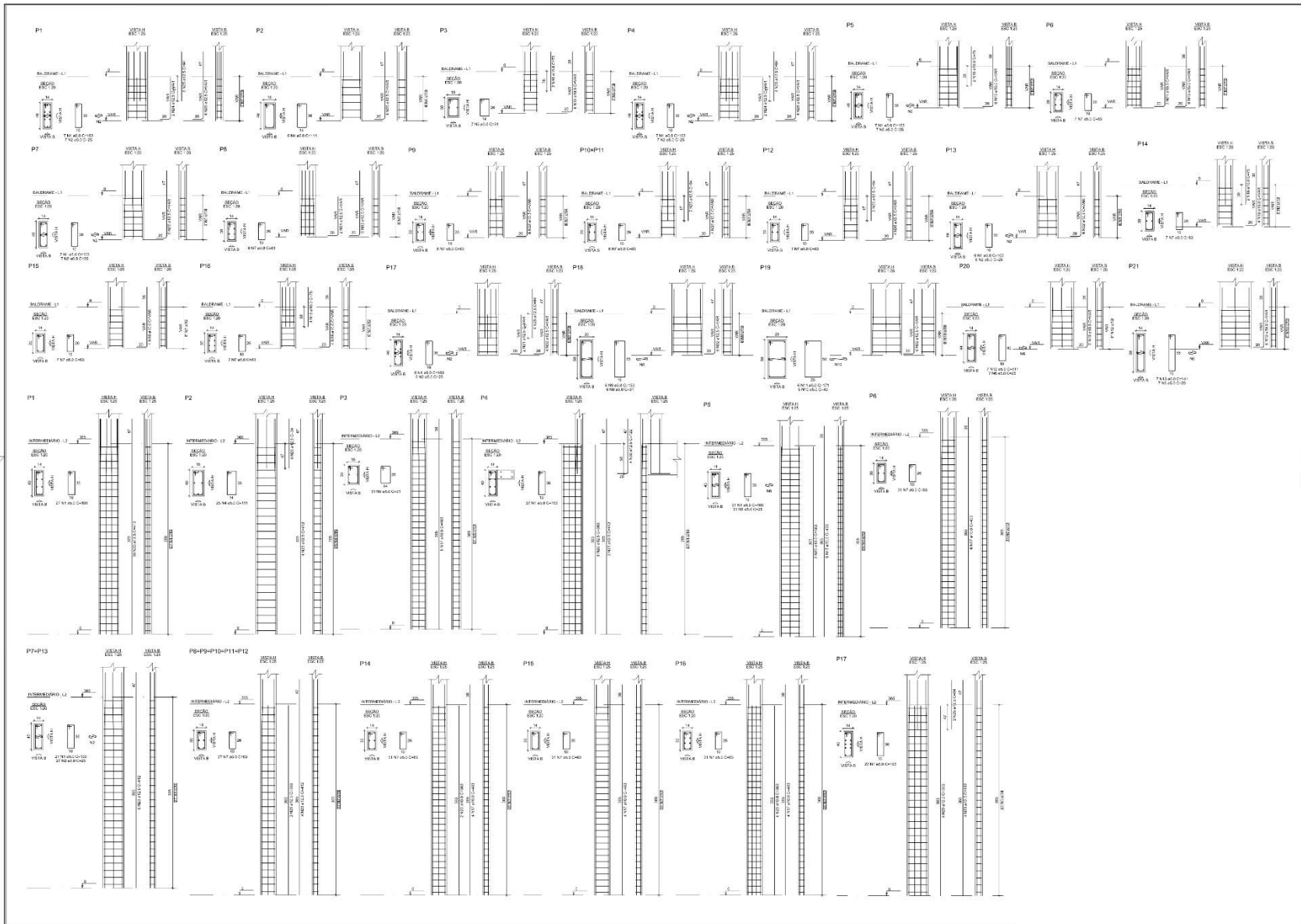
Área de lajes			
Tip	Área (m²)	Banco de Enchimento	Área (m²)
Margem	20	-	8,24
Treliçada 1D	20	EPS	100,02

Características dos materiais		
Rok (kg/cm²)	Ecs (kg/cm²)	Abatimento (cm)
250	241500	14,00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

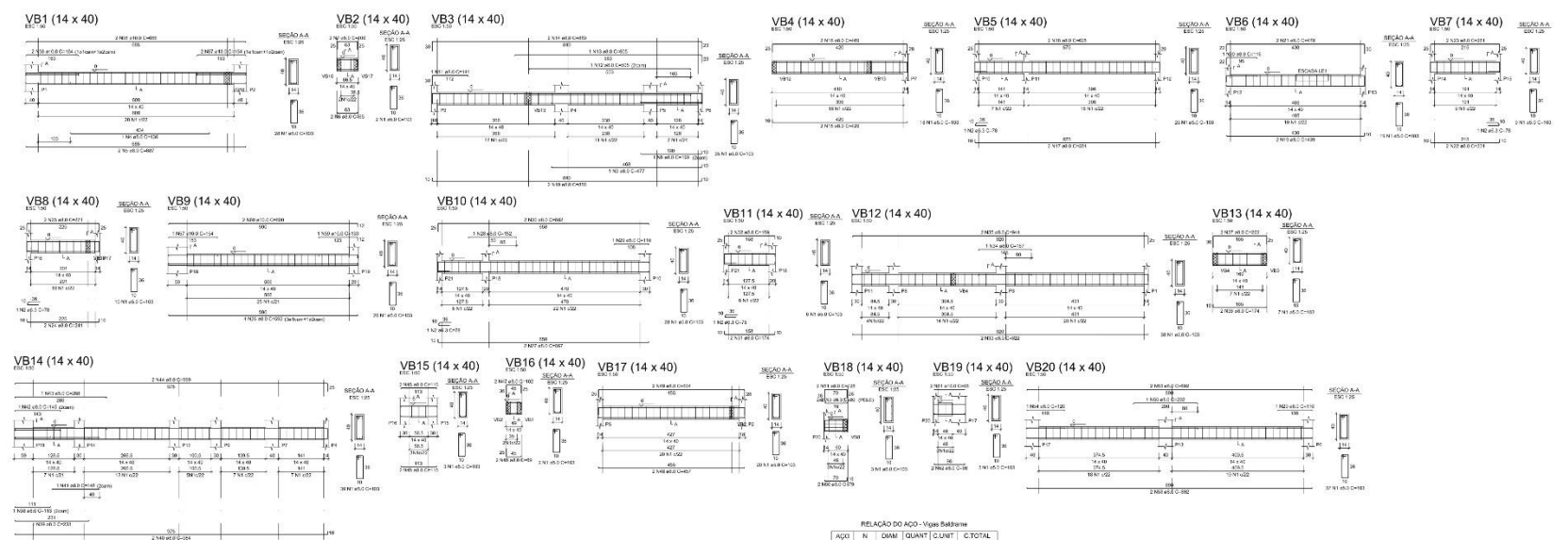
Legenda dos pilares	
	Pilar que passa
	Pilar com mudança de seção











RELAÇÃO DO AÇO - Vigas Balcões

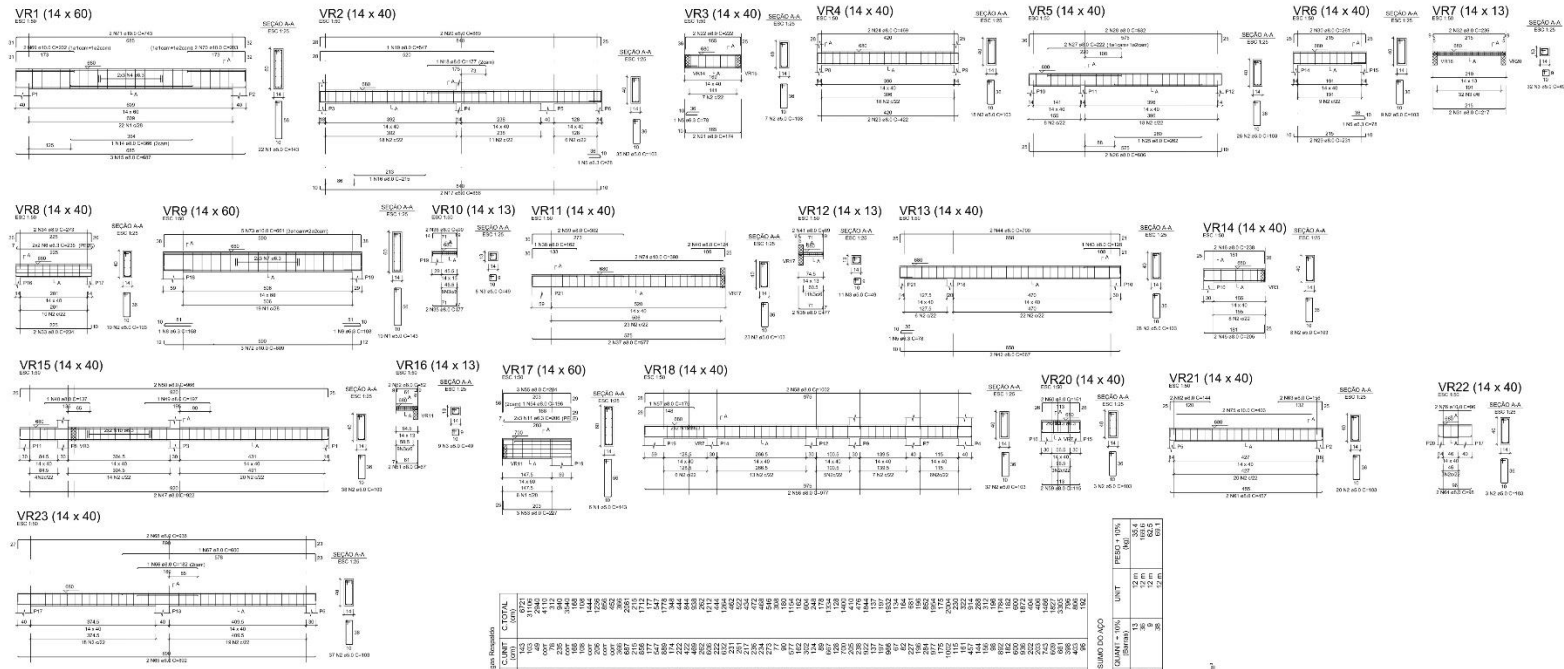
CASO	N	DIAM	QUANT	QUANT	C.TOTAL
		(mm)		(ton)	(ton)
1	2,0	357	153	30771	
2	0,2	5	78	390	
3	0,3	4	80	320	
4	0,3	3	425	1275	
5	0,3	2	105	315	
6	0,3	2	85	255	
7	0,3	2	105	315	
8	0,3	1	199	199	
9	0,3	1	677	677	
10	0,3	2	856	1712	
11	0,3	1	141	141	
12	0,3	1	805	805	
13	0,3	1	856	856	
14	0,3	1	889	889	
15	0,3	2	429	858	
16	0,3	2	429	858	
17	0,3	2	584	1168	
18	0,3	2	625	1250	
19	0,3	2	439	878	
20	0,3	1	136	136	
21	0,3	2	475	950	
22	0,3	2	231	462	
23	0,3	2	201	402	
24	0,3	1	241	241	
25	0,3	1	271	271	
26	0,3	4	592	2368	
27	0,3	2	657	1314	
28	0,3	1	152	152	
29	0,3	2	110	220	
30	0,3	2	882	1764	
31	0,3	2	189	378	
32	0,3	2	124	248	
33	0,3	1	822	822	
34	0,3	1	187	187	
35	0,3	2	844	1688	
36	0,3	2	138	276	
37	0,3	2	222	444	
38	0,3	1	113	113	
39	0,3	1	233	233	
40	0,3	2	984	1968	
41	0,3	1	148	148	
42	0,3	1	140	140	
43	0,3	1	286	286	
44	0,3	2	959	1918	
45	0,3	2	65	130	
46	0,3	2	69	138	
47	0,3	2	104	208	
48	0,3	2	457	914	
49	0,3	1	504	504	
50	0,3	2	76	152	
51	0,3	2	128	256	
52	0,3	2	86	172	
53	0,3	4	852	3408	
54	0,3	1	202	202	
55	0,3	1	152	152	
56	0,3	1	154	154	
57	10,3	3	154	462	
58	10,3	2	682	1364	
59	10,3	1	133	133	
60	10,3	2	600	1200	
61	10,3	2	86	172	

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM	C.TOTAL	QUANT + 10%	UNIT	PESO + 10%
	(mm)	(ton)	(ton)		(ton)
CASO	0,3	7,1	1	12 m	8,6
CASO	10,3	36,9	4	12 m	16,1
CASO	10,3	30,7	24	12 m	62,3
PRSD TOTAL					
PRSD					
CASO	10,3	166			
CASO	0,3	42,3			

Valor de correção (C-20) = 1,85 m³  
 Área de corte = 0,11 m²

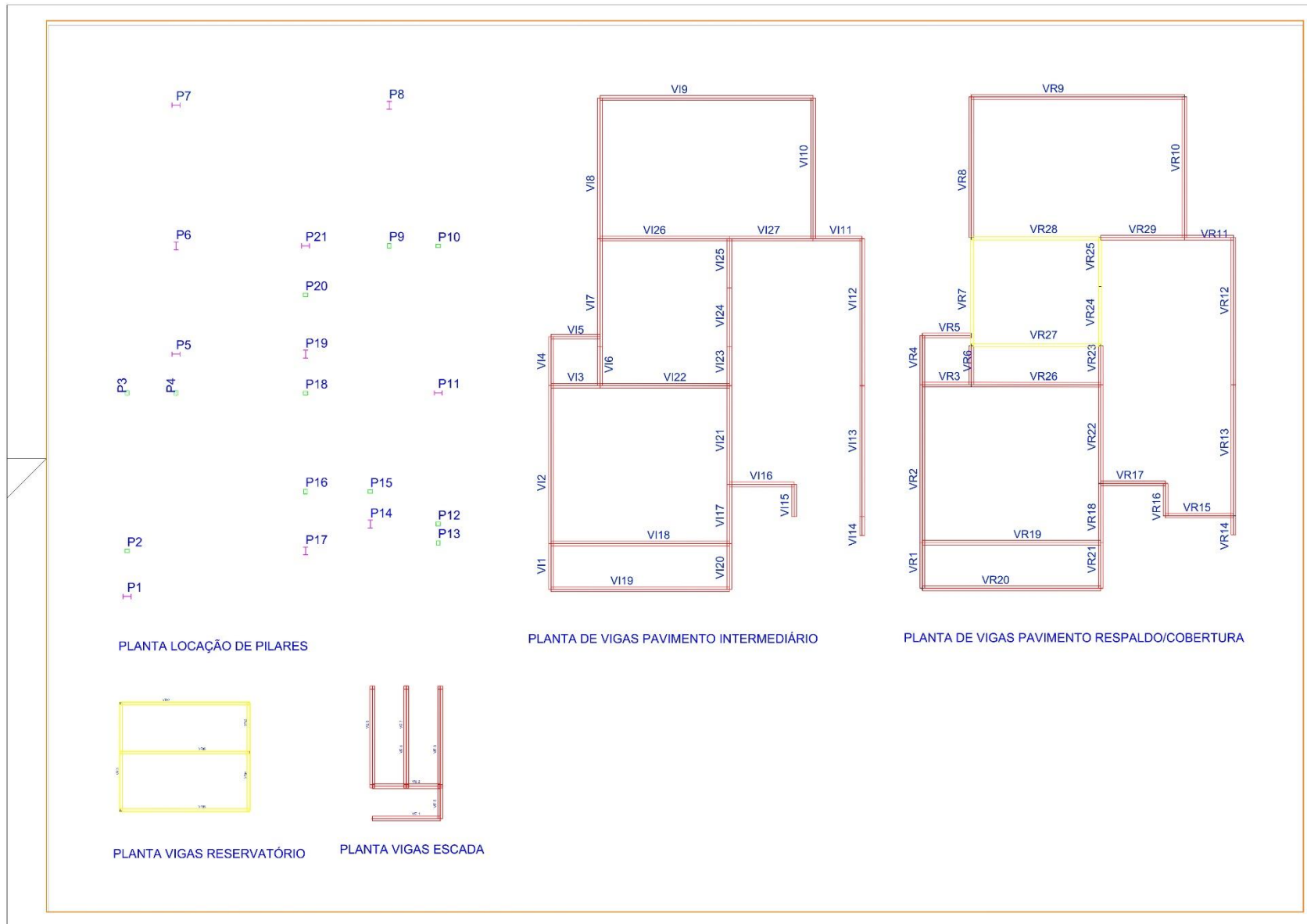


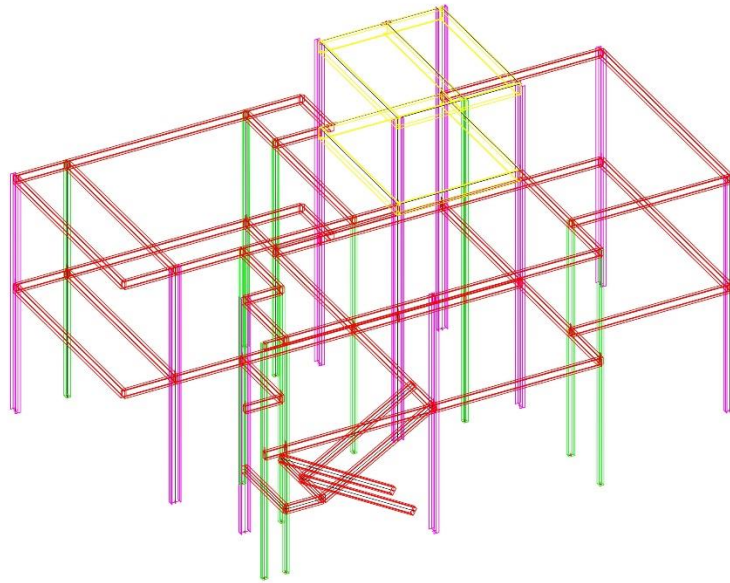


RELACÃO DO AÇO - Vigas Remanescentes

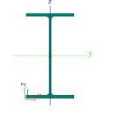
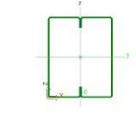
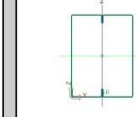
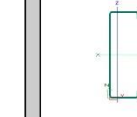
ACO	N	DIM	QUANT	C. TOTAL	QUANT	RESUM	UNIT	RESUM	UNIT
ACO 1	1	10	1	10	1	10	kg	10	kg
ACO 2	2	12	1	12	1	12	kg	12	kg
ACO 3	3	14	1	14	1	14	kg	14	kg
ACO 4	4	16	1	16	1	16	kg	16	kg
ACO 5	5	18	1	18	1	18	kg	18	kg
ACO 6	6	20	1	20	1	20	kg	20	kg
ACO 7	7	22	1	22	1	22	kg	22	kg
ACO 8	8	24	1	24	1	24	kg	24	kg
ACO 9	9	26	1	26	1	26	kg	26	kg
ACO 10	10	28	1	28	1	28	kg	28	kg
ACO 11	11	30	1	30	1	30	kg	30	kg
ACO 12	12	32	1	32	1	32	kg	32	kg
ACO 13	13	34	1	34	1	34	kg	34	kg
ACO 14	14	36	1	36	1	36	kg	36	kg
ACO 15	15	38	1	38	1	38	kg	38	kg
ACO 16	16	40	1	40	1	40	kg	40	kg
ACO 17	17	42	1	42	1	42	kg	42	kg
ACO 18	18	44	1	44	1	44	kg	44	kg
ACO 19	19	46	1	46	1	46	kg	46	kg
ACO 20	20	48	1	48	1	48	kg	48	kg
ACO 21	21	50	1	50	1	50	kg	50	kg
ACO 22	22	52	1	52	1	52	kg	52	kg
ACO 23	23	54	1	54	1	54	kg	54	kg
ACO 24	24	56	1	56	1	56	kg	56	kg
ACO 25	25	58	1	58	1	58	kg	58	kg
ACO 26	26	60	1	60	1	60	kg	60	kg
ACO 27	27	62	1	62	1	62	kg	62	kg
ACO 28	28	64	1	64	1	64	kg	64	kg
ACO 29	29	66	1	66	1	66	kg	66	kg
ACO 30	30	68	1	68	1	68	kg	68	kg
ACO 31	31	70	1	70	1	70	kg	70	kg
ACO 32	32	72	1	72	1	72	kg	72	kg
ACO 33	33	74	1	74	1	74	kg	74	kg
ACO 34	34	76	1	76	1	76	kg	76	kg
ACO 35	35	78	1	78	1	78	kg	78	kg
ACO 36	36	80	1	80	1	80	kg	80	kg
ACO 37	37	82	1	82	1	82	kg	82	kg
ACO 38	38	84	1	84	1	84	kg	84	kg
ACO 39	39	86	1	86	1	86	kg	86	kg
ACO 40	40	88	1	88	1	88	kg	88	kg
ACO 41	41	90	1	90	1	90	kg	90	kg
ACO 42	42	92	1	92	1	92	kg	92	kg
ACO 43	43	94	1	94	1	94	kg	94	kg
ACO 44	44	96	1	96	1	96	kg	96	kg
ACO 45	45	98	1	98	1	98	kg	98	kg
ACO 46	46	100	1	100	1	100	kg	100	kg
ACO 47	47	102	1	102	1	102	kg	102	kg
ACO 48	48	104	1	104	1	104	kg	104	kg
ACO 49	49	106	1	106	1	106	kg	106	kg
ACO 50	50	108	1	108	1	108	kg	108	kg
ACO 51	51	110	1	110	1	110	kg	110	kg
ACO 52	52	112	1	112	1	112	kg	112	kg
ACO 53	53	114	1	114	1	114	kg	114	kg
ACO 54	54	116	1	116	1	116	kg	116	kg
ACO 55	55	118	1	118	1	118	kg	118	kg
ACO 56	56	120	1	120	1	120	kg	120	kg
ACO 57	57	122	1	122	1	122	kg	122	kg
ACO 58	58	124	1	124	1	124	kg	124	kg
ACO 59	59	126	1	126	1	126	kg	126	kg
ACO 60	60	128	1	128	1	128	kg	128	kg
ACO 61	61	130	1	130	1	130	kg	130	kg
ACO 62	62	132	1	132	1	132	kg	132	kg
ACO 63	63	134	1	134	1	134	kg	134	kg
ACO 64	64	136	1	136	1	136	kg	136	kg
ACO 65	65	138	1	138	1	138	kg	138	kg
ACO 66	66	140	1	140	1	140	kg	140	kg
ACO 67	67	142	1	142	1	142	kg	142	kg
ACO 68	68	144	1	144	1	144	kg	144	kg
ACO 69	69	146	1	146	1	146	kg	146	kg
ACO 70	70	148	1	148	1	148	kg	148	kg
ACO 71	71	150	1	150	1	150	kg	150	kg
ACO 72	72	152	1	152	1	152	kg	152	kg
ACO 73	73	154	1	154	1	154	kg	154	kg
ACO 74	74	156	1	156	1	156	kg	156	kg
ACO 75	75	158	1	158	1	158	kg	158	kg
ACO 76	76	160	1	160	1	160	kg	160	kg
ACO 77	77	162	1	162	1	162	kg	162	kg
ACO 78	78	164	1	164	1	164	kg	164	kg
ACO 79	79	166	1	166	1	166	kg	166	kg
ACO 80	80	168	1	168	1	168	kg	168	kg
ACO 81	81	170	1	170	1	170	kg	170	kg
ACO 82	82	172	1	172	1	172	kg	172	kg
ACO 83	83	174	1	174	1	174	kg	174	kg
ACO 84	84	176	1	176	1	176	kg	176	kg
ACO 85	85	178	1	178	1	178	kg	178	kg
ACO 86	86	180	1	180	1	180	kg	180	kg
ACO 87	87	182	1	182	1	182	kg	182	kg
ACO 88	88	184	1	184	1	184	kg	184	kg
ACO 89	89	186	1	186	1	186	kg	186	kg
ACO 90	90	188	1	188	1	188	kg	188	kg
ACO 91	91	190	1	190	1	190	kg	190	kg
ACO 92	92	192	1	192	1	192	kg	192	kg
ACO 93	93	194	1	194	1	194	kg	194	kg
ACO 94	94	196	1	196	1	196	kg	196	kg
ACO 95	95	198	1	198	1	198	kg	198	kg
ACO 96	96	200	1	200	1	200	kg	200	kg
ACO 97	97	202	1	202	1	202	kg	202	kg
ACO 98	98	204	1	204	1	204	kg	204	kg
ACO 99	99	206	1	206	1	206	kg	206	kg
ACO 100	100	208	1	208	1	208	kg	208	kg
ACO 101	101	210	1	210	1	210	kg	210	kg
ACO 102	102	212	1	212	1	212	kg	212	kg
ACO 103	103	214	1	214	1	214	kg	214	kg
ACO 104	104	216	1	216	1	216	kg	216	kg
ACO 105	105	218	1	218	1	218	kg	218	kg
ACO 106	106	220	1	220	1	220	kg	220	kg
ACO 107	107	222	1	222	1	222	kg	222	kg
ACO 108	108	224	1	224	1	224	kg	224	kg
ACO 109	109	226	1	226	1	226	kg	226	kg
ACO 110	110	228	1	228	1	228	kg	228	kg
ACO 111	111	230	1	230	1	230	kg	230	kg
ACO 112	112	232	1	232	1	232	kg	232	kg
ACO 113	113	234	1	234	1	234	kg	234	kg
ACO 114	114	236	1	236	1	236	kg	236	kg
ACO 115	115	238	1	238	1	238	kg	238	kg
ACO 116	116	240	1	240	1	240	kg	240	kg
ACO 117	117	242	1	242	1	242	kg	242	kg
ACO 118	118	244	1	244	1	244	kg	244	kg
ACO 119	119	246	1	246	1	246	kg	246	kg
ACO 120	120	248	1	248	1	248	kg	248	kg
ACO 121	121	250	1	250	1	250	kg	250	kg
ACO 122	122	252	1	252	1	252	kg	252	kg
ACO 123	123	254	1	254	1	254	kg	254	kg
ACO 124	124	256	1	256	1	256	kg	256	kg
ACO 125	125	258	1	258	1	258	kg	258	kg
ACO 126	126	260	1	260	1	260	kg	260	kg
ACO 127	127	262	1	262	1	262	kg	262	kg
ACO 128	128	264	1	264	1	264	kg	264	kg
ACO 129	129	266	1	266	1	266	kg	266	kg
ACO 130	130	268	1	268	1	268	kg	268	kg
ACO 131	131	270	1	270	1	270	kg	270	kg
ACO 132	132	272	1	272	1	272	kg	272	kg
ACO 133	133	274	1	274	1	274	kg	274	kg
ACO 134	134	276	1	276	1	276	kg	276	kg
ACO 135	135	278	1	278	1	278	kg	278	kg
ACO 136	136	280	1	280	1	280	kg	280	kg
ACO 137	137	282	1	282	1	282	kg	282	kg
ACO 138	138	284	1	284	1	284	kg	284	kg
ACO 139	139	286	1	286	1	286	kg	286	kg
ACO 140	140	288	1	288	1	288	kg	288	kg
ACO 141	141	290	1	290	1	290	kg	290	kg
ACO 142	142	292	1	292	1	292	kg	292	kg
ACO 143	143	294	1	294	1	294	kg	294	kg
ACO 144	144	296	1	296	1	296	kg	296	kg
ACO 145	145	298	1	298	1	298	kg	298	kg
ACO 146	146	300	1	300	1	300	kg	300	kg
ACO 147	147	302	1	302	1	302	kg	302	kg
ACO 148	148	304	1	304	1	304	kg	304	kg
ACO 149	149	306	1	306	1	306	kg	306	kg
ACO 150	150	308	1	308	1	308	kg	308	kg
ACO 151	151	310	1	310	1	310	kg	310	kg
ACO 152	152	312	1	312	1	312	kg	312	kg
ACO 153	153	314	1	314	1	314	kg	314	kg
ACO 154	154	316	1	316	1	316	kg	316	kg
ACO 155	155	318	1	318	1	318	kg	318	kg
ACO 156	156	320	1	320	1	320	kg	320	kg
ACO 157	157	322	1	322	1	322	kg	322	kg
ACO 158	158	324	1	324	1	324	kg	324	kg
ACO 159	159								

### ANEXO 3 – Representação do projeto estrutural em estrutura metálica





PERSPECTIVA ESTRUTURA

RELAÇÃO DE PERFIS UTILIZADOS			
Perfil de pilar em cor magenta	Perfil de pilar em cor verde	Perfil de viga em cor vermelha	Perfil de viga em cor amarela
W250x32,7	Perfil caixa - Duplo Ue 150x60x20 #2,25	Perfil caixa - Duplo Ue 200x75x20 #2,00	Perfil Ue 300x100x25 #4,75
			

Seção Transversal	Massa [kg]	Metragem linear	Identificador
W250x32,7	2575,3 kg	78,8 m	
Perfil caixa - Duplo Ue 150x60x20 #2,25	805,8 kg	77,3 m	
Perfil caixa - Duplo Ue 200x75x20 #2,00	2042,2 kg	172,6 m	
Perfil Ue 300x100x25 #4,75	661,5 kg	34,2 m	
<b>Total</b>	<b>6084,8 kg</b>	<b>362,9 m</b>	-

## ANEXO 4 – Representação do orçamento de concreto armado

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRES.	ABC
<b>01</b>			<b>FUNDAÇÃO</b>				<b>20.848,08</b>		<b>27.142,12</b>	<b>11,15%</b>	
01.01			ESTACAS								
01.01.01	SINAPI	100897	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_01/2020	M	90,00	133,46	12.011,40	3.626,24	15.637,64	6,42%	C
01.01.02	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	24,05	18,55	446,13	134,69	580,82	0,24%	C
01.01.03	SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	111,00	14,85	1.648,35	497,64	2.145,99	0,88%	C
01.02			BLOCOS DE COROAMENTO								
01.02.01	GOINFRA	50902	APILOAMENTO (BLOCOS/SAPATAS)	m2	7,50	4,25	31,88	9,62	41,50	0,02%	C
01.02.02	GOINFRA	60470	LASTRO DE BRITA - (OBRAS CIVIS)	m3	7,50	167,44	1.255,80	379,13	1.634,93	0,67%	C
01.02.03	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	4,87	490,40	2.388,25	721,01	3.109,26	1,28%	C
01.02.04	GOINFRA	51026	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO DE CONCRETO EM FUNDAÇÃO- (O.C.)	m3	4,87	32,28	157,20	47,46	204,66	0,08%	C
01.02.05	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	5,30	18,55	98,32	29,68	128,00	0,05%	C
01.02.06	SINAPI	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	8,70	17,59	153,03	46,20	199,23	0,08%	C
01.02.07	SINAPI	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	98,80	16,54	1.634,15	493,35	2.127,50	0,87%	C
01.02.08	SINAPI	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	81,30	12,59	1.023,57	309,02	1.332,59	0,55%	C
<b>02</b>			<b>VIGAS BALDRAME</b>				<b>12.107,77</b>		<b>15.763,10</b>	<b>6,47%</b>	
02.01	GOINFRA	50902	APILOAMENTO (BLOCOS/SAPATAS)	m2	4,19	4,25	17,81	5,38	23,19	0,01%	C
02.02	GOINFRA	60470	LASTRO DE BRITA - (OBRAS CIVIS)	m3	0,20	167,44	33,49	10,11	43,60	0,02%	C
02.03	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	40,26	127,92	5.150,06	1.554,80	6.704,86	2,75%	A
02.04	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	4,85	490,40	2.378,44	718,05	3.096,49	1,27%	C
02.05	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	4,85	38,61	187,26	56,53	243,79	0,10%	C
02.06	SINAPI	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	1,90	17,59	33,42	10,09	43,51	0,02%	C
02.07	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	62,30	18,55	1.155,67	348,90	1.504,57	0,62%	C
02.08	SINAPI	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	168,10	16,54	2.780,37	839,39	3.619,76	1,49%	C

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRS.	ABC
02.09	SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	25,00	14,85	371,25	112,08	483,33	0,20%	C
<b>03</b>			<b>PILARES</b>				<b>34.532,45</b>		<b>44.957,79</b>	<b>18,46%</b>	
03.01	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	91,65	127,92	11.723,87	3.539,44	15.263,31	6,27%	A
03.02	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	10,32	490,40	5.060,93	1.527,89	6.588,82	2,71%	C
03.03	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	10,32	38,61	398,46	120,30	518,76	0,21%	C
03.04	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	257,80	15,54	4.006,21	1.209,47	5.215,68	2,14%	C
03.05	SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	273,90	13,30	3.642,87	1.099,78	4.742,65	1,95%	C
03.06	SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	856,90	11,32	9.700,11	2.928,46	12.628,57	5,19%	C
<b>04</b>			<b>VIGAS SUPERIORES</b>				<b>33.030,49</b>		<b>43.002,40</b>	<b>17,66%</b>	
<b>04.01</b>			<b>VIGAS INTERMEDIÁRIO</b>								
04.01.01	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	6,09	490,40	2.986,54	901,64	3.888,18	1,60%	C
04.01.02	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	40,23	127,92	5.146,22	1.553,64	6.699,86	2,75%	A
04.01.03	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	6,09	38,61	235,13	70,99	306,12	0,13%	C
04.01.04	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	73,40	15,54	1.140,64	344,36	1.485,00	0,61%	C
04.01.05	SINAPI	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	59,50	15,23	906,19	273,58	1.179,77	0,48%	C
04.01.06	SINAPI	104109	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EMBUTIDA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	134,30	17,48	2.347,56	708,73	3.056,29	1,26%	C
04.01.07	SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	81,00	13,30	1.077,30	325,24	1.402,54	0,58%	C
04.01.08	SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	138,50	11,32	1.567,82	473,32	2.041,14	0,84%	C
<b>04.02</b>			<b>VIGAS RESPALDO</b>								

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRS.	ABC
04.02.01	SINAPI	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	M3	5,45	485,52	2.646,08	798,85	3.444,93	1,41%	C
04.02.02	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	5,45	38,61	210,42	63,53	273,95	0,11%	C
04.02.03	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	45,44	127,92	5.812,68	1.754,85	7.567,53	3,11%	A
04.02.04	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	69,10	15,54	1.073,81	324,18	1.397,99	0,57%	C
04.02.05	SINAPI	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	35,40	15,23	539,14	162,77	701,91	0,29%	C
04.02.06	SINAPI	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	169,60	14,68	2.489,73	751,65	3.241,38	1,33%	C
04.02.07	SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	62,50	13,30	831,25	250,95	1.082,20	0,44%	C
<b>04.03</b>			<b>VIGAS RESERVATÓRIO</b>								
04.01.01	SINAPI	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	M3	1,68	485,52	815,67	246,25	1.061,92	0,44%	C
04.01.02	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	14,10	127,92	1.803,67	544,53	2.348,20	0,96%	A
04.01.03	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	1,68	38,61	64,86	19,58	84,44	0,03%	C
04.01.04	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	21,00	15,54	326,34	98,52	424,86	0,17%	C
04.01.05	SINAPI	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	0,40	15,23	6,09	1,84	7,93	0,00%	C
04.01.06	SINAPI	104109	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EMBUTIDA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	57,40	17,48	1.003,35	302,91	1.306,26	0,54%	C
<b>05</b>			<b>ESCADA</b>				<b>8.335,03</b>		<b>10.851,38</b>	<b>4,46%</b>	
05.01	SINAPI	102078	ESCADA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO, FCK 20 MPA, COM 2 LANCES EM "U" E LAJE CASCATÁ, FÔRMA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. AF_11/2020	M3	1,68	4.961,33	8.335,03	2.516,35	10.851,38	4,46%	C
<b>06</b>			<b>LAJES</b>				<b>40.568,16</b>		<b>52.815,69</b>	<b>21,69%</b>	
06.01	SINAPI	101963	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA PISO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+4). AF_11/2020	M2	106,89	184,09	19.677,38	5.940,60	25.617,98	10,52%	A



ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRES.	ABC
06.01	SINAPI	101964	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3). AF_11/2020	M2	122,34	170,76	20.890,78	6.306,93	27.197,71	11,17%	A
07.02	GOINFRA	250101	ENGENHEIRO - (OBRAS CIVIS)	H	300,00	71,05	21.315,00	6.435,00	27.750,00	11,40%	A
<b>CUSTO TOTAL DA OBRA:</b>							<b>187.048,98</b>	<b>56.470,09</b>	<b>243.519,07</b>	<b>100,00%</b>	

## ANEXO 5 – Representação do orçamento da estrutura metálica

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRES.	ABC
<b>01</b>			<b>FUNDAÇÃO</b>				<b>20.848,08</b>		<b>27.142,12</b>	<b>9,41%</b>	
01.01			ESTACAS								
01.01.01	SINAPI	100897	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_01/2020	M	90,00	133,46	12.011,40	3.626,24	15.637,64	5,42%	C
01.01.02	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	24,05	18,55	446,13	134,69	580,82	0,20%	C
01.01.03	SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	111,00	14,85	1.648,35	497,64	2.145,99	0,74%	C
01.02			BLOCOS DE COROAMENTO								
01.02.01	GOINFRA	50902	APILOAMENTO (BLOCOS/SAPATAS)	m2	7,50	4,25	31,88	9,62	41,50	0,01%	C
01.02.02	GOINFRA	60470	LASTRO DE BRITA - (OBRAS CIVIS)	m3	7,50	167,44	1.255,80	379,13	1.634,93	0,57%	C
01.02.03	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	4,87	490,40	2.388,25	721,01	3.109,26	1,08%	C
01.02.04	GOINFRA	51026	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO DE CONCRETO EM FUNDAÇÃO- (O.C.)	m3	4,87	32,28	157,20	47,46	204,66	0,07%	C
01.02.05	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	5,30	18,55	98,32	29,68	128,00	0,04%	C
01.02.06	SINAPI	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	8,70	17,59	153,03	46,20	199,23	0,07%	C
01.02.07	SINAPI	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	98,80	16,54	1.634,15	493,35	2.127,50	0,74%	C
01.02.08	SINAPI	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	81,30	12,59	1.023,57	309,02	1.332,59	0,46%	C
<b>02</b>			<b>VIGAS BALDRAME</b>				<b>12.107,77</b>		<b>15.763,10</b>	<b>5,47%</b>	
02.01	GOINFRA	50902	APILOAMENTO (BLOCOS/SAPATAS)	m2	4,19	4,25	17,81	5,38	23,19	0,01%	C
02.02	GOINFRA	60470	LASTRO DE BRITA - (OBRAS CIVIS)	m3	0,20	167,44	33,49	10,11	43,60	0,02%	C
02.03	GOINFRA	60202	FORMA-TABUA C/REAPROV. 2 VEZES - (OBRAS CIVIS)	m2	40,26	127,92	5.150,06	1.554,80	6.704,86	2,33%	C
02.04	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	4,85	490,40	2.378,44	718,05	3.096,49	1,07%	C
02.05	GOINFRA	60801	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	4,85	38,61	187,26	56,53	243,79	0,08%	C
02.06	SINAPI	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	1,90	17,59	33,42	10,09	43,51	0,02%	C
02.07	SINAPI	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	62,30	18,55	1.155,67	348,90	1.504,57	0,52%	C
02.08	SINAPI	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	168,10	16,54	2.780,37	839,39	3.619,76	1,26%	C
02.09	SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	25,00	14,85	371,25	112,08	483,33	0,17%	C
<b>03</b>			<b>PILARES</b>				<b>80.393,01</b>		<b>104.663,66</b>	<b>36,29%</b>	

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UND	QTD	VLR UNIT	TOTAL (S/ BDI)	VLR BDI	TOTAL (C/ BDI)	REPRES.	ABC
03.01	SINAPI	100766	PILAR METÁLICO PERFIL LAMINADO OU SOLDADO EM AÇO ESTRUTURAL, COM CONEXÕES SOLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO GUINDASTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020_P	KG	3.381,10	17,10	57.816,81	17.454,89	75.271,70	26,10%	C
<b>04</b>			<b>VIGAS</b>				<b>46.638,83</b>		<b>60.719,09</b>	<b>21,06%</b>	
04.01	SINAPI	100764	VIGA METÁLICA EM PERFIL LAMINADO OU SOLDADO EM AÇO ESTRUTURAL, COM CONEXÕES SOLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO GUINDASTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020_P	KG	2.703,70	17,25	46.638,83	14.080,26	60.719,09	21,06%	A
<b>05</b>			<b>ESCADA</b>				<b>20.944,95</b>		<b>27.268,23</b>	<b>9,46%</b>	
05.01	SINAPI	100764	VIGA METÁLICA EM PERFIL LAMINADO OU SOLDADO EM AÇO ESTRUTURAL, COM CONEXÕES SOLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO GUINDASTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020_P	KG	1.214,20	17,25	20.944,95	6.323,28	27.268,23	9,46%	A
<b>06</b>			<b>LAJES</b>				<b>40.568,16</b>		<b>52.815,69</b>	<b>18,32%</b>	
06.01	SINAPI	101963	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA PISO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+4). AF_11/2020	M2	106,89	184,09	19.677,38	5.940,60	25.617,98	8,88%	C
06.01	SINAPI	101964	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3). AF_11/2020	M2	122,34	170,76	20.890,78	6.306,93	27.197,71	9,43%	C
<b>07</b>			<b>MÃO DE OBRA</b>								
03.01	GOINFRA	250103	ENCARREGADO - (OBRAS CIVIS)	H	480,00	20,39	9.787,20	2.954,76	12.741,96	4,42%	C
03.02	GOINFRA	250101	ENGENHEIRO - (OBRAS CIVIS)	H	180,00	71,05	12.789,00	3.861,00	16.650,00	5,77%	C
<b>CUSTO TOTAL DA OBRA:</b>							<b>221.500,80</b>	<b>66.871,09</b>	<b>288.371,89</b>	<b>100,00%</b>	