



## **ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO E TEMPO DE EXECUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA UNIFAMILIAR UTILIZANDO OS MÉTODOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO**

Nome(s) do(s) autor(es)

Elder Luis da Silva

Renan Tizon Bernert

Luan Elias do Nascimento – Co-autor

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre os métodos de alvenaria estrutural e concreto armado, visando analisar seus custos e tempos de execução em uma edificação térrea unifamiliar. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa detalhada sobre os princípios e características de cada método construtivo destacando suas vantagens e desvantagens. Em seguida, foi utilizado um projeto em alvenaria estrutural, o qual foi cedido por uma construtora com canteiro de obra em execução na cidade de Ponta Grossa e redimensionado para concreto armado, considerando os cálculos de esforços estruturais necessários. A partir desses projetos, um estudo minucioso de custos foi conduzido levando em conta todos os materiais, mão de obra e outros recursos necessários para a execução de cada modelo. Além disso, o tempo estimado para a conclusão de cada edificação também foi analisado considerando fatores como agilidade na execução e disponibilidade de materiais. Dessa forma, o objetivo final é determinar qual dos métodos oferece a melhor relação custo-benefício para a construção da edificação em questão. Os resultados obtidos são fundamentais para auxiliar profissionais da construção civil e proprietários de imóveis na tomada de decisão sobre o método construtivo mais adequado para suas necessidades, considerando não apenas aspectos econômicos, mas também de desempenho e eficiência construtiva.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural. Comparativo de Custos. Tempo de Execução.

### **COMPARATIVE STUDY OF COST AND EXECUTION TIME OF A SINGLEFAMILY RESIDENTIAL BUILDING USING STRUCTURAL MASONRY AND REINFORCED CONCRETE METHODS**

### **ABSTRACT**

A This study presents a comparative analysis between structural masonry and reinforced concrete methods, aiming to assess their costs and execution times in a single-story residential building. Initially, a detailed research was conducted on the principles and characteristics of each



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

construction method, highlighting their advantages and disadvantages. Subsequently, a structural masonry project, provided by a construction company with an active worksite in the city of Ponta Grossa, was redesigned for reinforced concrete, taking into account the necessary structural load calculations. Based on these projects, a thorough cost study was carried out, considering all materials, labor, and other resources required for the execution of each model. Additionally, the estimated completion time for each building was analyzed, considering factors such as execution speed and material availability. The main objective is to determine which method offers the best cost-benefit ratio for the construction of the building in question. The results obtained are crucial in assisting construction professionals and property owners in making informed decisions about the most suitable construction method for their needs, considering not only economic aspects but also performance and construction efficiency.

**Keywords:** Cost Comparison. Execution Time. Structural Masonry.

## 1 INTRODUÇÃO

A grande fase em que a indústria da construção civil encontra atualmente e a crescente demanda por obras residenciais e comerciais estimularam o interesse e a pesquisa por outras metodologias aplicadas aos sistemas construtivos que possam substituir a tradicional estrutura em concreto armado (BECKENKAMP, 2013).

As pesquisas e análises desenvolvidas têm como meta apresentar uma metodologia executiva que contribua com o mercado no que diz respeito a redução de custos aliado ao desempenho, visando diminuir o tempo de execução bem como aplicar o método construtivo ideal ao tipo e porte de cada construção (FRANCO, 2009).

Segundo Junges e Nunes (2017), o aperfeiçoamento dos novos processos construtivos está diretamente ligado à qualidade da etapa de desenvolvimento dos projetos de uma edificação. O projeto estrutural se destaca por representar um percentual entre 15% e 25% do custo total da obra. Sendo assim, a escolha do método construtivo adequado é essencial nesta etapa para uma possível economia no custo total da obra.

A escolha de um sistema construtivo, na maioria das vezes, depende das imposições arquitetônicas únicas de cada projeto bem como a sua funcionalidade, infraestrutura construtiva, pré-dimensionamento dos esforços que irão atuar na estrutura e o custo de execução buscando o limite entre economia e segurança para a edificação (ALBUQUERQUE, 1999).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Diante disso, na etapa de execução da estrutura de obras residenciais de pequeno e médio porte, a alvenaria estrutural de bloco cerâmico vem sendo um método construtivo alternativo à tradicional execução em concreto armado (BERCKENKAMP, 2013).

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo onde seu arranjo estrutural é dado pelo conjunto de blocos cerâmicos estruturais sobrepostos unidos em sua interface, por uma argamassa ou grautes devidamente apropriadas, formando um elemento vertical unido que absorve e distribui seus esforços uniformemente para a fundação, apresentando algumas vantagens se comparado ao concreto armado, tais como a agilidade na execução, redução no consumo de aço, formas e concreto, além de um menor volume de resíduos gerado, o que impacta diretamente na diminuição de desperdício e no custo total da edificação. Porém, a viabilidade econômica desse método está diretamente ligada ao porte da edificação, bem como à magnitude do vento que age sobre a estrutura.

A alvenaria estrutural de bloco cerâmico é indicada para edifícios de até 12 pavimentos com vãos de no máximo cinco metros, considerados de médio porte (PARSEKIAN E SOARES, 2011). Para edifícios de grande porte, ou seja, acima de 12 pavimentos e com grandes vãos, ainda é tecnicamente possível utilizar a alvenaria estrutural em sua execução, porém, o custo seria impactado pelo alto consumo de graute e aço presente para reforço levando em consideração os esforços atuantes, assim, o aspecto financeiro fica comprometido pelo alto consumo desses materiais de reforço no método construtivo, inviabilizando sua utilização.

Já no concreto armado, considera-se um sistema construtivo mais tradicional e habitual em grande parte do setor da construção civil. De acordo com Clímaco (2008), o concreto é o segundo material mais utilizado pelo homem, ficando atrás somente da água. Os primeiros registros existentes apontam que o concreto já era utilizado nos tempos do Império Egípcio, porém, em uma forma ainda rústica em comparação aos dias atuais devido a falta de tecnologia e conhecimento.

Dentre esses dois métodos, no Brasil o concreto armado é a opção mais frequente nas obras, no entanto, a alvenaria estrutural busca constantemente seu espaço no setor, uma vez que esse sistema apresenta uma redução de até 40% no tempo de execução da obra e de 30% no custo total em comparação à estrutura convencional em concreto armado (FRANCISCO, 2002).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Dessa forma, esse estudo desenvolveu uma análise comparativa de custos de uma residência unifamiliar térrea que, a priori, foi dimensionada para ser executada em alvenaria estrutural e em um segundo caso utilizando o software Eberick versão Premium 2023. Essa mesma edificação foi dimensionada para o método executivo em concreto armado, possibilitando a coleta do quantitativo de materiais para a sua execução.

Diante disso, os quantitativos de materiais foram levantados para os dois métodos construtivos apresentando o custo dos elementos que compõem as etapas executivas desde a fundação, superestrutura e etapa de acabamento presente nos dois casos a serem analisados. Em face do exposto, fez-se uma comparação do custo total e tempo de execução entre os métodos executivos com o intuito de analisar resultados que apresentaram uma maior discrepância.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 ORÇAMENTAÇÃO

O A elaboração do orçamento envolve várias etapas, incluindo a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de uma ampla gama de itens de diferentes etapas de uma obra, exigindo atenção e habilidade técnica. Como o orçamento é preparado antes da construção do projeto, é essencial realizar um estudo detalhado para evitar lacunas na composição dos custos e considerações inadequadas (MATTOS, 2006).

Investir em um orçamento bem elaborado pode tornar a obra mais lucrativa, uma vez que reduz desvios e imprevistos. Com um orçamento bem detalhado e com base nas estimativas contidas no documento, é possível fazer pedidos antecipados dos materiais necessários para a execução das atividades. Ao realizar o processo de orçamentação, é fundamental considerar ferramentas como o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), que oferece referências atualizadas de custos de materiais e serviços.

A utilização dessa fonte confiável de dados contribui para uma estimativa mais precisa e consistente, auxiliando na elaboração de orçamentos mais eficientes e na redução de possíveis imprevistos durante a execução da obra. Nessa etapa, utilizou-se uma



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

ferramenta desenvolvida pela empresa Softplan, chamada E-custos, que é um *software* voltado para a gestão, otimizando a elaboração do desenvolvimento de orçamentos, tendo em sua base de dados a possibilidade de consultar a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) atualizado para o ano vigente.

#### 2.2 PLANEJAMENTO COM O MS PROJECT

Segundo Matias Neto (2017), na etapa de planejamento é necessário trabalhar com uma grande quantidade de informações que precisam ser analisadas e organizadas antes de estarem prontas para uso. Com a ajuda de *softwares* especializados em gestão de projetos, é possível tornar esse desenvolvimento mais eficiente, permitindo um uso mais claro e estratégico dos recursos disponíveis.

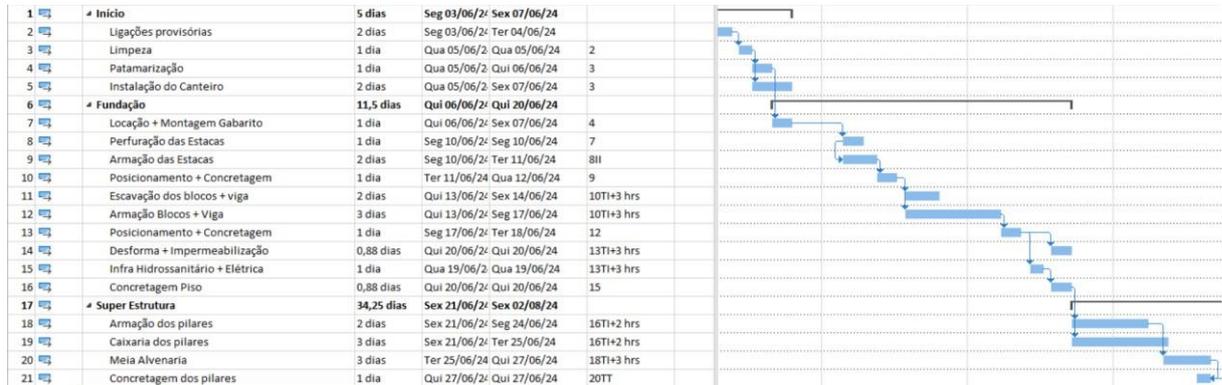
O MS Project é uma das ferramentas de gestão mais utilizadas para controlar e organizar todas as informações necessárias que são essenciais para o desenvolvimento de um planejamento. De acordo com Franck (2007), o MS Project é um *software* desenvolvido pela *Microsoft* focado para o setor de gerenciamento de projetos. Essa ferramenta possibilita o gerenciamento de projetos que permite maior controle das etapas fazendo uso de técnicas que auxiliam as equipes de comando a alcançarem as metas e a cumprirem prazos a fim de não extrapolar o custo que lhe é estipulado, aumentando, assim, o desempenho.

De acordo com Lopez (2008), o gráfico de Gantt é a principal ferramenta de visualização no Microsoft Project, possibilitando uma análise geral do projeto com informações textuais e barras que ilustram as atividades ao longo do tempo. Ele permite a criação e edição de tarefas, definição de durações de cada tarefa, atribuição de recursos, controle de progresso e ajuste de informações e unidade durante o cronograma. A figura 1 mostra a interface do MS Project e como apresenta o gráfico de Gantt.



## III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

**Figura 1 - Interface MS Project**



Fonte: Os autores (2024).

### 2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO

O sistema construtivo baseado em alvenaria estrutural é composto pelos seguintes componentes: o bloco cerâmico estrutural, argamassa, grautes, vergas, contravergas e cintas de respaldo, no qual são responsáveis por absorver todas as ações atuantes verticais e horizontais, já que não possuem vigas (ações atuantes horizontais) e pilares (ações atuantes horizontais), como mostrado na figura 2. Nesse estilo de sistema construtivo, toda a segurança estrutural se dá pela rigidez da edificação devido as amarrações das paredes estruturais (GIHAD MOHAMED, 2015, p.54).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

**Figura 2** - Alvenaria estrutural completa



Fonte: Os autores (2024).

Dessa forma, para conseguir executar um projeto com base na alvenaria estrutural, é necessário um estudo preliminar a partir do solo até o modelo de modulação, tipologia e posição correta de cada bloco, escolha da laje, compatibilização das instalações elétricas e hidráulicas, especificações dos acabamentos e esquadrias e, principalmente, um controle rígido da qualidade dos materiais, já que eles realizam todo o esforço para garantir a estabilidade da construção.

Segundo Mohamed (2015), é crucial estabelecer diretrizes técnicas para a execução dos projetos, garantindo a qualidade final da edificação e a eficiência dos recursos empregados. Encontrar soluções ideais requer equilíbrio entre decisões e ações durante a fase de projeto. A coerência das decisões com padrões de qualidade previstos é fundamental para alcançar resultados compatíveis com as expectativas. Do contrário, o produto final pode ser deficiente ou economicamente inviável para sua finalidade.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 2.4 BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO E SUAS MODULAÇÕES

Atualmente, em nosso mercado os blocos mais comumente utilizados são os blocos cerâmicos e de concreto, que devem ter suas características dimensionais e resistências verificadas e certificadas de acordo com as normas presentes, pois eles devem suportar todos os esforços solicitantes. As normas que regularizam esses elementos são a NBR 15270, 2005 para blocos cerâmicos e a NBR 15961, 2011 para blocos de concreto. A resistência mínima para o bloco ser considerado como estrutural é de 4,5 Mpa e pode superar a 16 Mpa em caso de construções de múltiplos pavimentos (FREITAS JR., 2013).

A técnica da coordenação modular viabiliza a correlação entre as dimensões do design e as medidas modulares através de um padrão de referência específico em forma de retícula (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999). Para conseguir atingir essas medidas, os blocos são divididos por famílias apresentadas no Quadro 1, que são variações dimensionais para permitir o melhor encaixe modular e reduzir cortes nas unidades.

**Quadro 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais**

DIMENSÕES L x H x C	Dimensões de fabricação cm					
	Largura(L)	Altura(H)	Comprimento (C)			
Módulo dimensional M =10cm			Bloco principal	1/2 Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M			39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

Bloco L - bloco para amarração em paredes em L.  
Bloco T - bloco para amarração em paredes em T.

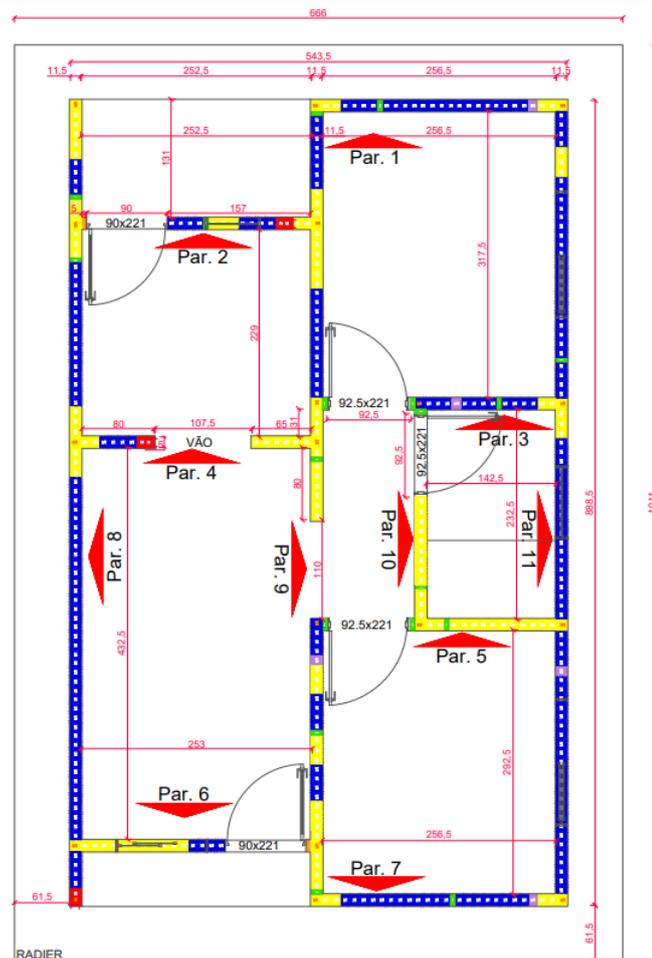
Fonte: ABNT NBR 15270-2.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Ao adaptar projetos originalmente concebidos para estruturas de concreto armado para alvenaria estrutural, surge uma das principais dificuldades: a compatibilização modular. Isso se deve à variedade de tipos de blocos na alvenaria estrutural e à dependência das dimensões dessas unidades. Portanto, tanto a planta baixa quanto os cortes devem refletir a família de blocos a ser utilizada na construção. No processo de adaptação modular, é crucial iniciar o projeto com a definição da família de blocos como ponto de partida. Na análise preliminar, é essencial representar, mesmo de forma esquemática, a disposição dos blocos na planta, evidenciando a modulação com as dimensões nominais do bloco (dimensão real + espessura da junta de assentamento), como na figura 3 (GIHAD MOHAMED, 2015, p.66).

**Figura 3 - Modulação da Alvenaria estrutural**



Fonte: Construtora com cede em Ponta Grossa (2024).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

De acordo com Modler (2000), as duas primeiras fiadas de blocos, como mostrado na figura 4, são as primordiais para a alvenaria estrutural, pois é a partir delas que conseguimos implantar locais com armaduras construtivas e grauteamento, locação de pontos de instalação elétrica e todas as demais informações necessárias para o perfeito entendimento por parte do construtor da montagem das paredes.

**Figura 4** - Primeira fiada da alvenaria estrutural



Fonte: Os autores (2024).

No mercado, é comum encontrar blocos especiais projetados para facilitar a modulação, permitir a passagem de dutos e servir como formas em grautes, vergas e cintas de respaldo. A fixação desses blocos na alvenaria é realizada utilizando argamassa, conforme definido pela NBR 8798, como o elemento de ligação entre os blocos, destinado a distribuir uniformemente os esforços. A argamassa é composta por cimento, agregado miúdo (areia), água e cal, podendo conter aditivos. Segundo a NBR 15812-1, a resistência mínima recomendada para a argamassa em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos é de 1,5 MPa, não excedendo 0,7 vezes a resistência à compressão do bloco (fbk) na área líquida do mesmo. Nas aplicações de alvenaria estrutural, as juntas devem ser preenchidas em forma de cordão com espessura de 10 mm e tolerância de 3 mm.

Segundo Cavalheiro (1999), o projeto da alvenaria estrutural é caracterizado como um sistema racionalizado, pois requer a integração dos projetos complementares desde a



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

concepção estrutural, não permitindo adaptações ou remoções durante a execução. Isso evita conflitos entre os projetos. No projeto, é crucial especificar o posicionamento e as orientações das modulações, detalhando os elementos a serem utilizados em cada trecho de parede, além de planejar as amarrações entre as alvenarias e os pontos de reforço e grauteamento, garantindo clareza na execução.

O primeiro passo no projeto estrutural da alvenaria é a modulação dos blocos, que consiste em definir quais blocos serão utilizados em determinados grupos de paredes de acordo com a geometria do projeto arquitetônico. Tendo em vista a modulação, vale ressaltar a NBR 5706 que a define como uma técnica que relaciona as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular, exigindo a definição do tipo de bloco a ser utilizado.

Outro aspecto crucial no projeto é definir as técnicas de amarração entre as paredes. Segundo Freitas Jr. (2013), as amarrações em forma de "L", "T" e em Cruz são as mais comumente utilizadas. Além disso, cada parede estrutural deve ter sua elevação desenhada, detalhando a modulação vertical das paredes e apresentando as fiadas.

Na modulação vertical, é essencial indicar os pontos de abertura, vergas, contravergas, cintas, bem como os pontos de grauteamento e armaduras quando necessário.

#### 2.5 GRAUTE

O graute é um microconcreto altamente plástico, caracterizado por sua fluidez, cujo principal propósito é reforçar a resistência da parede à compressão, aumentando a seção transversal do bloco. Quando combinado com armaduras internas, o graute também é eficaz contra esforços de tração que a alvenaria sozinha não poderia suportar (PARSEKIAN E SOARES, 2011).

A resistência do graute é determinada pela resistência do bloco. Recomenda-se que a resistência característica do graute seja pelo menos duas vezes maior que a do bloco. Essa recomendação é compreensível, pois a resistência característica do bloco é referente à sua área bruta, levando em consideração que os blocos geralmente possuem cerca de 50% de vazios. Assim, se uma alvenaria está sendo construída com blocos de 14 MPa de resistência, o graute terá 28 Mpa. Para blocos de 10 MPa, o graute terá 20 MPa e assim por diante.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Segundo Parsekian e Soares (2011), é essencial que o conjunto bloco/graute e eventualmente a armadura funcione de forma monolítica, semelhante ao concreto armado convencional. Portanto, o graute deve envolver completamente as armaduras, aderindo tanto a elas quanto ao bloco, o que requer uma consistência bastante fluida para formar uma união coesa.

#### 2.6 VERGAS E CONTRA-VERGAS

Segundo Freitas Jr. (2013), nas aberturas de portas e janelas é essencial a execução de vergas para reforço estrutural posicionadas na primeira fiada acima da abertura tanto para portas quanto para janelas. As vergas são elementos estruturais projetados para suportar momentos fletores, absorvendo as reações das lajes e as cargas distribuídas por elas para as paredes.

Essas vergas podem ser feitas com blocos canaleta ou utilizando peças pré-fabricadas de concreto. Se feitas com blocos canaleta, seu comprimento deve ser estendido para no mínimo o comprimento de um bloco canaleta (19 cm) para portas e dois blocos canaleta para janelas em ambos os lados da abertura.

De acordo com a NBR 10837, nas seções horizontais acima e abaixo das aberturas a distribuição de carga é calculada excluindo as zonas delimitadas por planos inclinados a  $45^\circ$ , tangentes às bordas da abertura. No cálculo da verga, apenas o peso da parte da parede compreendida no triângulo isósceles sobre ela é considerado. A carga uniformemente distribuída do pavimento acima desse triângulo não é levada em conta. Para cargas concentradas sobre as vergas que atuem dentro ou próximas do triângulo de carga, é adotada uma distribuição a  $60^\circ$ . Se a carga concentrada estiver fora do triângulo de carga, apenas a carga uniformemente distribuída dentro da abertura da verga é considerada.

Para aberturas de janelas, também são necessárias contra-vergas para uma distribuição mais eficiente das cargas na parede. As contra-vergas são posicionadas na última fiada antes da abertura, de baixo para cima, e normalmente são executadas em blocos canaleta. Seu comprimento também deve ser estendido para no mínimo o comprimento de dois blocos canaleta para ambos os lados da abertura (FREITAS JR. ,2013).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 2.7 CINTA DE AMARRAÇÃO

Segundo a NBR 15812, as cintas de amarração são componentes estruturais colocados sobre as paredes com a finalidade de distribuir e uniformizar as cargas exercidas sobre elas na alvenaria. São aplicadas em paredes que possuem duas ou mais aberturas, desempenhando a função de uma verga contínua. Além de contribuir para a estabilidade da estrutura, sua utilização em construções previne recalques diferenciais não previstos, além de auxiliar no contraventamento e amarração das paredes.

Conforme a NBR 15812-2, essas cintas podem ser feitas de concreto armado ou com a utilização de blocos canaleta e blocos "J" preenchidos com graute e armadura. Em paredes externas, os blocos "J" são empregados para evitar o uso de formas de madeira, enquanto nas paredes internas a cinta de amarração é executada com blocos canaleta tipo "U" quando a altura entre pisos é um múltiplo de 20 cm, ou com blocos compensadores quando a distância entre os andares também é múltipla de 20 cm.

Um desafio comum na execução das cintas ocorre nos cantos e encontros de paredes, onde não há um encaixe perfeito entre os blocos. Nestes casos, é necessário recorrer ao uso de formas de madeira ou realizar cortes na aba da canaleta para garantir a continuidade e a eficiência da cinta de amarração (FREITAS JR. ,2013).

#### 2.8 AÇO

O aço é uma liga metálica composta pela união de ferro e percentuais de carbono que podem variar de 0,002 até 2% atribuindo ao material propriedades reconhecíveis como a alta resistência e variando sua ductilidade dependendo diretamente do percentual de carbono adicionado à liga metálica (GRAZIANO, 2015).

#### 2.9 CONCRETO ARMADO

Segundo Bastos (2023), o tradicional método executivo dos elementos em concreto armado se dá pela disposição das armaduras nas formas, seguidas do lançamento do concreto



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

coabrindo as armaduras ao mesmo tempo em que o adensamento é executado. A desforma ocorre após o período de cura inicial da peça de concreto armado.

A mistura de concreto e armadura surgiu por volta de 1850 quando houve a necessidade de unir as características de resistência à compressão e durabilidade da pedra com as características de resistência à tração do aço que, quando aliadas ao cimento, água e agregados, formam uma estrutura monolítica capaz de suportar cargas elevadas e assumir qualquer forma facilmente (BASTOS, 2006).

Para um melhor entendimento do assunto, a seguir serão apresentados alguns conceitos relacionados ao método construtivo em concreto armado.

#### 2.10 CONCEITO ESTRUTURAL

A ligação do concreto com a armadura forma um material composto com boa resistência a esforços de compressão e tração, já que o concreto ajuda a resistir a compressão, e a armadura a tração. Além disso, essa ligação possui alta durabilidade e é capaz de se adaptar a qualquer forma, possibilitando a diversidade nos arranjos arquitetônicos (BASTOS, 2006).

A ABNT NBR 6118:2023 define que os elementos de concreto armado são “aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”.

Nas próximas seções serão detalhados os componentes do concreto armado.

#### 2.11 CONCRETO SIMPLES

O concreto é um material oriundo da mistura realizada por uma dosagem precisa de materiais buscando uma base de argamassa composta por cimento, água e agregado miúdo formando uma argamassa homogênea e, por fim, inclui-se uma porção do agregado graúdo. Essa mistura também pode ter um complemento de aditivos químicos dosados para atender à necessidade, bem como modificar suas propriedades iniciais (BASTOS, 2006).

De acordo com Pinheiro e Giongo (1986), o cimento Portland é o aglomerante mais utilizado nos traços de concreto, ainda que possam ser empregados outros tipos de cimento.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Os agregados miúdos e graúdos são caracterizados com base em suas dimensões seguindo os parâmetros da NBR 7211/2011 - Agregados para concreto, que considera agregado miúdo aquele material que passa pela peneira nº4 com malha quadrada de 4,8mm, da mesma forma, caracteriza-se como agregado graúdo aquele que fica retido nessa mesma peneira.

A definição de tamanho do agregado graúdo a ser utilizado no traço do concreto depende diretamente das dimensões dos elementos a serem moldados em concreto, podendo variar entre a brita 1 com dimensões entre 9,5mm a 19mm e a brita 2 de 19 à 25mm.

Embora o concreto simples possua uma boa resistência à compressão, sua resistência à tração é muito pequena, representando apenas um décimo da anterior. Diante disso, o concreto simples tem seu uso limitado devido a sua baixa resistência à tração. Portanto, sua aplicação fica restrita aos elementos de concreto com a função de resistir a compressão, por exemplo elementos da fundação de uma edificação (PINHEIRO; GIONGO, 1986).

A Norma NBR 8953, que trata do concreto para fins estruturais e sua classificação pela massa específica, divide o concreto em dois grupos levando em conta sua resistência e consistência. No grupo I estão os concretos com resistência variando de 20 MPa a 50 MPa, enquanto no grupo II estão os concretos com resistência de 55 MPa a 100 MPa.

Conforme a ABNT NBR 6118:2023, o concreto simples é o conjunto de “elementos estruturais elaborados com concreto que não possui qualquer tipo de armadura ou que a possui em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado”. No entanto, se faz necessário o detalhamento dos elementos constituintes do concreto.

#### 2.12 CIMENTO

O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglutinantes que endurece ao entrar em contato com a água e que após o seu endurecimento não se dissolve. Misturado com água, agregados, adições e aditivos, esse pó fornece para as construções do dia a dia os concretos e argamassas. O cimento Portland é a denominação convencionalmente mundialmente para o material usualmente conhecido na construção civil como cimento (ABCP, 2002).

O principal componente do cimento Portland é o clínquer, basicamente composto de calcário e argila e que tem como principal característica a propriedade aglutinante, ou seja, endurece sob a ação da água (BASTOS, 2006).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

A rocha calcária é extraída das jazidas, passando por processos de moagem, ou seja, a rocha é britada e moída, para depois ser misturada com a argila. Essa mistura passa por um forno giratório onde a temperatura pode chegar a 1450°C, e é então após esse processo, que a junção de calcário com argila transforma-se no clínquer. Este material também pode conter traços de silício, ferro e alumínio (ABCP, 2002).

De acordo com a ABCP (2009), no Brasil existem diversos tipos de cimento Portland que se diferem de acordo com a sua composição. No Quadro 2 é apresentado um resumo dos tipos de concreto utilizados no país, bem como a norma ABNT que rege cada um deles.

**Quadro 2 - Tipos de cimento Portland**

<b>Tipos de Cimento Portland</b>	<b>Sigla</b>	<b>Norma ABNT</b>
Comum	CP I	NBR 5732
	CP I - S	
Composto	CP II - Z	NBR11578
	CP II - E	
	CP II - F	
Alto Forno	CP III	NBR 5735
Pozolânico	CP IV	NBR5736
Alta Resistência Inicial	CP V - ARI	NBR5733
Resistente a Sulfatos	Sigla e classe originais, acrescidos do sufixo RS: Exemplo: CP I - 32RS	NBR 5737
Baixo Calor de Hidratação	Sigla e classe originais, acrescidos do sufixo BC: Exemplo: CP I - 32BC	NBR 13116
Branco	CPB	NBR 12989
Para Poços Petrolíferos	CPP	NBR 9831

Fonte: ABCP (2002).

As siglas do cimento Portland podem ser acrescidas às classes que são indicadas pelos números 25, 32 e 40. Esses valores representam a resistência à compressão do cimento após 28 dias de cura (ABCP, 2002).

Dessa forma, com toda essa variedade de cimento, consegue-se atender as mais diversas necessidades nas obras e construções.

#### 2.13 AGREGADOS



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

De acordo com Mehta e Monteiro (1994), os agregados desempenham um papel fundamental na composição do concreto. Responsáveis pela massa unitária, pelo módulo de elasticidade e pela estabilidade dimensional do concreto, esses materiais granulares são essenciais para a formulação de argamassas e concretos, conforme definido por Bastos (2006). Representando aproximadamente 70% da composição do concreto, os agregados são classificados em naturais e artificiais, desempenhando um papel crucial na qualidade e no custo do material final e também quanto às suas dimensões presentes no Quadro 3.

#### **Quadro 3** - Classificação dos agregados

Tabela - Classificação dos agregados quanto à dimensão

Tipo	Dimensão
Brita 0	4,8 a 9,5 mm
Brita 1	4,8 a 9,5 mm
Brita 2	4,8 a 9,5 mm
Brita 3	4,8 a 9,5 mm
Pedra-de-mão	4,8 a 9,5 mm

Fonte: Bastos (2006).

#### 2.14 ÁGUA

Segundo Bastos (2006), a presença da água no concreto é essencial para viabilizar as reações químicas do cimento, conhecidas como reações de hidratação. Esses processos são responsáveis por conferir ao concreto suas propriedades de resistência e durabilidade.

#### 2.15 ARMADURA

Segundo a norma ABNT NBR 7480:2007, são designadas como barras os produtos de aço provenientes de laminação a quente e que possuem diâmetro igual ou superior a 5 mm.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Por outro lado, produtos com diâmetro inferior ou igual a 10 mm e obtidos por trefilação são classificados como fios. As barras podem ser categorizadas como aço CA-25 ou CA-50, enquanto os fios são atribuídos à categoria CA-60. É de extrema importância garantir a homogeneidade geométrica das barras e fios de aço, além de realizar inspeções para identificar e evitar quaisquer defeitos que possam comprometer a integridade da estrutura de concreto armado (ABNT, 2007).

#### 2.16 CONCRETO ARMADO

Segundo Rolim (2022), concreto armado é basicamente a união entre concreto e aço onde ambos trabalham juntos para suportar os esforços a que são submetidos.

A resistência à tração do concreto é apenas cerca de 10% de sua resistência à compressão. Isso significa que quando o concreto é tracionado ele tende a fissurar. A partir disso, a armadura passiva de aço entra em ação suportando, então, as forças de tração. Essa colaboração entre o concreto e o aço é possível principalmente graças à aderência entre os dois materiais e ao fato de que ambos têm coeficientes de dilatação térmica similares (ARAUJO, 2014).

#### 2.17 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

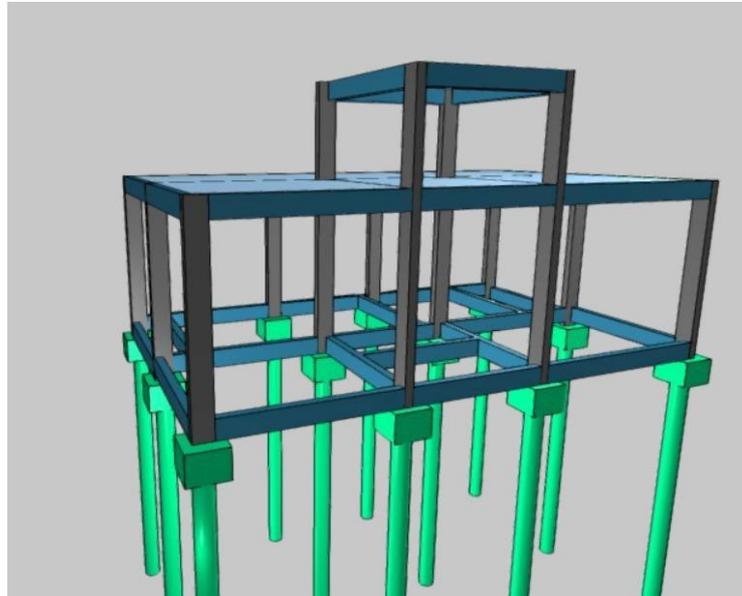
De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2007), os componentes essenciais em uma estrutura de concreto armado são definidos como elementos que compõem uma estrutura, geralmente caracterizados por uma ou duas dimensões predominantes em relação às demais (tais como vigas, lajes, pilares, etc). A disposição desses elementos pode ser referida como sistema estrutural como no arranjo estrutural desenvolvido para um sobrado presente na figura 5.

Segundo Bastos (2006), são três os elementos principais que compõem o arranjo estrutural em concreto armado. Os elementos estruturais são as lajes, as vigas e pilares.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

**Figura 5** - Elementos estruturais.



Fonte: Os autores (2024).

#### 2.18 LAJES

As lajes são elementos planos bidimensionais, contendo o comprimento e a largura com dimensões geralmente próximas e da mesma ordem de grandeza e muito maiores que a espessura a terceira dimensão. Também conhecidas como elementos de superfície ou placas, as lajes têm a função de absorver a maior parte das ações aplicadas em uma construção, incluindo pessoas, móveis, pisos, paredes e diversos tipos de carga, dependendo da finalidade arquitetônica do espaço.

Essas ações são geralmente perpendiculares ao plano da laje e podem ser distribuídas na área, distribuídas linearmente ou concentradas. Também podem existir ações externas na forma de momentos fletores aplicados nas bordas das lajes. Essas ações são transmitidas para as vigas de apoio nas bordas da laje e, eventualmente, também podem ser transmitidas diretamente aos pilares, resultando em lajes lisas (BASTOS, 2006).



## III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

### 2.19 VIGAS

Uma viga é um elemento estrutural horizontal que suporta cargas principalmente por meio de flexão. Ela é projetada para resistir a forças de compressão e tração, transmitindo essas cargas para os apoios, como pilares ou outras vigas, e distribuindo-as ao longo de seu comprimento (BASTOS, 2006).

### 2.20 PILARES

De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, os pilares são elementos dimensionados para resistir principalmente a esforços de compressão, tendo como função receber os carregamentos de outros elementos estruturais como vigas ou lajes e transmiti-los até a fundação. Existem os pilares-parede cuja sua menor dimensão representa 1/5 de sua maior dimensão, que contribuem para a estabilidade global da edificação.

Quanto às seções transversais dos pilares e pilares-paredes, a norma ABNT NBR 6118:2023 exige que esses elementos possuam dimensões entre 19 cm, embora em casos excepcionais seja permitido que dimensões entre 14 e 19 cm sejam adotadas desde que os elementos suportem os esforços majorados por um multiplicador estabelecidos pela norma. Contudo, não é permitido que um pilar tenha uma área de seção transversal inferior a 360cm<sup>2</sup>. Os pilares são classificados de acordo com sua disposição, podendo ser intermediários, de extremidade ou de canto.

## 3 METODOLOGIA

Com base nos conceitos apresentados, o método de análise comparativa foi empregado entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e concreto armado com blocos cerâmicos de vedação. Esses sistemas foram comparados em uma mesma edificação com o objetivo de identificar as vantagens econômicas que um sistema pode apresentar comparado ao outro.



## III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

A análise comparativa entre os sistemas construtivos foi conduzida com base na planta arquitetônica de um projeto modelo já dimensionado em alvenaria estrutural utilizando blocos estruturais cerâmicos.

Este projeto foi dimensionado utilizando um software conhecido como Eberick, desenvolvido pela empresa nacional AltoQi, focada em soluções para Engenharia. Destinado ao projeto de edificações em concreto armado, o Eberick oferece um sistema gráfico avançado para entrada de dados, análise estrutural com modelo de pórtico espacial e recursos para dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais como lajes, vigas, pilares, blocos sobre estacas e sapatas. A estrutura é definida por pavimentos, permitindo a inserção gráfica dos elementos diretamente na planta arquitetônica e visualização 3D da estrutura completa. Os resultados são apresentados em planilhas e os detalhamentos dos elementos estruturais seguem as normas brasileiras.

Além disso, o dimensionamento estrutural dos elementos em concreto armado seguiu fielmente os preceitos das seguintes normas: ABNT 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos, bem como a norma ABNT 6120:2018 – Cargas para cálculos de estruturas de edificações garantindo segurança e qualidade à estrutura. Posteriormente, realizou-se uma análise comparativa dos materiais utilizados em cada método construtivo, seguida de um levantamento quantitativo e orçamentário que incluiu a estimativa da mão de obra necessária, bem como o desenvolvimento de um cronograma de execução de obra que possibilitou a comparação do tempo necessário para a execução da estrutura em alvenaria estrutural e do método executivo em concreto armado com alvenaria de vedação.

No que diz respeito ao processo de orçamentação, fez-se uso do software E-custos que possui em sua base de dados a planilha SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) atualizada do ano de 2024, que estabeleceu referências atualizadas de custos de materiais e serviços.

### 3.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO MODELO

A obra, cuja planta baixa está apresentada na figura 3, é uma edificação residencial unifamiliar térrea de baixo padrão com uma área total de 48,64 m<sup>2</sup>. Ela é composta pelo pavimento térreo com um pé direito de 2,80 metros e pavimento caixa d'água com altura de



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

1,60 metros. A estrutura, apresentada no Apêndice D, foi projetada inicialmente utilizando o sistema de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. A fundação escolhida para essa edificação foi o radier em concreto armado de 8 cm de espessura e área de 67,33m<sup>2</sup> bem como um volume de concreto utilizado de aproximadamente 5,4 m<sup>3</sup>.

O sistema estrutural escolhido para a execução foi a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos revestidos com argamassa de cimento e areia, contrapiso de concreto magro com uma espessura de 4 cm e revestimento cerâmico nas áreas internas e de uso comum da edificação, além disso, a proteção mecânica com concreto magro de 2 cm de espessura na laje de cobertura, impermeabilização com manta asfáltica e o uso de telhas de fibrocimento suportadas por uma estrutura de madeira.

#### 3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO

A concepção do projeto estrutural em concreto armado da edificação térrea foi desenvolvido utilizando o software Eberick 2023 Premium – versão profissional – e finalizada em pranchas no software AUTOCAD – versão estudante, como mostrado no Apêndice C. O Eberick já está munido de todos os parâmetros necessários para um dimensionamento que atenda as normativas da ABNT NBR 6120:2018 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações, ABNT NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações, ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações e ABNT NBR 6118:2023 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, que são as principais referências para definir os requisitos necessários ao projetar estruturas de concreto armado utilizando concretos normais, que são os concretos de classes 1 e 2 de resistência, com uma massa específica entre 2.000 e 2.800 kg/m<sup>3</sup>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

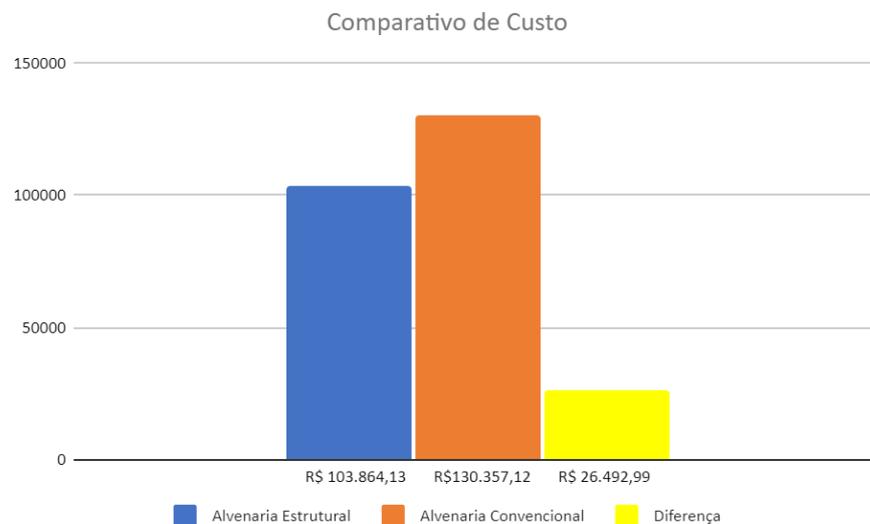
Diante das análises realizadas com base nos resultados obtidos por meio da planilha orçamentária elaborada no software E-custos (Apêndice A) e conforme demonstrado no gráfico da Figura 6, foi possível observar que o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos resultou em uma economia na execução da residência



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

quando comparado ao sistema convencional de concreto armado com alvenaria de vedação nos quesitos custo total e tempo. Assim, a alvenaria estrutural apresentou-se como uma alternativa viável para a edificação estudada.

**Figura 6** - Comparativo de custos entre os métodos construtivos



Fonte: Os autores (2024).

Dessa forma, com a residência dimensionada em concreto armado custando um total de R\$130.357,12 e a outra hipótese de projeto em alvenaria estrutural custando R\$103.864,13, o método construtivo em alvenaria estrutural mostrou uma economia de aproximadamente 25,5%. Esse percentual de economia entre os métodos justificou-se pelas etapas de fundação e superestrutura, conforme analisado na planilha orçamentária elaborada no software E-custos (Apêndice A).

#### 4.1 COMPARATIVO DA INFRAESTRUTURA

Na etapa da fundação a obra em alvenaria estrutural mostrou uma economia de materiais e mão de obra equivalente a R\$2.390,72 reais em relação ao custo para essa mesma etapa para obra utilizando o método de concreto armado, de acordo com o Apêndice A. As



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

figuras 7 e 8 apresentam o custo total considerando custo de materiais e execução da etapa da fundação.

**Figura 7 -** Quantitativo de materiais e mão de obra para a execução da fundação para a hipótese de execução em concreto armado

1 - Infraestrutura										1	RS 15.049,86
Item	Base	Código	Descrição	Un	Qtde.	Unit.	Com BDI	Total	Ações		
<b>1.1 - Estacas</b>										1	RS 6.578,64
1.1.1	Sinapi 06/2024	100899	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 30CM DE DIAMETRO, CONCRETO LANÇADO MANUALMENTE (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO) AF_01/2020_PA	M	72,00	RS 91,37	RS 91,37	RS 6.578,64			
<b>1.2 - Bloco + Baldrame</b>										1	RS 8.471,22
1.2.1	Sinapi 06/2024	104919	ARMAÇÃO DE SAPATA ISOLADA, VIGA BALDRAME E SAPATA CORRIDA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM AF_01/2024	KG	53,70	RS 13,02	RS 13,02	RS 699,17			
1.2.2	Sinapi 06/2024	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM AF_01/2024	KG	44,30	RS 22,16	RS 22,16	RS 981,68			
1.2.3	Sinapi 06/2024	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_09/2023	M2	36,00	RS 43,87	RS 43,87	RS 1.579,32			
1.2.4	Sinapi 06/2024	96536	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES AF_01/2024	M2	36,00	<del>RS 73,48</del> RS 18,37	RS 18,37	RS 661,32			
1.2.5	Sinapi 06/2024	96534	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA BLOCO DE CORDOAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES AF_01/2024	M2	19,36	<del>RS 66,64</del> RS 21,38	RS 21,38	RS 413,91			
1.2.6	Sinapi 06/2024	96557	CONCRETAGEM DE BLOCO DE CORDOAMENTO OU VIGA BALDRAME, FCK 30 MPa, COM USO DE BOMBEIA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO AF_01/2024	M3	4,46	RS 630,32	RS 630,32	RS 2.811,22			
1.2.7	Sinapi 06/2024	104918	ARMAÇÃO DE SAPATA ISOLADA, VIGA BALDRAME E SAPATA CORRIDA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM AF_01/2024	KG	89,50	RS 14,80	RS 14,80	RS 1.324,60			

Fonte: Os autores (2024).

**Figura 8 -** Quantitativo de materiais e mão de obra para a execução da fundação para a hipótese de execução em Alvenaria Estrutural

1 - Infraestrutura										1	RS 12.659,14
Item	Base	Código	Descrição	Un	Qtde.	Unit.	Com BDI	Total	Ações		
<b>1.1 - Radier</b>										1	RS 12.659,14
1.1.1	Sinapi 06/2024	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_09/2023	M2	36,00	RS 43,87	RS 43,87	RS 1.579,32			
1.1.2	Sinapi 06/2024	97101	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESURA DE 10 CM, FCK = 30 MPa, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA AF_09/2021	M2	67,33	RS 164,56	RS 164,56	RS 11.079,82			

Fonte: Os autores (2024).

Essa diferença se deve, em grande parte, à simplicidade e rapidez do processo construtivo com o uso do radier. No caso do radier, o processo é mais direto: basta posicionar as formas, colocar a lona e as telas, organizar os pontos de arranque e, por fim, realizar a concretagem. Esse método envolve menos etapas e demanda uma quantidade menor de materiais, como aço e formas. Além disso, a mão de obra é menos intensiva, o que também contribui para a redução de custos.

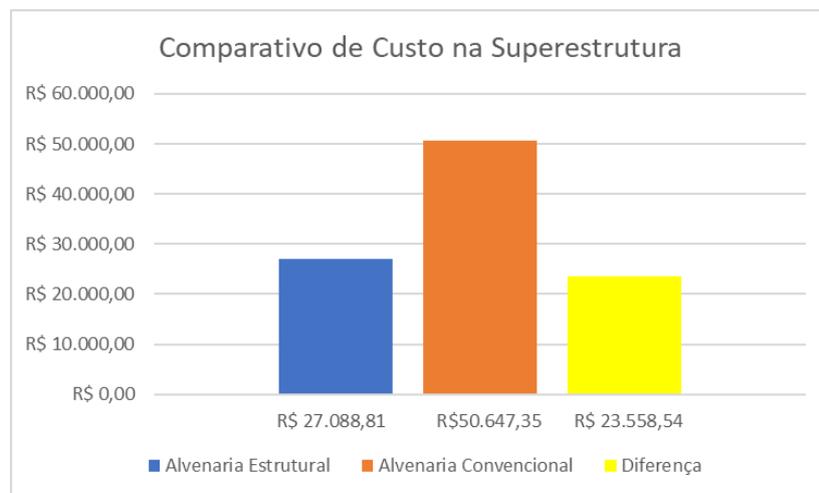


### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 4.2 COMPARATIVO SUPERESTRUTURA

Ao comparar os custos da superestrutura entre a alvenaria estrutural e a hipótese de execução em concreto armado com alvenaria de vedação, presentes na planilha orçamentária do Apêndice A, observou-se uma diferença significativa nos valores finais. A superestrutura completa na alvenaria estrutural custou R\$ 27.088,81, enquanto o método em concreto armado teve custo de R\$ 50.647,35, representando uma diferença de aproximadamente 46,5%. A Figura 9 apresenta um gráfico evidenciando a discrepância entre os métodos construtivos no que diz respeito ao custo de materiais e mão de obra de execução na etapa de superestrutura.

**Figura 9** - Comparativo de custo da superestrutura entre os métodos construtivos



Fonte: Os autores (2024).

Um dos primeiros aspectos que contribui para essa diferença é o custo do contrapiso. No sistema de alvenaria estrutural o contrapiso custou R\$ 2.033,63, enquanto no método convencional o valor foi de R\$ 4.956,32. Essa economia ocorre principalmente porque, com o radier, o consumo de insumos e o tempo de execução são reduzidos. Visto que o radier já integra a base da fundação e do piso, há menos necessidade de materiais adicionais.

Outro ponto relevante é a ausência de pilares na alvenaria estrutural. No sistema de execução em concreto armado é essencial a execução de pilares, o que representou um custo



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

de R\$ 7.966,19, incluindo formas, mão de obra, ferragem e concreto. Na alvenaria estrutural, os pilares não são necessários, resultando em uma economia substancial.

Em relação à alvenaria em si, também há uma diferença de custos notável. Na alvenaria de vedação no método de concreto armado o custo foi de R\$ 13.024,01, abrangendo materiais, mão de obra, vergas, contravergas e impermeabilização. Já na alvenaria estrutural, o custo foi de R\$ 11.186,87, incluindo material, mão de obra, graute, aço e impermeabilização.

Em uma análise específica do custo por metro quadrado de alvenaria, a alvenaria estrutural custa R\$ 91,44/m<sup>2</sup>, enquanto a alvenaria de vedação do método concreto armado chegou a R\$ 142,21/m<sup>2</sup>. Apesar de a alvenaria convencional parecer mais cara, há um ponto importante a ser considerado: o tempo de execução. Conforme análise da composição de preço de alvenaria estrutural e alvenaria de vedação presente na tabela SINAPI, na alvenaria de vedação o pedreiro gasta cerca de 2,2 horas para construir 1 m<sup>2</sup>, enquanto na alvenaria estrutural o mesmo pedreiro leva apenas 0,88 horas. Isso significa que, embora a mão de obra na alvenaria estrutural seja mais cara por hora, o tempo de execução é muito mais curto, o que acaba equilibrando os custos.

Outro fator importante é o comparativo entre vigas e lajes, dentro do Apêndice A. No sistema de concreto armado, o custo para essa etapa foi de R\$ 16.591,61, enquanto na alvenaria estrutural foi de R\$ 9.956,84. A diferença ocorre porque, no sistema estrutural, as vigas não são necessárias, sendo substituídas pelos blocos canaleta que são posicionados no topo das paredes. Por fim, ao realizar uma análise na execução da platibanda, o custo na alvenaria convencional foi de R\$ 8.109,22, enquanto na alvenaria estrutural foi de R\$ 3.911,47. Isso se deve ao fato de que, na alvenaria estrutural, não é necessário construir pilaretes na platibanda, eliminando assim a necessidade de formas, armaduras e concretagem que são necessárias no sistema de concreto armado.

Diante das análises realizadas, fica claro que a discrepância econômica observada principalmente na etapa da superestrutura entre os dois métodos construtivos se deve, necessariamente, ao alto consumo de concreto, aço e formas no sistema convencional de uma estrutura em concreto. Esses materiais, além de serem utilizados em grandes quantidades, possuem um custo elevado, o que impacta diretamente o orçamento final da obra. No método



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

de alvenaria estrutural, a redução no uso desses insumos contribui significativamente para a economia total, destacando-se como uma solução mais eficiente e econômica.

#### 4.3 COMPARATIVO DE TEMPO DE EXECUÇÃO ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

No que diz respeito ao tempo de execução da fundação, segundo os dados do cronograma desenvolvido com auxílio do software MS Project, presentes no Apêndice B, a alvenaria estrutural mostrou ser significativamente mais rápida. A fundação desse sistema foi concluída em 6,13 dias, enquanto o método de alvenaria convencional levou 11,5 dias.

Essa diferença no tempo de execução é justificada pela complexidade do processo no sistema de concreto armado. Nele, a fundação envolve várias etapas, iniciando pela montagem do gabarito, locação e perfuração das estacas, montagem e posicionamento das armaduras, concretagem das estacas, escavação dos blocos de coroamento e das vigas baldrame, montagem das armaduras e das formas das vigas baldrame, além da concretagem e posterior desforma.

Já no método de alvenaria estrutural, o processo é mais ágil e simplificado. As etapas se resumem à montagem das formas do radier, escavação das vigas de borda, colocação da lona, instalação das armaduras negativas e de distribuição, seguidas da concretagem final. Essa redução de etapas contribui diretamente para a economia de tempo.

#### 4.4 COMPARATIVO DE CRONOGRAMA – SUPERESTRUTURA

Quando analisamos o tempo de execução da superestrutura, conforme o Apêndice B, a alvenaria estrutural apresenta uma vantagem significativa em termos de agilidade. A execução da superestrutura no sistema estrutural foi realizada em 22 dias, enquanto na alvenaria convencional esse processo levou 34 dias.

A maior duração da alvenaria de vedação do sistema de concreto armado se deve à quantidade de etapas e complexidade do processo. Esse método envolve a montagem de armadura e formas dos pilares na execução de meia alvenaria e concretagem dos pilares e das



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

contra vergas, impermeabilização das primeiras três fiadas de blocos, montagem das armaduras e formas das vigas, além da montagem e concretagem da laje.

Em seguida, são executadas as instalações hidráulicas e elétricas, concretagem das vigas e laje, montagem das armaduras e formas para os pilares da caixa d'água, execução da alvenaria da platibanda e do abrigo da caixa d'água, concretagem das vigas cintas da platibanda e dos pilares do abrigo da caixa d'água. Após essas etapas, ainda é necessária a montagem de armaduras e formas para as vigas do abrigo da caixa d'água, concretagem, instalação de telas, chapisco, instalação de portas metálicas, alçapão, pingadeiras, reboco e, por fim, a colocação das janelas metálicas.

Por outro lado, a alvenaria estrutural, por dispensar o uso de pilares e vigas em concreto armado, já que o bloco cerâmico cumpre a função estrutural de resistir aos esforços, simplifica e acelera o processo. As etapas incluem a execução de meia alvenaria, posicionamento da tubulação elétrica, grauteamento da meia alvenaria, execução do respaldo e grauteamento do mesmo, impermeabilização das três primeiras fiadas, instalações hidráulicas e elétricas, montagem e concretagem da laje, execução da alvenaria da platibanda e seu grauteamento. Em seguida, realiza-se o posicionamento das telas nos pontos críticos para evitar fissuras, aplicação do chapisco, instalação de portas metálicas, alçapão, pingadeiras, reboco, e a instalação das janelas metálicas.

Portanto, a redução de tempo na alvenaria estrutural se dá pela eliminação de etapas complexas, como a execução de pilares e vigas, além da otimização do uso de materiais e processos.

É importante destacar que este trabalho visa analisar uma residência específica apresentada ao longo do estudo, não considerando resultados aplicáveis a qualquer outro tipo de residência unifamiliar ou multifamiliar, uma vez que cada projeto possui características próprias. No entanto, essa análise fornece informações úteis que podem ser aplicadas em estudos de outras residências, desde que utilizem o método comparativo entre os sistemas construtivos de concreto armado e alvenaria estrutural.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

## 5 CONCLUSÃO

O estudo em questão demonstrou que cada método construtivo apresenta vantagens e desvantagens específicas que devem ser avaliadas de acordo com o contexto de cada projeto.

No que diz respeito aos materiais utilizados, é possível confirmar uma economia significativa com as formas e aço, bem como dispensa a necessidade de armadores e carpinteiros na etapa de superestrutura. Com base em alguns estudos, autores mostram a importância de desenvolver um projeto arquitetônico planejado e pensado para o sistema em alvenaria estrutural, pois o mesmo poderá impactar diretamente nos custos da obra. Já para o método construtivo em concreto armado, pode-se notar a facilidade de alterações no layout da construção durante a execução ou futuramente em uma reforma e ampliação, tendo em vista que a alvenaria presente nesse método construtivo não tem função estrutural, função essa exercida pelo pórtico estrutural (pilares, vigas e lajes).

Além disso, como visto no Apêndice A, é possível destacar percentual de 25,5% de economia de materiais e mão de obra nas etapas de fundação e superestrutura para a hipótese de execução com o método construtivo em alvenaria estrutural quando comparado ao custo para execução dessas mesmas etapas no método em concreto armado, mostrando o grande favorecimento da alvenaria estrutural sobre o método construtivo em concreto armado para execução. Esse percentual se justifica uma vez que na alvenaria estrutural houve um baixo consumo de concreto, aço e formas bem como a mão de obra durante a etapa de fundação e superestrutura mostrando ser o ponto chave para a escolha do método de alvenaria estrutural obtendo, assim, êxito no objetivo principal proposto no início do estudo.

Em relação ao tempo de execução, é evidente as vantagens da alvenaria estrutural em relação ao método construtivo de concreto armado, principalmente para as etapas de execução de fundação e superestrutura, mostradas no cronograma apresentadas no Apêndice B. O método de alvenaria estrutural mostrou-se mais eficiente para o modelo de residência estudada, tendo em vista que possui etapas mais simples e rápidas, diminuindo em 46,7% o tempo de execução da fundação. Já a superestrutura durou 22 dias, contra os 34 da alvenaria de vedação no método construtivo em concreto armado, já visto dentro do cronograma (Apêndice B).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Além disso, o fato de dispensar o uso de pilares e vigas por meio de formas, contribuiu muito para a redução de tempo. Contudo, no quesito flexibilidade de possíveis alterações ou ampliações no layout de uma edificação, o método construtivo em concreto armado é superior ao método de alvenaria estrutural, visto que a presença de alvenaria nesse método exerce apenas a função de vedação. Apesar disso, o projeto analisado nesse estudo favorece muito o método de alvenaria estrutural, tendo em vista a facilidade de execução do layout por não possuir grandes vãos, balanços ou volumetrias, prezando por simplicidade e otimização de espaços, possuindo ambientes menores e integrados. Diante disso, nota-se um favorecimento para o uso da alvenaria estrutural.

Por fim, este estudo corrobora para a bibliografia existente, uma vez que oferece uma base sólida para tomadas de decisão em relação ao tema, potencialmente aprimorando as práticas construtivas na engenharia civil contemporânea. Ao final da pesquisa, os resultados não apenas enriquecem, mas também fornecem orientações práticas, bem como os principais aspectos a serem analisados para otimizar as escolhas de métodos construtivos dentro do contexto da engenharia civil atual.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. T. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. 1999. 97f. Dissertação. (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1999.

ARAÚJO, J. M. de. **Curso de concreto armado**. 1. ed. Rio Grande: Editora Dunas, 2014. 4. v. Disponível em: <<https://www.editoradunas.com.br/dunas/V1.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7ed. São Paulo, 2002. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/11/28-Guia-basico-de-utilizacao-do-cimento-portland.pdf>. Acesso em: 01 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos**. NBR 15812-1. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos Parte**



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

**1:** Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. NBR 15270-1. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos Parte 2:** Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. NBR 15270-2. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos: Projetos.** NBR 6118. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ações para cálculos de estruturas de edificações.** NBR 6120. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado.** 2006. 98f. Notas de Aula. (Doutorado) – Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, Bauru, SP, 2006.

BECKENKAMP, C. M. **Dimensionamento estrutural e análise comparativa de custos de um edifício de alvenaria estrutural versus concreto armado.** 2013. 189f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11624/1138>. Acesso em: 20 dez. 2023.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:** segundo a NBR 6118:2003. 3.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

CAVALHEIRO, O. P. **Alvenaria estrutural:** tão antiga e tão atual. Salvador: Jornal da ANICER, 1999.

CLÍMACO, J. C. T. **Concreto:** material de construção moderno. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

FRANCISCO, M. **Bloco pode ser 30% mais barato.** Goiás, 12 dez. 2002. Entrevista a Gazeta Popular. Disponível em: <http://notes.abcp.org.br:8080/producao/clipp/clipp.nsf/59dac160bc7df2ba03256aef00407549/fbd7a15e9fad501502256c940057a686>. Acesso em: 03 jan. 2024.

FRANCO, L. S. **Alvenaria Estrutural:** Debates técnicos. Jan 2009. Entrevista a Construção Mercado. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/41/alvenaria-estrutural-281680-1.aspx>. Acesso em: 05 fev. 2024.

FRANCK, F. D. **Gerenciamento do tempo de projeto aplicado a arranjo físico em uma empresa de usinagem de médio porte.** 2007. 75f. Monografia. (Curso de Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG, 2007. Disponível em: [https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2007\\_1\\_Frederico.pdf](https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2007_1_Frederico.pdf). Acesso em: 28 set. 2024.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

FREITAS JR., J. de A. **Construção Civil II (TC-025): Alvenaria Estrutural**. Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia, 2013.

GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GRAZIANO, F. P. **Projeto e execução de estruturas de concreto armado**. São Paulo, 2005.

JUNGES, E.; NUNES, C. C. Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 12., 2008, Fortaleza. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1545.pdf>>. Acesso em: 20março 2024.

LÓPEZ, O. C. **Introdução ao Microsoft Project**. 2008. Disponível em: <https://www.ufjf.br/peteletrica/files/2010/09/ApostilaMSProject2008.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. São Paulo: Pini, 2006. Disponível em: <https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/como-preparar-orc3a7amentos-de-obras-aldo-dc3b3rea-mattos.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

MATIAS NETO, A. P. **Planejamento e Controle de Obras: Técnicas e Aplicações para uma Unidade Unifamiliar**. 2017. 74f. Monografia. (Bacharelado em Engenharia Civil) –Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Campus Aracaju, Aracaju, SE, 2017.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades, Materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MODLER, L. E. A. **A qualidade de projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. 2000. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2000.

MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, Projeto e Desempenho**. 2. ed. ampl. e rev. conforme a NBR 16868/2020. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2015.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria Estrutural em blocos cerâmicos: Projeto, Execução e Controle**. São Paulo: Pini, 2011.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria Estrutural em blocos cerâmicos: Projeto, Execução e Controle**. São Paulo: Pini, 2011. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Apost.%20Alvenaria%20Estrutural.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PINHEIRO, L. M.; GIONGO, J. S. **Concreto armado - Propriedades dos materiais**. 1986. 85f. Tese. (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Estruturas,



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 1986, cap. 6. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/server/api/core/bitstreams/9ee4780d-37d1-441e-a561-45a1cc11a5a0/content>. Acesso em: 04 jan. 2024.

ROLIM, A. C. R. da S. **Estruturas de concreto armado para edificações**. 1.ed. São Paulo: Editora Leud, 2022. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=Ea-6EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=Ea-6EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 15 fev. 2024.

ROMAN, H.R.; ARAÚJO, H.N.; MUTTI, C.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. 1 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

THOMÉ, B. B. (Ed.). **Orçamento de obras**: invista seu tempo nessa importante fase. 2015. Disponível em: <http://www.sienge.com.br/blog/porque-e-importante-investir-mais-tempo-na-elaboracao-do-orcamento-de-obras/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

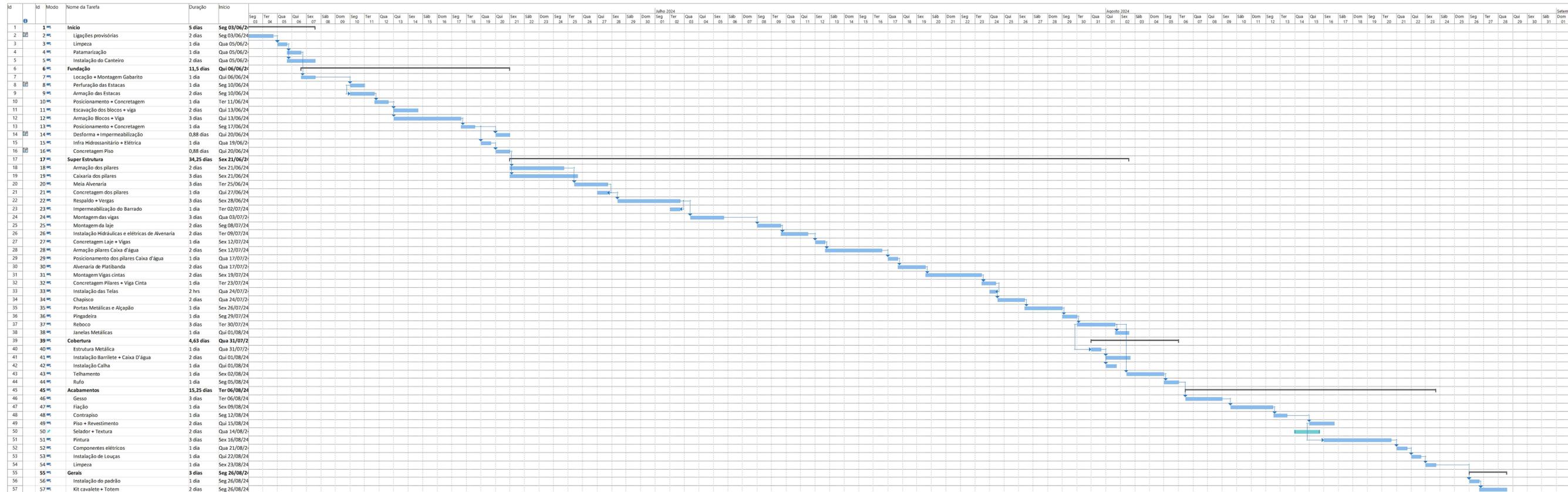
# APÊNDICE A

## ORÇAMENTO CONCRETO ARMADO

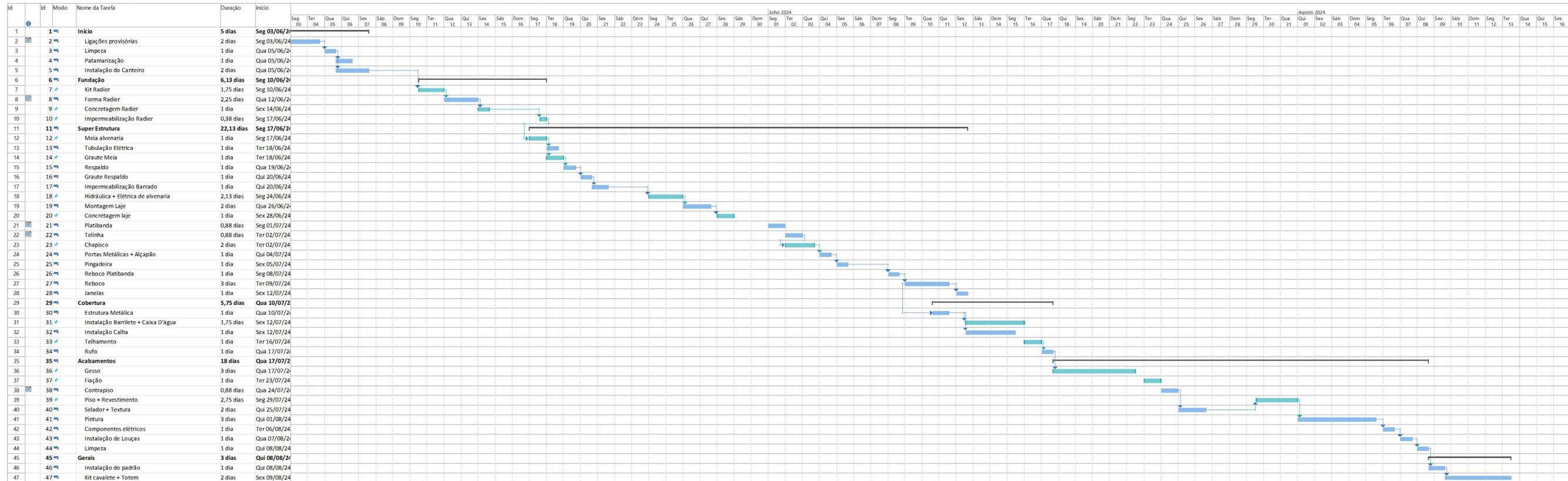
Cliente - Base Sniap / Ref: 06/2024 / Estado: Paraná Obr: Avenida e Concreto armado							Planilha Sintética Simples							Planilha Sintética Simples							Planilha Sintética Simples																		
Valores: Não Desonerado BDI: 0%							Valores: Não Desonerado BDI: 0%							Valores: Não Desonerado BDI: 0%							Valores: Não Desonerado BDI: 0%																		
Item	Tipos	Código	Descrição	Un.	Qtd.	Preço Unit	Preço com BDI	Total sem BDI	Total	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.1	Instalação			1		RS 13.059,87	RS 13.059,87			7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.1.1	Composição Sniap	10889	ESTRUC. ESCADARIA MECANICADA, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 30CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANCADO MANUALMENTE, EXCLUSIVO	M	72,00	RS 91,37	RS 91,37	RS 6.578,64	RS 6.578,64	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.2	Bloco + Moldura					RS 4.717,22	RS 4.717,22			7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.2.1	Composição Sniap	10491	ARMADAÇÃO DE SAPATA ISOLADA, VIGA BALDRAME E SAPATA CORRIDA	KG	53,70	RS 13,02	RS 13,02	RS 699,17	RS 699,17	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.2.2	Composição Sniap	9654F	ARMADAÇÃO DE BLOCO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10MM - MONTAGEM	KG	44,30	RS 22,16	RS 22,16	RS 981,68	RS 981,68	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.2.3	Composição Sniap	9855F	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÓS	M2	36,00	RS 43,87	RS 43,87	RS 1.579,32	RS 1.579,32	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
1.2.4	Composição Sniap	9635B	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA VIGA	35,00	RS 18,37	RS 18,37	RS 661,32	RS 661,32	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.5	Composição Sniap	9634A	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA LAJE	19,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 413,91	RS 413,91	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.6	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.7	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.8	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.9	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.10	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.11	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.12	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.13	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.14	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.15	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.16	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.17	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.18	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.19	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.20	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.21	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.22	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.23	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.24	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.25	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.26	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.27	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.28	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.29	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	
1.2.30	Composição Sniap	9655F	CONCRETAGEM EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, UTILIZANDO	10,36	RS 21,38	RS 21,38	RS 221,60	RS 221,60	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0											

# APÊNDICE B

## CRONOGRAMA CONCRETO ARMADO



## CRONOGRAMA ALVENARIA ESTRUTURAL



# APÊNDICE C

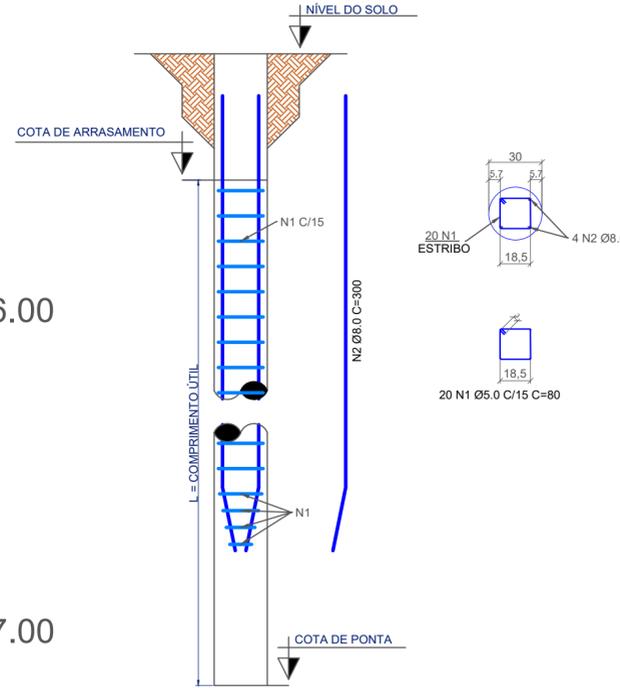
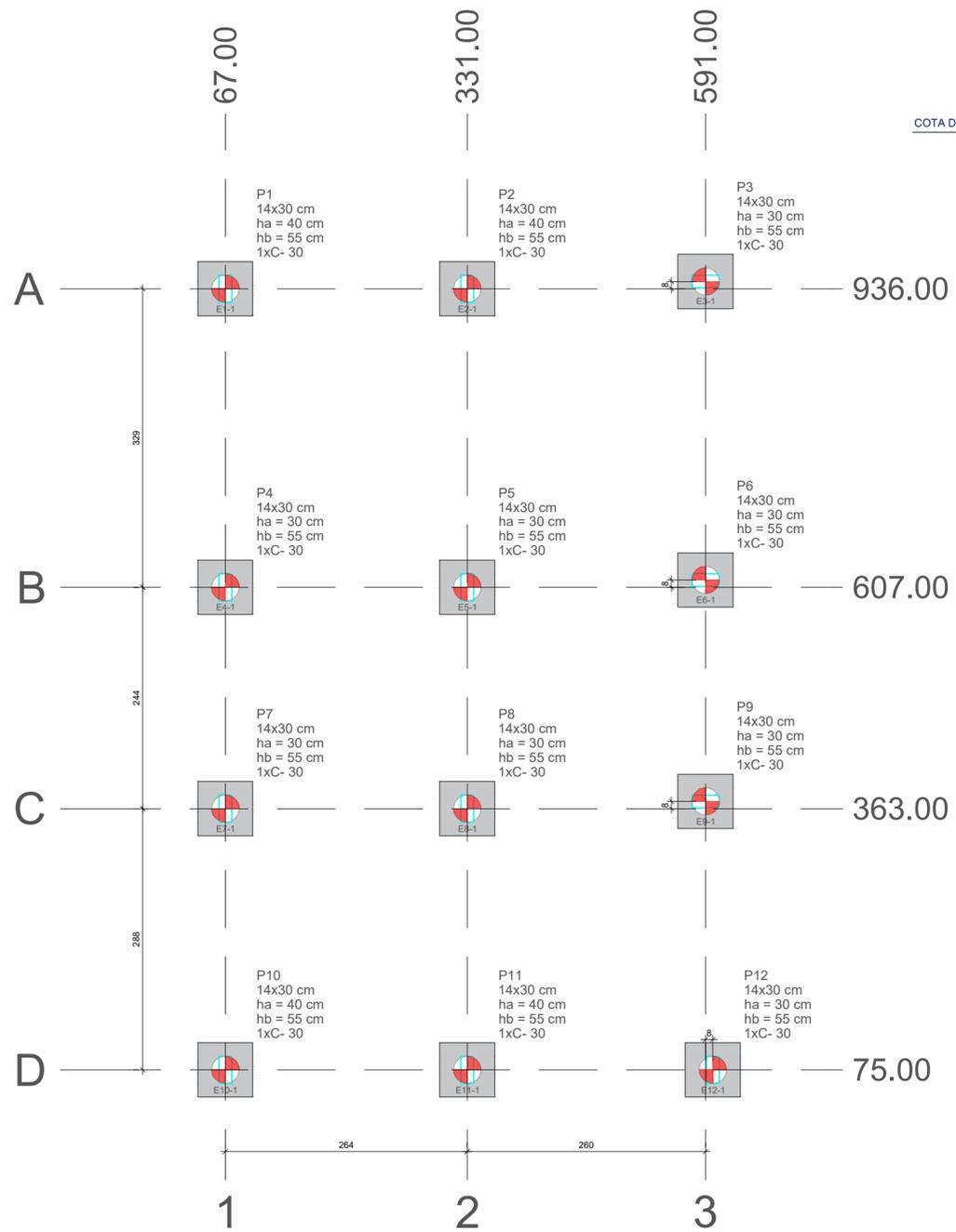
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Carga Min. (tf)	Pilar						Fundação				Bloco				
						Mx Máximo (kgf.m)		My Máximo (kgf.m)		Fx Máximo (tf)		Fy Máximo (tf)		Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	h1 / hb (cm)	ne	Estaca (cm)	Base tub. (cm)
						Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo							
P1	14x30	67.00	936.00	3.5	3.1	100	-100	100	-200	0.0	-0.3	1.1	0.0	60	60	40	55	1	C-30	-80
P2	14x30	331.00	936.00	5.4	5.0	100	-300	100	-100	0.0	-0.7	0.9	0.0	60	60	40	55	1	C-30	-80
P3	14x30	591.00	944.00	3.5	3.0	0	-200	300	-600	0.7	0.0	0.8	0.0	60	60	30	55	1	C-30	-70
P4	14x30	67.00	607.00	5.0	4.7	300	0	200	0	0.1	-0.2	0.0	-1.0	60	60	30	55	1	C-30	-70
P5	14x30	331.00	607.00	9.1	8.1	300	-100	100	-300	0.0	-1.2	0.0	-0.7	60	60	30	55	1	C-30	-70
P6	14x30	591.00	615.00	7.2	6.3	200	0	500	-500	1.1	0.0	0.0	-0.6	60	60	30	55	1	C-30	-70
P7	14x30	67.00	363.00	3.9	3.7	100	-200	200	-200	0.1	-0.2	0.7	0.0	60	60	30	55	1	C-30	-70
P8	14x30	331.00	363.00	7.7	6.7	200	-200	100	-200	0.0	-1.2	0.5	-0.2	60	60	30	55	1	C-30	-70
P9	14x30	591.00	371.00	6.6	5.6	100	-200	500	-500	1.2	0.0	0.4	0.0	60	60	30	55	1	C-30	-70
P10	14x30	67.00	75.00	3.3	2.9	200	0	100	-200	0.0	-0.2	0.0	-0.7	60	60	40	55	1	C-30	-80
P11	14x30	331.00	75.00	5.5	5.1	200	-200	100	-300	0.0	-0.6	0.0	-0.7	60	60	40	55	1	C-30	-80
P12	14x30	599.00	75.00	3.5	3.1	200	-300	200	-200	0.8	0.0	0.0	-0.6	60	60	30	55	1	C-30	-70

Os esforços indicados nesta tabela são os valores máximos obtidos pela envoltória de todas as combinações definidas para as fundações. Para análises complementares, deve-se consultar o relatório de esforços na fundação, que apresenta os valores calculados para cada combinação.

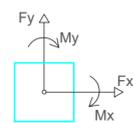
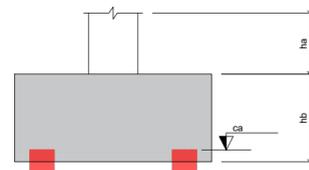
Bloco	Nome	Tipo	LOCAÇÃO DAS ESTACAS									
			Coordenada X (cm)	Coordenada Y (cm)	Carga máx. tf	Carga mín. tf	Momento máx. kgf.m	Momento mín. kgf.m	Força horiz. máx. tf	Força horiz. mín. tf	CA (cm)	
B1	E1-1	C-30	67.00	936.00	3.88	3.52	452.76	274.31	1.05	1.01	-80	
B2	E2-1	C-30	331.00	936.00	5.83	5.46	496.71	279.73	1.03	0.83	-80	
B3	E3-1	C-30	591.00	944.00	3.95	3.39	558.13	246.74	0.95	0.72	-70	
B4	E4-1	C-30	67.00	607.00	5.42	5.17	526.89	121.30	0.90	0.48	-70	
B5	E5-1	C-30	331.00	607.00	9.51	8.48	565.84	196.31	1.18	0.62	-70	
B6	E6-1	C-30	591.00	615.00	7.61	6.69	753.07	211.10	1.10	0.81	-70	
B7	E7-1	C-30	67.00	363.00	4.36	4.16	393.60	16.65	0.61	0.18	-70	
B8	E8-1	C-30	331.00	363.00	8.17	7.16	605.54	206.91	1.26	0.65	-70	
B9	E9-1	C-30	591.00	371.00	7.03	6.01	863.86	65.75	1.20	0.78	-70	
B10	E10-1	C-30	67.00	75.00	3.69	3.30	359.63	188.16	0.75	0.71	-80	
B11	E11-1	C-30	331.00	75.00	5.96	5.56	407.33	197.95	0.83	0.59	-80	
B12	E12-1	C-30	599.00	75.00	3.93	3.54	379.66	190.87	0.85	0.60	-70	

Locação no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
67.00	P1, P4, P7, P10
331.00	P2, P5, P8, P11
591.00	P3, P6, P9
599.00	P12

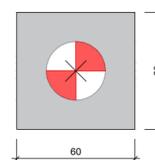
Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
944.00	P3
936.00	P1, P2
615.00	P6
607.00	P4, P5
371.00	P9
363.00	P7, P8
75.00	P10, P11, P12



Estacas			
Simbologia	Nome	d (cm)	Quantidade
	C-30	30.00	12



B1=B2=B3=B4=B5=B6=B7  
B8=B9=B10=B11=B12 (1xC-30)



## NOTAS:

- 1- A cota de arrasamento das estacas é determinada a partir da cota do terreno;
- 2- As medidas devem ser conferidas em obra;
- 3- O projeto não deve ser alterado sem consulta prévia ao engenheiro responsável;
- 4- Resistência mínima do concreto: 25 MPa;
- 5- Cobrimento mínimo conforme a NBR 6118:2023 é de 4 cm para elementos em contato com o solo.
- 6- Deve-se concretar cada estaca em uma estapa apenas, a fim de se evitar juntas frias. Caso impossibilitado, informar ao engenheiro responsável.

REVISÃO: RO DATA: 20/02/2024 DESCRIÇÃO: INICIAL

MAQUETE VIRTUAL:



## PROJETO ESTRUTURAL



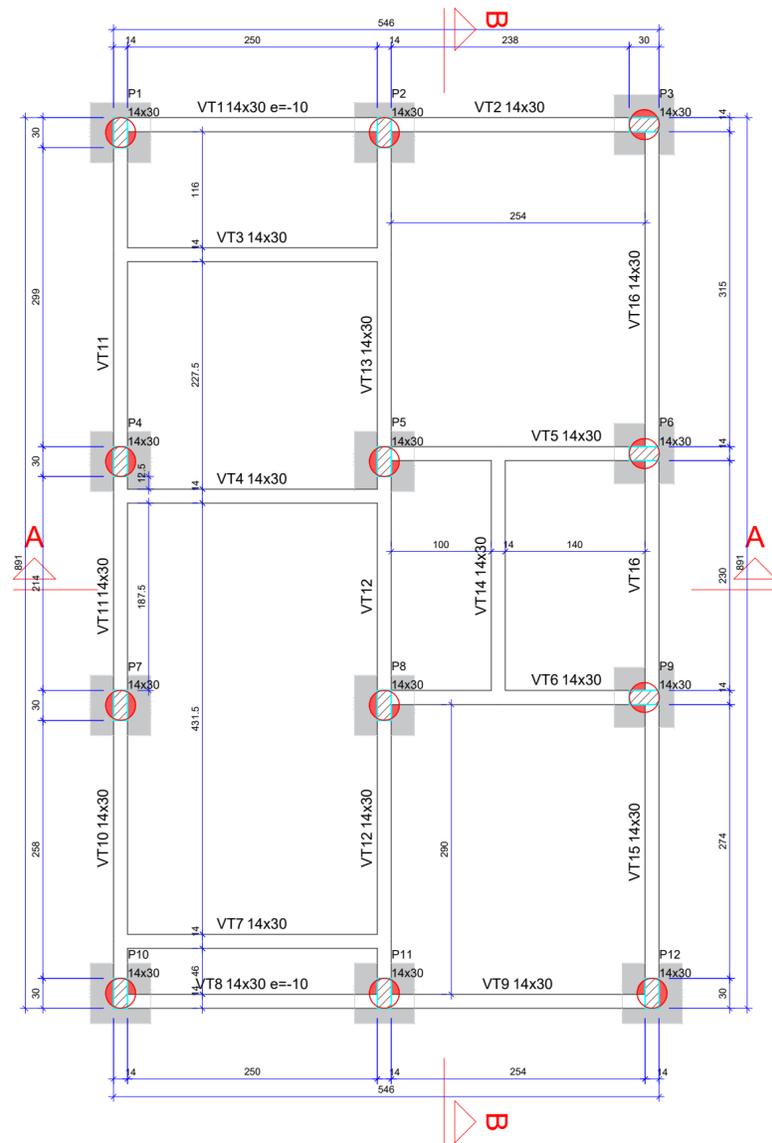
PROPRIETÁRIO RENAN TIZON BERNERT	LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
RESP. TÉCNICO ENG.º CIVIL CREA-PR	ART DE PROJETO	ART DE EXECUÇÃO
CONTEÚDO: LOCAÇÃO DE ESTACAS	ANOTAÇÕES: REV. 00 - ENTREGA INICIAL - 26/09/2024	DESENHO: ELDER SILVA
ÁREA CONSTRUIDA: 48,64 m²	ESCALA INDICADA	FOLHA 01/06

## PLANTA DE LOCAÇÃO DAS ESTACAS

ESCALA 1:50

## LEGENDA DOS BLOCOS

ESCALA 1:25



### Forma do pavimento TÉRREO (Nível 0)

escala 1:50

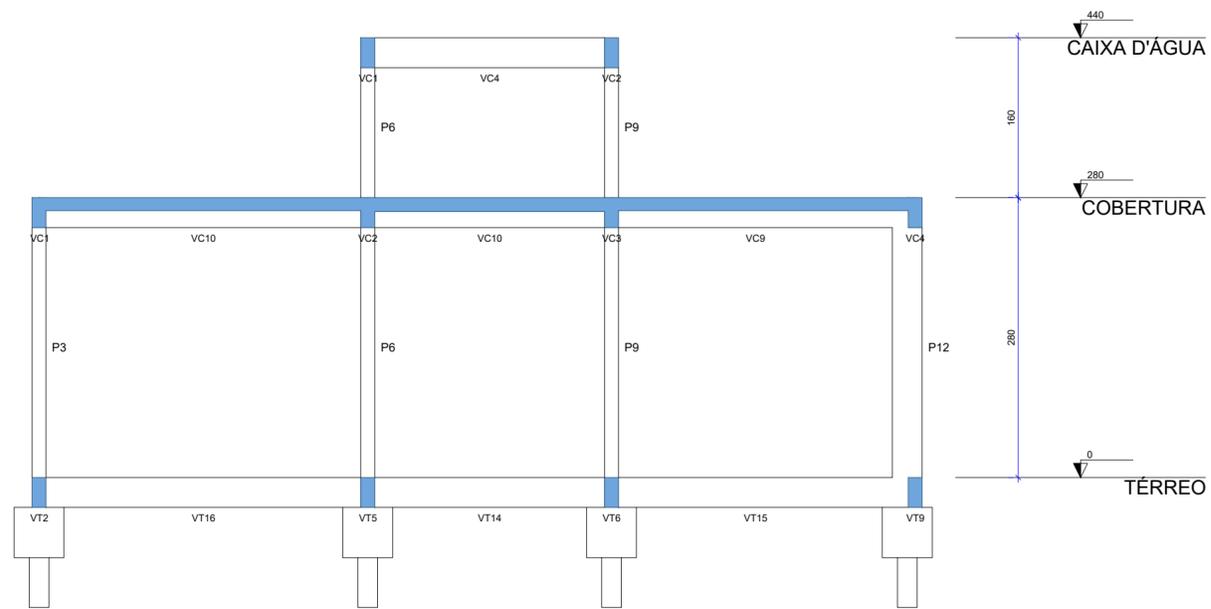
Vigas				Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VT1	14x30	-10	-10	P1	14x30	0	0
VT2	14x30	0	0	P2	14x30	0	0
VT3	14x30	0	0	P3	14x30	0	0
VT4	14x30	0	0	P4	14x30	0	0
VT5	14x30	0	0	P5	14x30	0	0
VT6	14x30	0	0	P6	14x30	0	0
VT7	14x30	0	0	P7	14x30	0	0
VT8	14x30	-10	-10	P8	14x30	0	0
VT9	14x30	0	0	P9	14x30	0	0
VT10	14x30	0	0	P10	14x30	0	0
VT11	14x30	0	0	P11	14x30	0	0
VT12	14x30	0	0	P12	14x30	0	0
VT13	14x30	0	0				
VT14	14x30	0	0				
VT15	14x30	0	0				
VT16	14x30	0	0				

Características dos materiais		
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)	Abatimento (cm)
250	241500	5.00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

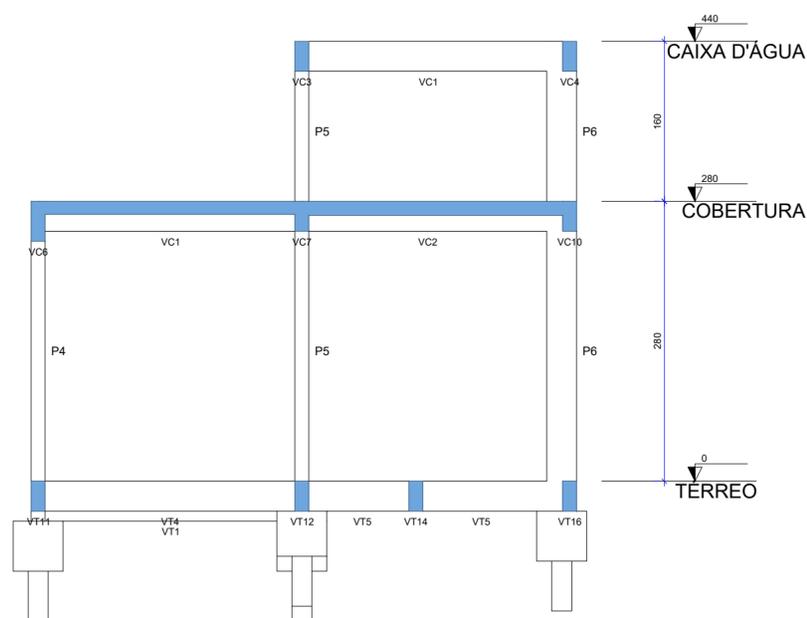
Legenda dos pilares	
	Pilar que passa

Legenda das vigas e paredes	
	Viga



### CORTE B-B

escala 1:50



### CORTE A-A

escala 1:50

REVISÃO: **RO** DATA: 20/02/2024 DESCRIÇÃO: INICIAL

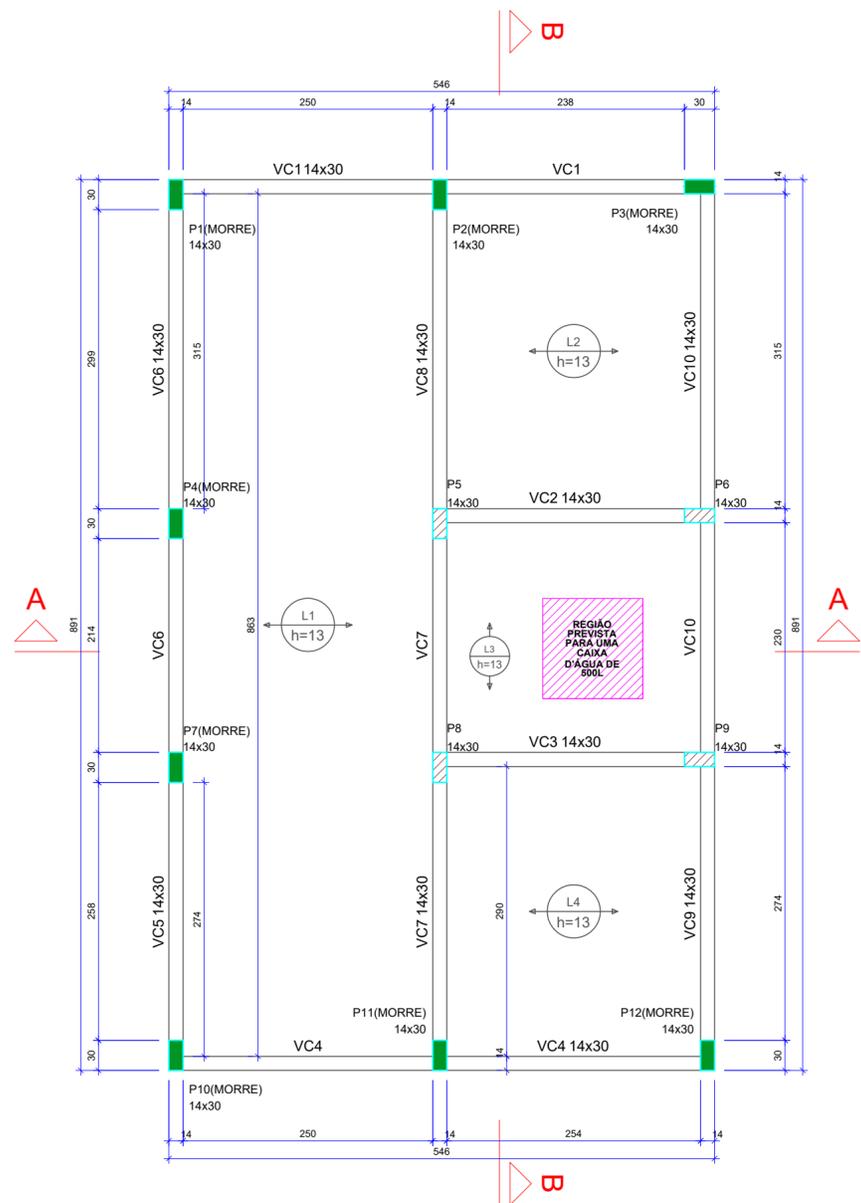
MAQUETE VIRTUAL:



## PROJETO ESTRUTURAL

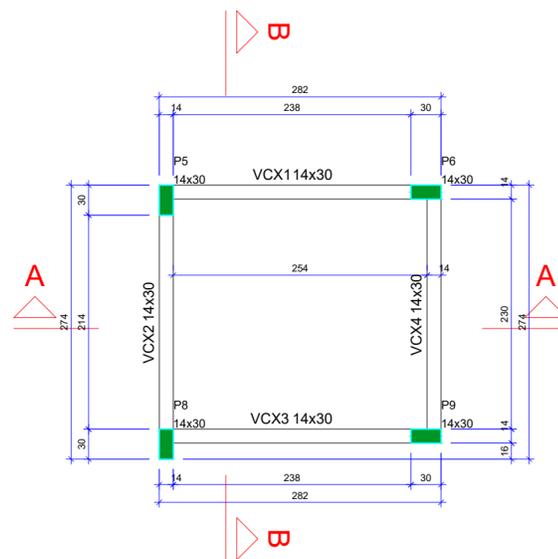


PROPRIETÁRIO RENAN TIZON BERNERT	LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	
RESP. TÉCNICO ENG.º CIVIL CREA-PR	ART DE EXECUÇÃO -	DATA 26/09/24	FOLHA 02/06
CONTEÚDO: FORMA DO TÉRREO CORTES	ANOTAÇÕES: REV. 00 : ENTREGA INICIAL - 26/09/2024	DESENHO: ELDER SILVA	ÁREA CONSTRUÍDA: 48,64 m²



## FORMA DO PAVIMENTO COBERTURA (Nível 280)

escala 1:50



## FORMA DO PAVIMENTO CAIXA D'ÁGUA (Nível 440)

escala 1:50

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VCX1	14x30	0	440
VCX2	14x30	0	440
VCX3	14x30	0	440
VCX4	14x30	0	440

Características dos materiais		
fck (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ecs (kgf/cm <sup>2</sup> )	Abatimento (cm)
250	241500	5.00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P5	14x30	0	440
P6	14x30	0	440
P8	14x30	0	440
P9	14x30	0	440

Legenda dos pilares	
	Pilar que morre

Legenda das vigas e paredes	
	Viga

### NOTAS:

- A capa de concreto da laje pré-moldada deve seguir o detalhamento especificado;
- As lajes pré-moldadas foram calculadas para enchimento com lajota em EPS;
- Atentar para os desníveis do projeto;
- Respeitar o sentido de colocação das vigotas conforme este projeto;
- A concretagem de cada laje deve ser executada em apenas uma etapa
- Concreto fck 25 MPa, slump 100 +/- 10 mm;
- Projeto elaborado conforme ABNT NBR 6118/2023;
- O escoramento pode ser retirado parcialmente após 21 dias, mantendo 50% da escoras, após 28 dias o escoramento pode ser retirado totalmente;
- Respeitar indicações de situações e/ou carregamentos especiais na estrutura.

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VC1	14x30	0	280
VC2	14x30	0	280
VC3	14x30	0	280
VC4	14x30	0	280
VC5	14x30	0	280
VC6	14x30	0	280
VC7	14x30	0	280
VC8	14x30	0	280
VC9	14x30	0	280
VC10	14x30	0	280

Legenda dos pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa

Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga (kgf/m <sup>2</sup> )		
						Adicional	Acidental	Localizada
L1	Vigota protendida	13	0	280	169	174	50	-
L2	Vigota protendida	13	0	280	169	174	50	-
L3	Vigota protendida	13	0	280	169	174	50	sim
L4	Vigota protendida	13	0	280	169	174	50	-

Área de lajes			
Tipo	Altura (cm)	Bloco de Enchimento	Área (m <sup>2</sup> )
Vigota protendida	13	B8/30/125	42.78

Características dos materiais		
fck (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ecs (kgf/cm <sup>2</sup> )	Abatimento (cm)
250	241500	5.00

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Legenda das vigas e paredes	
	Viga

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	14x30	0	280
P2	14x30	0	280
P3	14x30	0	280
P4	14x30	0	280
P5	14x30	0	280
P6	14x30	0	280
P7	14x30	0	280
P8	14x30	0	280
P9	14x30	0	280
P10	14x30	0	280
P11	14x30	0	280
P12	14x30	0	280

REVISÃO: **RO** DATA: 20/02/2024 DESCRIÇÃO: INICIAL

MAQUETE VIRTUAL:

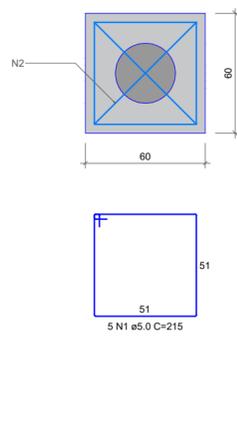


## PROJETO ESTRUTURAL

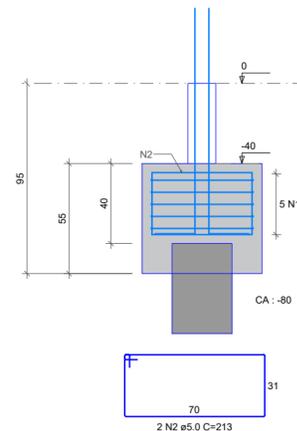


PROPRIETÁRIO RENAN TIZON BERNERT	LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
RESP. TÉCNICO ENG.º CIVIL CREA-PR	ART DE EXECUÇÃO -	ART DE PROJETO -
CONTEÚDO: FORMA DO PAVIMENTO COBERTURA FORMA DO PAVIMENTO CAIXA D'ÁGUA	ANOTAÇÕES: REV. 00 : ENTREGA INICIAL - 26/09/2024	INDICADA ELDER SILVA
		FOLHA 03/06
		ÁREA CONSTRUÍDA: 48,64 m <sup>2</sup>

B1=B2=B10=B11  
1x30  
PLANTA  
ESC 1:25

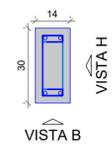


CORTE  
ESC 1:25



P1=P2=P10=P11

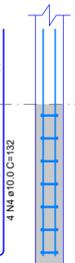
TÉRREO - L1  
SEÇÃO  
ESC 1:20



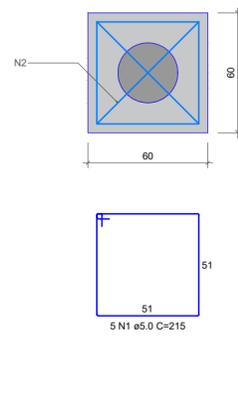
VISTA H  
ESC 1:25



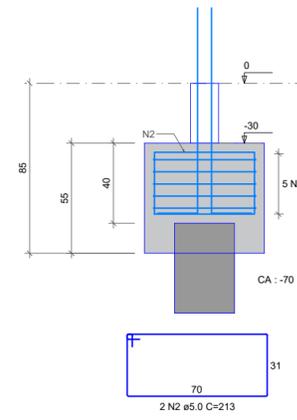
VISTA B  
ESC 1:25



B3=B4=B6=B7=B8=B9=B12  
1x30  
PLANTA  
ESC 1:25

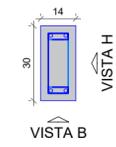


CORTE  
ESC 1:25



P3=P4=P6=P7=P8=P9=  
=P12

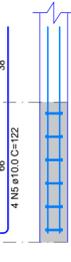
TÉRREO - L1  
SEÇÃO  
ESC 1:20



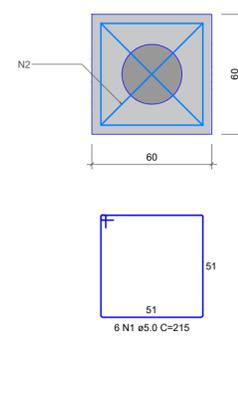
VISTA H  
ESC 1:25



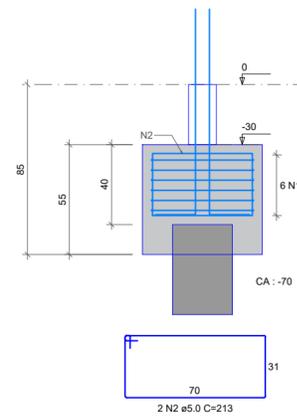
VISTA B  
ESC 1:25



B5  
1x30  
PLANTA  
ESC 1:25

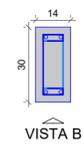


CORTE  
ESC 1:25



P5

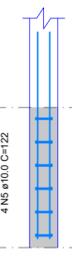
TÉRREO - L1  
SEÇÃO  
ESC 1:20



VISTA H  
ESC 1:25



VISTA B  
ESC 1:25



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	61	215	13115
CA60	2	5.0	24	213	5112
CA50	3	5.0	152	52	7904
CA50	4	10.0	16	132	2112
CA50	5	10.0	32	122	3904

RESUMO DO AÇO

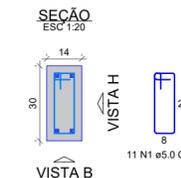
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	10.0	60.2	40.8
CA60	5.0	261.3	44.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50		40.8	
CA60		44.3	

Volume de concreto (C-25) = 2,42 m³  
Área de forma = 19,36 m²

PILARES DO ABRIGO DA CAIXA D'ÁGUA

P5=P6=P8=P9

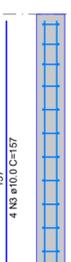
CAIXA D'ÁGUA - L3



VISTA H  
ESC 1:25



VISTA B  
ESC 1:25



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	44	75	3300
CA60	2	5.0	24	52	1248
CA50	3	10.0	16	157	2512

RESUMO DO AÇO

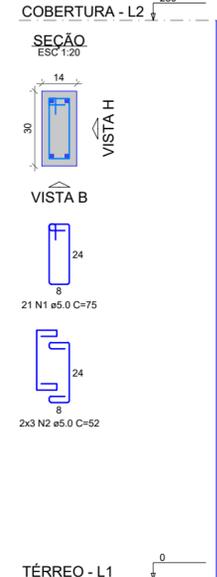
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	10.0	25.1	17
CA60	5.0	45.5	7.7
PESO TOTAL (kg)			
CA50		17	
CA60		7.7	

Volume de concreto (C-25) = 0,27 m³  
Área de forma = 5,63 m²

PILARES DA CASA

P1=P2=P3=P4=P7=  
=P10=P11=P12

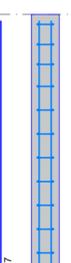
COBERTURA - L2



VISTA H  
ESC 1:25

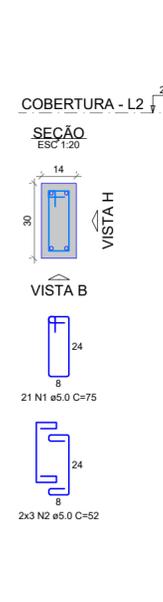


VISTA B  
ESC 1:25



P5=P6=P8=P9

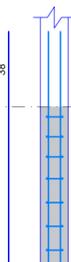
COBERTURA - L2



VISTA H  
ESC 1:25



VISTA B  
ESC 1:25



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	252	75	18900
CA60	2	5.0	72	52	3744
CA50	3	10.0	32	277	8864
CA50	4	10.0	16	318	5088

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	10.0	139.5	94.6
CA60	5.0	226.4	38.4
PESO TOTAL (kg)			
CA50		94.6	
CA60		38.4	

Volume de concreto (C-25) = 1,41 m³  
Área de forma = 29,57 m²

REVISÃO: DATA: DESCRIÇÃO:  
R0 20/02/2024 INICIAL

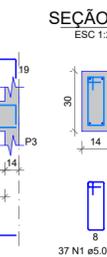
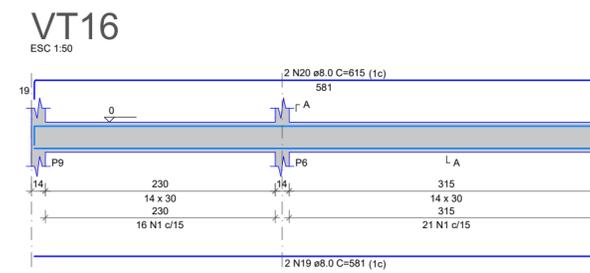
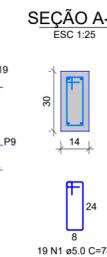
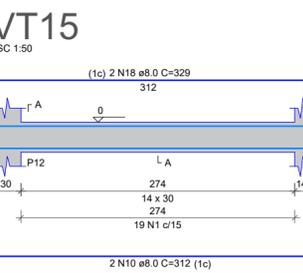
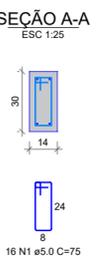
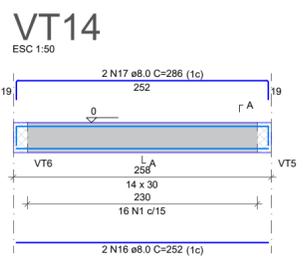
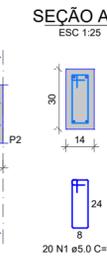
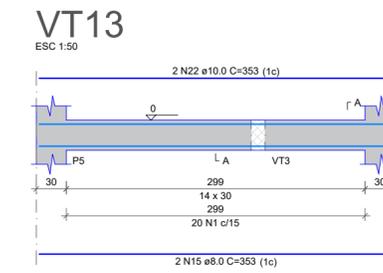
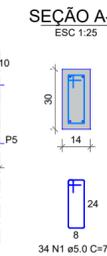
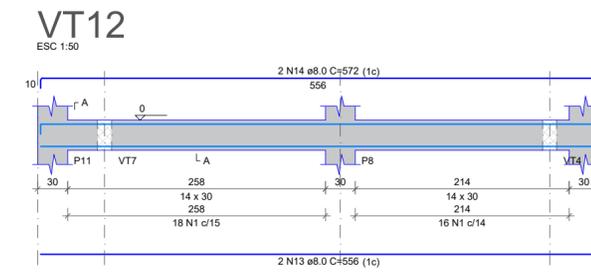
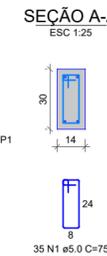
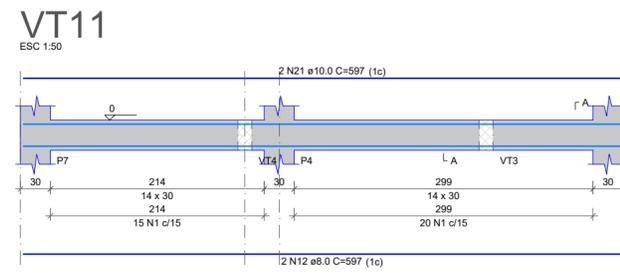
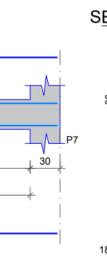
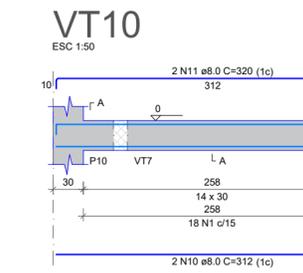
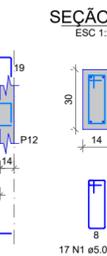
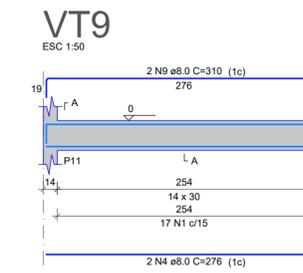
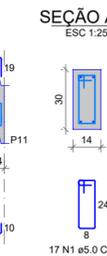
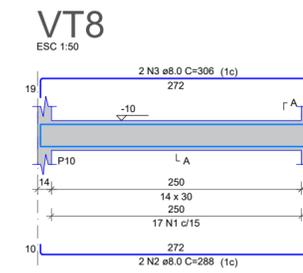
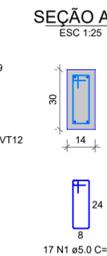
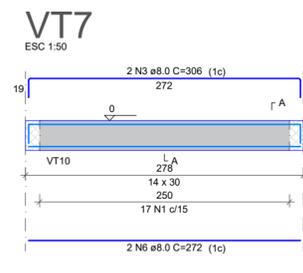
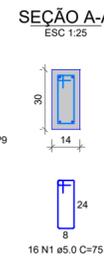
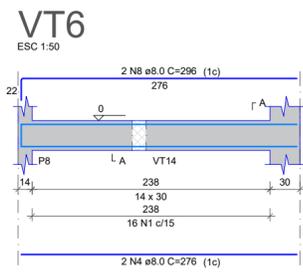
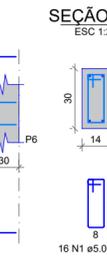
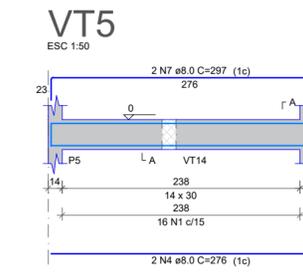
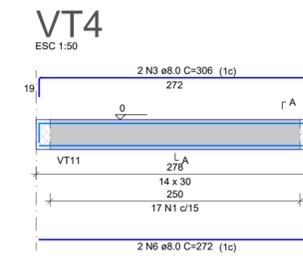
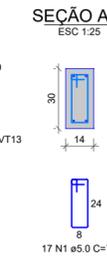
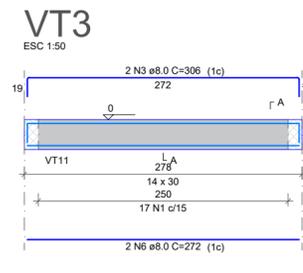
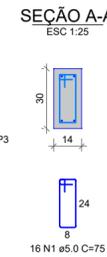
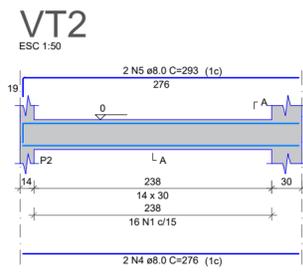
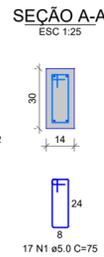
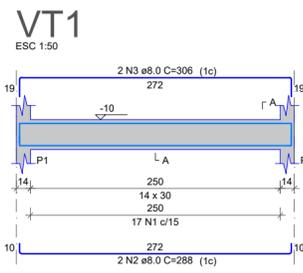
MAQUETE VIRTUAL:



PROJETO ESTRUTURAL



PROPRIETÁRIO RENAN TIZON BERNERT	LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
RESP. TÉCNICO ENG.º CIVIL CREA-PR	ENG.º CIVIL CREA-PR	ART DE PROJETO -
CONTEÚDO: DETALHAMENTO DOS BLOCOS E ARRANQUES DETALHAMENTO DOS PILARES DA CASA E DO ABRIGO DA CAIXA D'ÁGUA	ANOTAÇÕES: REV. 00 : ENTREGA INICIAL - 26/09/2024	ART DE EXECUÇÃO - DATA 26/09/24
		ESCALA INDICADA
		FOLHA 04/06
		DESENHO: ELDER SILVA
		ÁREA CONSTRUIDA: 48,64 m²



RELAÇÃO DO AÇO

VT1	VT2	VT3
VT4	VT5	VT6
VT7	VT8	VT9
VT10	VT11	VT12
VT13	VT14	VT15
VT16		

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	329	75	24675
CA50	2	8.0	4	288	1152
	3	8.0	10	306	3060
	4	8.0	8	276	2208
	5	8.0	2	293	586
	6	8.0	6	272	1632
	7	8.0	2	297	594
	8	8.0	2	296	592
	9	8.0	2	310	620
	10	8.0	4	312	1248
	11	8.0	2	300	640
	12	8.0	2	597	1194
	13	8.0	2	556	1112
	14	8.0	2	572	1144
	15	8.0	2	353	706
	16	8.0	2	252	504
	17	8.0	2	296	592
	18	8.0	2	329	658
	19	8.0	2	581	1162
	20	8.0	2	615	1230
	21	10.0	2	597	1194
	22	10.0	2	353	706

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	206.1	89.5
CA60	10.0	19	12.9
	5.0	246.8	41.8
<b>PESO TOTAL (kg)</b>			
CA50		102.4	
CA60		41.8	

Volume de concreto (C-25) = 2.04 m³  
Área de forma = 36.00 m²

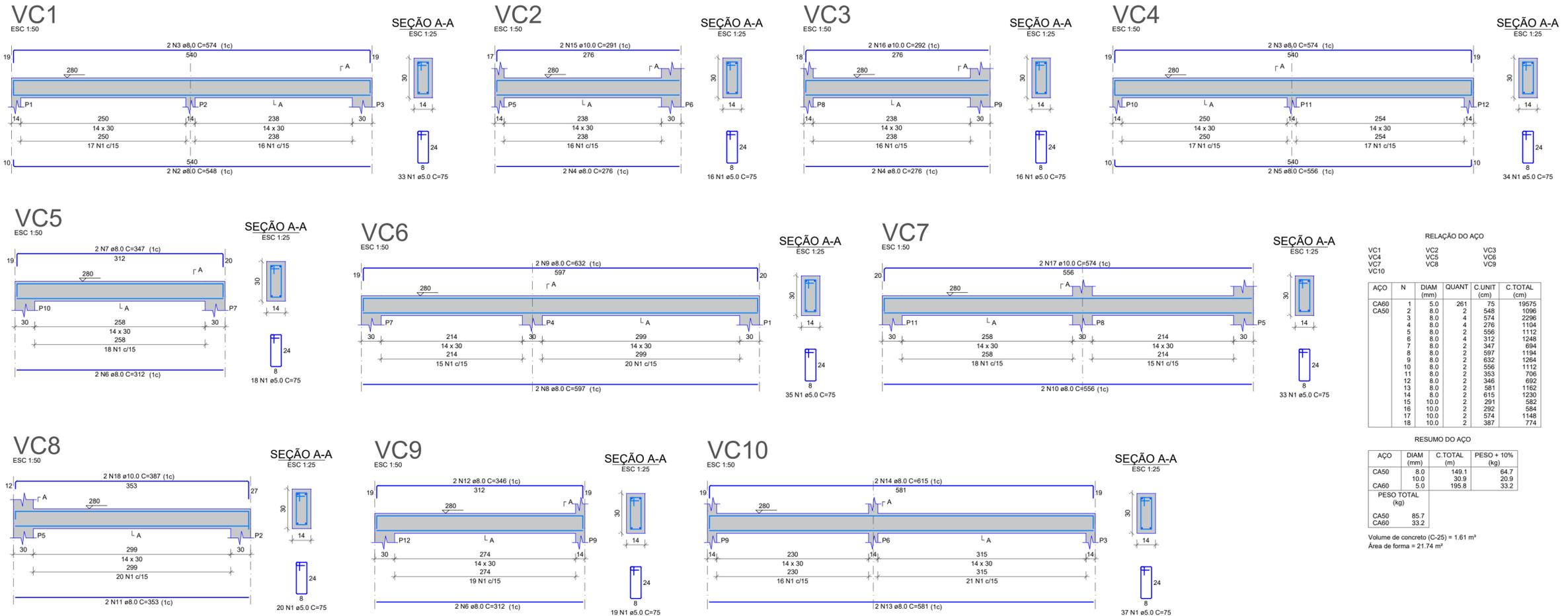
REVISÃO: **RO** DATA: 20/02/2024 DESCRIÇÃO: INICIAL



# PROJETO ESTRUTURAL

PROPRIETÁRIO <b>RENAN TIZON BERNERT</b>	LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR	RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	
RESP. TÉCNICO ENG.º CIVIL CREA-PR		ART DE PROJETO -	ART DE EXECUÇÃO -
CONTEÚDO: DETALHAMENTO DAS VIGAS DO PAVIMENTO TÉRREO		ANOTAÇÕES: REV. 00 : ENTREGA INICIAL - 26/09/2024	DESENHO: <b>ELDER SILVA</b>
		DESENHO: <b>ELDER SILVA</b>	FOLHA <b>05/06</b>
		ÁREA CONSTRUÍDA: <b>48,64 m²</b>	

## VIGAS DA COBERTURA



**RELAÇÃO DO AÇO**

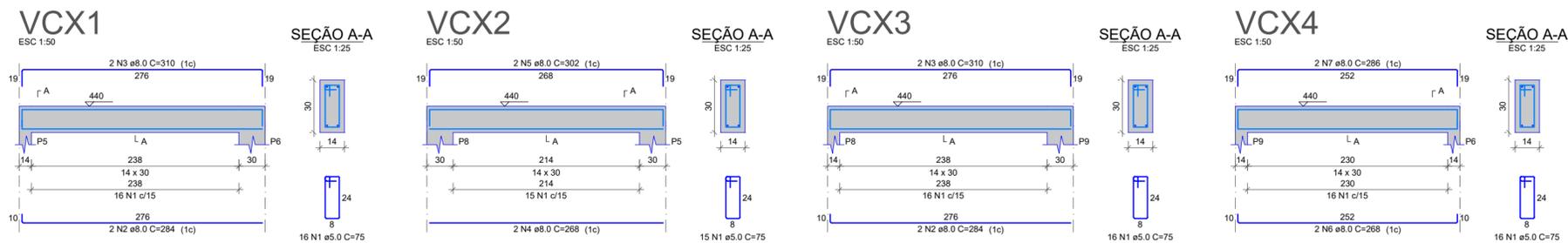
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	261	75	19575
CA50	2	8.0	2	548	1096
	3	8.0	4	574	2296
	4	8.0	4	276	1104
	5	8.0	2	556	1112
	6	8.0	4	312	1248
	7	8.0	2	347	694
	8	8.0	2	597	1194
	9	8.0	2	632	1264
	10	8.0	2	556	1112
	11	8.0	2	353	706
	12	8.0	2	346	692
	13	8.0	2	581	1162
	14	8.0	2	615	1230
	15	10.0	2	291	582
	16	10.0	2	292	584
	17	10.0	2	574	1148
	18	10.0	2	387	774

**RESUMO DO AÇO**

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	149.1	64.7
CA60	10.0	30.9	20.9
	5.0	195.8	33.2
<b>PESO TOTAL (kg)</b>			
CA50		85.7	
CA60		33.2	

Volume de concreto (C-25) = 1.61 m<sup>3</sup>  
Área de forma = 21.74 m<sup>2</sup>

## VIGAS DA CAIXA D'ÁGUA



**RELAÇÃO DO AÇO**

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	63	75	4725
CA50	2	8.0	4	284	1136
	3	8.0	4	310	1240
	4	8.0	2	308	616
	5	8.0	2	302	604
	6	8.0	2	268	536
	7	8.0	2	286	572

**RESUMO DO AÇO**

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	46.2	20.1
CA60	5.0	47.3	8
<b>PESO TOTAL (kg)</b>			
CA50		20.1	
CA60		8	

Volume de concreto (C-25) = 0.39 m<sup>3</sup>  
Área de forma = 6.81 m<sup>2</sup>

REVISÃO: **RO** DATA: 20/02/2024 DESCRIÇÃO: INICIAL

MAQUETE VIRTUAL:



# PROJETO ESTRUTURAL



PROPRIETÁRIO <b>RENAN TIZON BERNERT</b>		LOCAL DA OBRA Rua 901, nº116 - Jardim Carvalho Ponta Grossa - PR		<b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b>	
RESP. TÉCNICO _____ ENG.º CIVIL CREA-PR		ART DE EXECUÇÃO _____ ENG.º CIVIL CREA-PR		ART DE PROJETO _____ DATA <b>26/09/24</b>	
CONTEÚDO: DETALHAMENTO DAS VIGAS DA COBERTURA DETALHAMENTO DAS VIGAS DA CAIXA D'ÁGUA		ANOTAÇÕES: REV. 00 : ENTREGA INICIAL - 26/09/2024		ESCALA <b>INDICADA</b> FOLHA <b>06/06</b>	
		DESENHO: <b>ELDER SILVA</b>		ÁREA CONSTRUÍDA: <b>48,64 m<sup>2</sup></b>	



