



HAYLTON BERNARDES NETO (líder) - N281JA2  
DANIELA YUKI PINHEIRO TODO - N2973C5  
JOAO PEDRO CONTRERA MINGUES - D6164E4  
JOSE LEANDRO DA SILVA - T591CI4  
LUCAS DIAS ARANTES - N2522J1

## **ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO DE CONCRETO**

SÃO PAULO  
2020



HAYLTON BERNARDES NETO (líder) - N281JA2  
DANIELA YUKI PINHEIRO TODO - N2973C5  
JOAO PEDRO CONTRERA MINGUES - D6164E4  
JOSE LEANDRO DA SILVA - T591CI4  
LUCAS DIAS ARANTES - N2522J1

## **ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO DE CONCRETO**

Monografia apresentada a disciplina de  
APS como requisito básico para  
obtenção de nota semestral, denotado á  
UNIP – Indianópolis.  
Orientador: Prof. Devanil Borges.

SÃO PAULO  
2020

<b>1. Sumário</b>	
<b>2. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>5</b>
3.1. Objetivos específicos	5
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
<b>5. Analisando: ALVENARIA ESTRUTURAL X CONCRETO ARMADO</b>	<b>6</b>
5.1. Vantagens e desvantagens	6
5.2. Análise de custos	7
5.3. Especificações	8
<b>6. Analisando: Blocos Cerâmicos X Blocos Concreto</b>	<b>8</b>
6.1. Processo produtivo Blocos Cerâmicos	8
6.2. Processo produtivo Blocos de Concreto	11
<b>7. Desenvolvimento do projeto</b>	<b>14</b>
<b>8. Localização do Projeto</b>	<b>23</b>
<b>9. Desenvolvimento dos desenhos</b>	<b>25</b>
9.1. Planta Baixa	25
9.2. Cortes	27
<b>10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>30</b>

## 2. INTRODUÇÃO

A necessidade do homem proteger espaços em busca de abrigo, remonta à pré- história. Utilizando recursos naturais precisava defender-se dos predadores, dos rigores da natureza e de seus próprios semelhantes. Não demorou a perceber que sua sobrevivência dependia da segurança destes refúgios. Fechar espaços, eis a questão! A arte de construir evoluiu por milhões e milhões de anos.

A utilização dos ligantes na construção se fez necessária pela necessidade em consolidar peças menores, muito mais fáceis de serem encontradas e manuseadas. A mescla de cal com pozolana dos romanos deu lugar ao cimento que J. Smeaton fez na Inglaterra em 1750. A este primitivo aglomerante hidráulico - que secava com água - juntaram-se os agregados areia e pedra. Com a utilização cada vez maior desta mistura, era preciso definir suas propriedades. Em 1818 Vicat estabelecia na França as primeiras propriedades do concreto simples, quais sejam, cura, pega e resistência a compressão. Os precursores dos blocos de concreto que conhecemos hoje talvez sejam os que J. Bresser produziu na Virgínia/USA em 1904. A tentativa de mecanizar um processo de moldar vários blocos numa mesma forma, mesmo que manualmente, ganhava corpo.

O início do século XX abria a corrida para a fabricação de máquinas cada vez melhores. O desafio era - e ainda é - combinar as duas energias responsáveis pela excelência dos blocos pré-moldados de hoje. As energias de vibração e compactação da mistura precisam atuar devidamente ajustadas e harmonizadas. Só assim se consegue resistência, homogeneidade, aparência e economia.

Atualmente fabrica-se blocos por processos totalmente mecanizados e automatizados. De atividade tipicamente manual de construção civil, chegou-se a um dos processos industriais mais desenvolvidos no mundo. Atualmente, podemos definir o termo alvenaria como sendo o conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos, denominados unidades de alvenaria, conformado em obra e unidos entre si por meio da interposição de argamassa, projetado para resistir a esforços de compressão.

### **3. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo fazer um estudo do processo construtivo em alvenaria estrutural, analisando desde o projeto até a execução, avaliando a produtividade e a racionalização.

#### **3.1. Objetivos específicos**

- Desenvolvimento de planta baixa de modulação com detalhamento das amarrações, contemplando cortes e fachadas.
- Identificação das vantagens e desvantagens de tal uso deste método construtivo
- Acompanhar uma obra em alvenaria estrutural e visitar uma indústria produtora deste material para realizar a verificação dos procedimentos utilizados.
- Apontar e dissertar sobre as diferenças entre a alvenaria com blocos estruturais e a alvenaria de blocos cerâmicos.

### **4. METODOLOGIA**

O Desenvolvimento do projeto baseou-se em estudos a respeito de alvenaria estrutural comparando-a com outros sistemas construtivos, a fim de executar um projeto acadêmico com: Planta baixa, cortes e detalhamento do sistema.

Baseou-se em estudos comparativos, por meio de pesquisas em páginas especializadas no assunto e documentos normativos, com a finalidade de se encontram vantagens dos materiais que seriam utilizados para a execução da obra.

## **5. Analisando: ALVENARIA ESTRUTURAL X CONCRETO ARMADO**

A alvenaria estrutural e o concreto armado são dois métodos de estrutura muito utilizados na construção civil brasileira e são bastante parecidos entre si. De acordo com o professor Marcos Monteiro, do curso de Engenharia Civil do Instituto Mauá de Tecnologia, “a principal diferença entre esses dois tipos de estruturas são as alvenarias”. Nas estruturas de concreto armado, as alvenarias fazem a função apenas de vedação, ou seja, não participam do sistema resistente da edificação, que é formado pelas lajes, vigas, pilares e elementos de fundação.

A norma ABNT NBR 15961 especifica os requisitos mínimos exigíveis para o projeto de estruturas de alvenaria de blocos de concreto, aplicada também à análise do desempenho estrutural de elementos de alvenaria de blocos de concreto inseridos em outros sistemas estruturais. O projeto de uma estrutura de alvenaria deve ser elaborado adotando o sistema estrutural adequado à função desejada para a edificação e ações compatíveis e representativas; dimensionamento e verificação de todos os elementos estruturais presentes; especificação de materiais apropriados e de acordo com os dimensionamentos efetuados; procedimentos de controle para o projeto.

### **5.1. Vantagens e desvantagens**

A grande vantagem da alvenaria estrutural é que, à medida que a edificação vai sendo construída, ela já fica protegida das intempéries, já que as alvenarias que estruturam a edificação. Os blocos de alvenaria estrutural possuem melhor qualidade dimensional e de superfície. “Isso, aliado às maiores exigências de prumo e alinhamento das paredes e à inexistência de vigas, conduz a fachadas mais regulares e de menores consumos de argamassas de regularização”, destaca Marcos Monteiro. Com o uso da alvenaria estrutural os requadros entre estrutura e vedações são, praticamente, eliminados, conduzindo a uma maior produtividade e menores custos na execução dos revestimentos internos.

No concreto armado, as restrições de vãos e da altura da edificação são menores do que na alvenaria estrutural. “Vãos de 6 a 7 metros e edifícios com 40 a 50 pavimentos tem como solução as estruturas de concreto armado. Nas estruturas de concreto armado, as alvenarias atuam apenas como vedações”, aponta. Assim, é possível o remanejamento das mesmas para alterações de “layout”. Além disso, os subsolos com garagens, necessariamente, devem ser executados em estruturas de concreto armado, para que se tenham apoios pontuais (pilares) e liberação de áreas para circulação e estacionamento.

## **5.2 Análise de custos**

De acordo com o docente, os custos são influenciados por diversos fatores, que vão desde a tipologia da edificação, a adequação da mão de obra, até o processo construtivo em uso. Mas, de forma geral, dentro dos limites citados acima (vãos entre 4 a 5 metros, edifícios entre 12 e 15 pavimentos e, preferencialmente, com alvenarias chegando às fundações).

A alvenaria estrutural é extremamente competitiva, podendo chegar a reduções de custos de execução entre 10 e 15%. “Edificações onde se necessite de lajes de transição, da utilização de blocos de maiores resistências e onde se tenha aumento das regiões ‘grauteadas’ devem ser objeto de uma cuidadosa análise para que se confirme a viabilidade na utilização da alvenaria estrutural”, destaca.

Em geral, a escolha se dá a partir da análise quanto ao sistema que conduzirá a menores custos finais de execução. Daí, com relação ao aspecto custo, o sistema de alvenaria estrutural é bastante competitivo nas edificações com as seguintes características: apartamentos de baixo e médio padrão, onde a impossibilidade de remanejamento de alvenarias não deprecia o produto.

### **5.3. Especificações**

De acordo com a norma de especificação ABNT NBR 15961-1:2011, deve-se realizar uma análise estrutural com o objetivo de garantir o equilíbrio tanto dos elementos quanto da estrutura no geral. O projeto de alvenaria deve conter os desenhos técnicos e especificações onde deve apresentar informações auxiliares para a execução de acordo com os critérios pré-definidos, conforme indicações abaixo:

- Sistema estrutural adequado à função;
- Ações representativas e compatíveis;
- Verificação de todos os elementos;
- Uso de materiais indicados para cada situação;
- Procedimentos de controle e manutenção.

Em alguns casos, como muros e outras plantas e elevações, deve-se indicar também o posicionamento dos blocos especiais, além de detalhes de amarração das paredes, localização dos grautes e armaduras, bem como o posicionamento correto das juntas de controle de dilatação.

## **6. Analisando: Blocos Cerâmicos X Blocos Concreto**

### **6.1. Processo produtivo Blocos Cerâmicos**

#### **6.1.1. Introdução**

A argila é a principal matéria-prima utilizada na produção da cerâmica vermelha. Trata-se de um material natural, de estrutura terrosa e de textura fina. A cerâmica vermelha compreende todos os produtos feitos com matérias-primas argilosas, que após queima apresentam coloração avermelhada (MINEROPAR, 2000).

O processo industrial da cerâmica vermelha envolve diversas fases de processamento, tais como coleta da argila, preparação, mistura, secagem e



queima, até obtenção dos produtos finais, podendo cada etapa influenciar decisivamente na etapa seguinte (BACCELLI JR., 2010).

### **6.2.1 Materiais e Métodos**

#### **1ª Etapa: Coleta da Argila**

A argila cerâmica utilizada pela olaria se encontra pronta para utilização no processo de fabricação e é coletada em uma jazida formada por sedimentação aluvial, localizada na região do médio-baixo vale do rio Ivaí. A argila apresenta características variadas de acordo com a profundidade que se encontra, sendo notada a presença de matéria orgânica na parte superior. Após a coleta, a argila é transportada até a olaria, localizada a 300 metros de distância da jazida, aproximadamente, e depositada a céu aberto.

#### **2ª Etapa: Preparação e Mistura**

Nessa fase são formados pequenos montes de argilas que são misturados e homogeneizados por equipamentos mecânicos, como retroescavadeiras, para serem transportados para a caixa alimentadora. Posteriormente, a mistura é umedecida com água para facilitar a homogeneização, seguindo para o laminador. A mistura, em forma de pasta consistente, é transportada por meio de correia para a etapa de extrusão.



Figura 1: Etapa de Preparação e Mistura do Bloco

### 3ª Etapa: Extrusão

É o processo de conformação mecânica do bloco, no qual a extrusora, conhecida como Maromba, é responsável por dar o formato desejado ao produto. A extrusão ocorre durante a passagem da massa, sob alta pressão pela boquilha (peça em aço com o formato do perfil do bloco cerâmico) que está instalada na saída da extrusora para moldagem da massa. A massa extrudada em forma de barra contínua é encaminhada para a etapa de corte.

### 4ª Etapa: Corte

O corte dos blocos cerâmicos é realizado por meio de um sistema mecanizado, acoplado na saída da extrusora, que opera em sincronia com o deslocamento das peças, cujo movimento é da esquerda para a direita e vice-versa. A máquina de corte é composta por 5 fios de aço tensionado que efetuam o corte da barra cerâmica de cima para baixo (Figura 2). Em seguida, os blocos produzidos são transportados para o galpão de secagem.



Figura 2: Etapa de corte do Bloco

### 5ª Etapa: Secagem

O processo de secagem consiste na eliminação da água utilizada na fabricação dos produtos cerâmicos. A secagem dos blocos cerâmicos é realizada de forma lenta e em local fechado para evitar o surgimento de fissuras

superficiais. As peças fabricadas são mantidas em temperatura ambiente, no interior do galpão, sem incidência de luz solar ou vento. Após a secagem natural, aproximadamente 5 dias, os blocos são colocados no interior do forno da olaria para garantir uma queima homogênea.

#### 6a Etapa: Queima

Após a secagem, as peças cerâmicas são transportadas para o forno. O material cerâmico é queimado a temperaturas da ordem de 750<sup>o</sup> C a 1.000<sup>o</sup> C, por aproximadamente 4 dias. Após a queima e resfriamento, os blocos cerâmicos desenformados estão aptos para a comercialização.

## **6.2. Processo produtivo Blocos de Concreto**

### **6.2.1. Matérias-Primas**

Devem ser compradas em quantidades compatíveis com a cadência de produção prevista (areia, cimento e brita). Vale lembrar que o cimento é um produto que se perde com muita facilidade, tanto pelo contato com a umidade, quanto pelo decorrer do tempo.

### **6.2.2. A Produção**

O processo produtivo compõem-se da:

- Definição de Matrizes. Cada matriz (forma) é definida em função do tipo de bloco que será produzido.
- Preparação do Concreto. Existem dois tipos de blocos:
  - \* Rústicos (simples). Utilizam-se pó de pedra, pedrisco e cimento;
  - \* Lisos. Utilizam-se areia, pedrisco e cimento.
- Compactação. A massa uniforme segue para ser compactada, adquirindo a forma desejada.
- Secagem e Cura Controlada. Após a compactação, os blocos devem ser transportados/depositados em um local específico (pista com estantes de duas

ou três prateleiras de madeira (compensada), previamente besuntadas com óleo queimado para evitar que grudem), onde receberão pequenos jatos d'água, de tempos em tempos, para a secagem.

- Estocagem. Depois de secos e curados, os blocos são estocados para a comercialização.



(a) Blocos recém-moldados



(b) Blocos sendo colocados em armários para cura



(c) Bloco fissurado



(d) Blocos quebrados durante o processo de produção



(e) Armazenamento no pátio de estocagem



(f) Blocos paletizados prontos para serem transportados

Figura 3: Etapas da Produção

**OBS.** Para melhor garantia ao atendimento do consumidor, blocos devem atender às Normas Técnicas Brasileiras.

### **6.2.3. Diversos tipos de Blocos de concreto.**

Existe alguns tipos de blocos e estes atendem a necessidades distintas, tais como: - Blocos com fundo. É uma peça fora das Normas que ainda sobrevive em mercados pouco exigentes. Pelo lado de quem fabrica, o fundo acrescenta rigidez estrutural à peça. Não melhora a resistência à compressão. É a peça preferida dos fabricantes que ainda não dispõem de equipamentos sofisticados em relação às energias de vibração e compactação.

- Blocos de Concreto para Alvenaria. Quanto ao aspecto devem ser homogêneos, compactos e com arestas vivas, não apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento, resistência e durabilidade ou o acabamento em aplicações aparentes, sem revestimento. Se destinados a receber revestimento, devem ter a superfície suficientemente áspera para garantir uma boa aderência. É importante observar as dimensões estabelecidas em norma, bem como seus limites de tolerância. Quando vazados, observar ainda a espessura das paredes que compõem os blocos, pois fora das especificações, comprometem sua resistência.

- Blocos de Concreto para Pavimentação. Quanto ao aspecto, devem ser homogêneos, compactos e não apresentar trincas e fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o assentamento, o desempenho estrutural ou a estética do pavimento. Em relação a resistência à Compressão: Tráfego de veículos comerciais de linha maior ou igual a 35 MPa. Tráfego de veículos especiais ou com efeitos acentuados de abrasão maior ou igual a 50 MPa.

### **6.2.4. UTILIZAÇÃO / VANTAGENS dos Blocos de concreto**

Quanto à utilização dos blocos de concreto vazados, destacam-se as seguintes vantagens:

- levantamento de paredes com maior velocidade, devido ao tamanho maior das peças quando comparadas aos tijolos convencionais, o que também permite que as paredes sejam erguidas com alinhamento mais definido;



- as paredes permitem a passagem de tubulações destinadas às instalações elétricas, telefônicas e sanitárias, eliminando o trabalho posterior de cortar as paredes para o embutimento das canalizações.

Blocos de Vedação: destinam-se ao fechamento de vãos de prédios;

Blocos Aparentes ou Arquitetônicos: função decorativa;

Blocos Estruturais: permitem que as instalações elétricas e hidráulicas fiquem embutidas já na fase de levantamento da obra.

Os Blocos de Vedação e os Blocos Estruturais feitos de concreto são, aparentemente, fisicamente idênticos. Entretanto, os Blocos Estruturais possuem paredes mais espessas, o que lhe confere maior resistência aos esforços de compressão e, portanto, podem ser usados para dar sustentação às construções.

## **7. Desenvolvimento do projeto**

Após discussões internas foram definidas que nossa proposta para o processo construtivo deveria ser realizada de alvenaria estrutural com a utilização de blocos de concreto.

O projeto comercial proposto deve preencher uma área total de 57,55m<sup>2</sup>, sendo dividido em duas salas comerciais de mesmo dimensionamento, e uma área externa em comum, um jardim de inverno composto de grama Esmeralda, a fim de evitar podas recorrentes. Para um projeto com este método construtivo de alvenaria estrutural com bloco de concreto, seguindo suas especificações, foi decidido utilizar os seguintes materiais:

## **7.1. Blocos**

Para a Elevação da alvenaria, é necessário seguir os seguintes procedimentos:

### 01ª fiada

1. Posicionar as linhas nos escantilhões para garantir o alinhamento e o nivelamento das fiadas;
2. Para a execução da primeira fiada, é necessário molhar a superfície do pavimento na direção da parede antes da aplicação da argamassa;
3. Aplicar a argamassa de assentamento na largura aproximada do bloco, criando um sulco com a extremidade da colher de pedreiro;
4. Iniciar o assentamento pelos cantos, de forma que eles sirvam de referência para o alinhamento das fiadas;
5. Importante criar referências de blocos mestres ou estratégicos para facilitar o assentamento.

Realizar as seguintes verificações na 01ª fiada:

- Posição das instalações elétricas e hidro sanitárias;
- Posição dos blocos com aberturas destinadas a limpeza dos pontos que serão grauteados;
- Locação e tolerâncias dimensionais dos vãos de portas e shafts.

### Demais fiadas

1. Aplicar a argamassa nas paredes longitudinais dos blocos utilizando palheta, bisnaga ou meia cana;
2. Aplicar a argamassa nas paredes transversais com colher ou bisnaga, mas é importante ficar atento ao projeto, pois há possibilidades de o projetista optar por não aplicar argamassa nessas paredes;

3. Preencher as juntas verticais durante o assentamento dos blocos através da aplicação de dois filetes de argamassa nas paredes laterais utilizando bisonha ou colher;
4. Assentar os blocos e utilizar a colher para retirar o excesso de argamassa;
5. Assentar os blocos tipo “U” (canaleta), tipo “J” e tipo compensador para a execução de cintas, vergas, contra vergas e pontos de grauteamento conforme projeto estrutural;
6. Por fim, realizar a instalação dos gabaritos de janelas ao atingir a fiada indicada no projeto.

Se atentar as seguintes observações:

- No caso de chuvas, as paredes devem ser protegidas;
- No caso de alvenaria aparente, se atentar ao não sujar o bloco, usar ferramentas apropriadas para fazer as juntas e não proceder a limpeza imediatamente após a execução do frisamento das juntas para não danificá-las;
- Nas deslocar o bloco da posição depois de assentado.

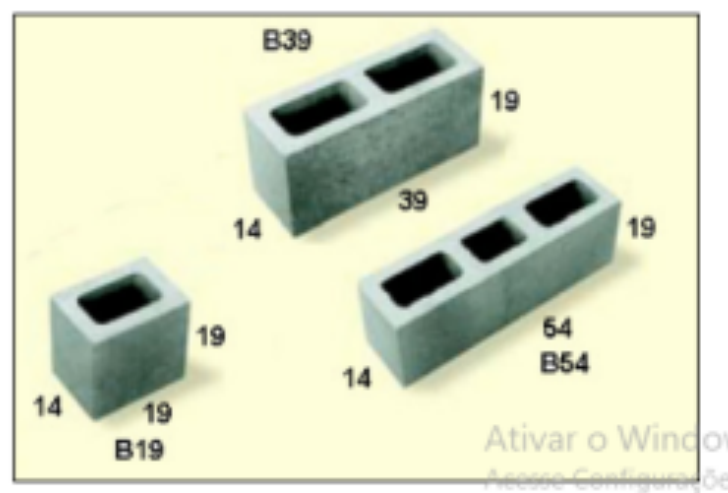


Figura 4: Blocos da Família 39



## 7.2. Graute

O graute é um tipo de concreto, feito com brita mais fina do que a do concreto convencional (brita 0) e aplicado nos vazados dos blocos cerâmicos. Os blocos que forem ser preenchidos por graute podem ter adição de barras de aço ou não, assemelha-se com as colunas de construções convencionais. Seu principal objetivo é de aumentar a resistência das paredes estruturais, então os pontos de grauteamento são escolhidos no desenvolvimento do projeto para garantir sua eficiência.

Principais componentes do graute:

- Cimento Portland;
- Adições minerais: pozolanas, sílica ativa, filler calcário ou cargas minerais;
- Aditivos em pó: superplastificantes, aditivos antilavagem dos finos e expansores retentores de água;
- Agregados (areia e pedrisco): de origem quartzosa, granitos ou areia de sílica;
- Polímeros (acrilatos ou SBR).

Preparação do graute:

1. O principal cuidado indicado na preparação da obra é a limpeza do local de aplicação do graute. Após a limpeza, basta saturar a superfície preparada com água, sempre evitando o empoçamento do líquido. Isso torna o espaço úmido e mais receptivo à aplicação da massa de concreto.
2. Para a mistura da massa, é comum a indicação de uso de um baixo teor de cal. Esse cuidado diminui a chance de falhas de retração da massa, garantindo maior aderência do produto. Já para garantir a fluidez do material, é interessante tratar a relação água/cimento como 0,9. Enquanto isso, a resistência do concreto à pressão deve ser de, pelo menos, 14MPa.

3. A aplicação do graute visa garantir que a massa seja aplicada na quantidade e nos locais corretos, espalhando-se e preenchendo por completo todo o vão disponível.

Por fim, há a etapa de cura do graute, da sua secagem. Um cuidado necessário nessa fase é evitar que o produto seque todo de uma vez, rápido demais. Isso porque, o concreto é um material sujeito a quebras e fissuras, que acontecem principalmente em situações de cura rápida. Logo, costuma ser utilizada a cura química, em que um material específico é aplicado à superfície. Ele evita que o concreto perca.

### **7.3. Argamassa**

A argamassa de assentamento é o componente que faz a ligação entre os tijolos ou blocos da alvenaria de vedação. Normalmente é composta por cimento, cal, areia e água em proporção definida de acordo com o local de aplicação.

A argamassa pode ser dosada em obra ou industrializada, o projetista deve avaliar o custo-benefício das opções para escolher.

A argamassa é composta por cimento, cal, areia, água e aditivo. Cada componente tem uma função específica, sendo o cimento responsável pela resistência mecânica, a cal pela trabalhabilidade, a areia pela economia de cimento, a água pela reação com o cimento e trabalhabilidade, e aditivo variando de acordo com a necessidade.

#### **Traço de argamassa**

A definição do traço de argamassa para assentar tijolos depende principalmente de sua função e local de aplicação. O traço para argamassa de assentamento será diferente do traço da argamassa de revestimento e da argamassa de assentamento de revestimento.

A relação dos materiais utilizados para argamassa é dada em proporção de volume, sempre na ordem: Cimento – Cal – Areia. Por exemplo, o traço 1:2:8 indica que são necessárias 8 latas de areia e 2 latas de cal para cada lata de cimento.

É importante estar atento às proporções pois exagerar na quantidade de qualquer um dos insumos pode comprometer a qualidade e segurança do projeto e causar patologias na alvenaria.

### Bloco de Concreto

Por possuir uma área de contato menor que o tijolo e suportar carga estrutural, no sistema de alvenaria estrutural é necessário que a fabricação ou aquisição da argamassa para assentamento de blocos de concreto tenha um controle mais rigoroso e siga as especificações das normas citadas nas referências.

Além da argamassa dosada em obra (convencional), há também as que já são comercializadas prontas ou pré-misturadas. A grande vantagem da utilização de argamassa industrializada se dá pela rapidez e controle de qualidade.

Infelizmente, é comum que o traço da argamassa dosada em obra seja alterado, sem aprovação do responsável pela obra, para melhorar sua trabalhabilidade. Essa prática compromete a qualidade final do produto e pode gerar patologias na alvenaria.

### Comparativo: Argamassa Dosada em Obra x Argamassa Industrializada

De acordo com nossos cálculos, a argamassa dosada em obra é mais barata ao analisar apenas os materiais utilizados. É necessário ainda considerar o custo com a mão de obra necessária para realizar a mistura e o tempo. Além do custo é necessário avaliar também outras vantagens de se utilizar argamassas industrializadas oferecem vantagens como maior controle de qualidade e redução do desperdício.

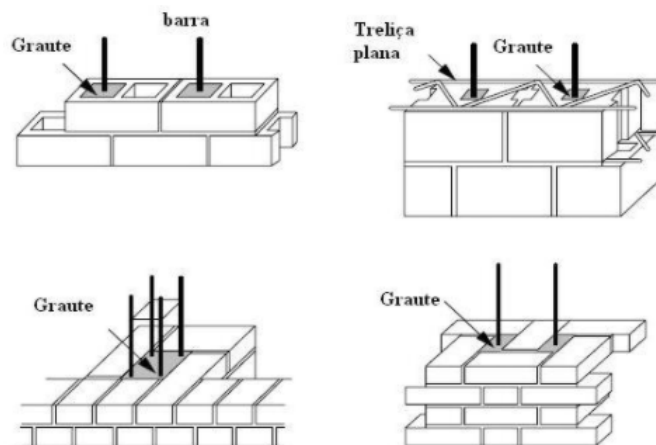
No caso das argamassas poliméricas há ainda uma redução significativa no peso da estrutura, pois são cerca de 10 vezes mais leves que as argamassas convencionais. A redução do peso pode diminuir o gasto com estrutura e fundação. Para exemplificar, se tivéssemos um prédio de 20m x 20m e pé direito de 3m, reduziríamos o peso da estrutura em 3,7 toneladas por pavimento, considerando apenas as paredes externas.

#### 7.4. Armaduras

A armadura na alvenaria combate os esforços de flexão nos elementos tais como vigas, vergas, contravergas, cintas. Também proporciona mais capacidade de deformação. É muito importante em elementos estruturais tipo muro de arrimo onde ocorre uma flexão fora do plano da parede. As armaduras são utilizadas também para viabilizar as amarrações indiretas.

As armaduras utilizadas para o reforço e as cintas em alvenaria são em geral barras lisas ou de alta aderência, preparadas no canteiro de obra ou pré-fabricadas. O aço pode ser um aço-carbono ou aço inoxidável. As propriedades gerais dos aços e das armaduras são definidas pela norma (ABNT no Brasil). Em geral, o limite característico de elasticidade ( $f_y$ ) dos aços utilizados na construção civil está entre 400 e 600 MPa.

Na alvenaria, os blocos furados permitem a colocação das armaduras verticais. As armaduras horizontais podem ser de dois tipos : de barras ordinárias como no concreto convencional e pré-fabricado na forma de telas, treliças, etc.



Armaduras verticais

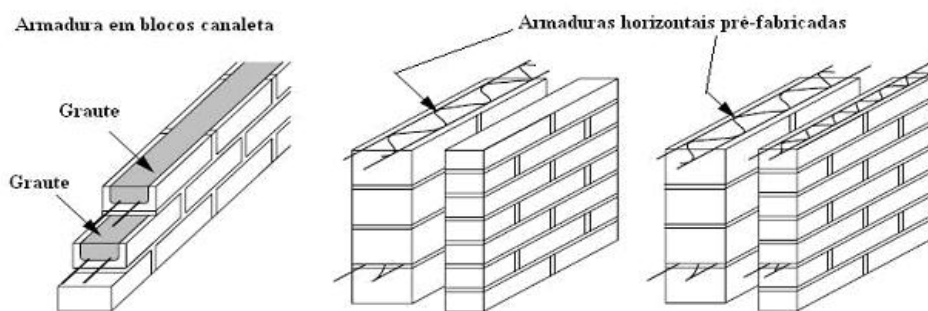


Figura 5: Detalhes das barras de aço na Alvenaria

Nas juntas recomenda-se o uso de um diâmetro mínimo de 4mm não devendo ultrapassar a metade da espessura da junta para garantir o cobrimento apropriado.

### 7.5. Laje treliçada com isopor

A laje de isopor também chamado de EPS é muito utilizado em construções de alvenaria estrutural e a técnica utilizada para a laje de isopor inclui a uma estrutura feita com vigotas de concreto e ferragem, criando suporte para o encaixe do isopor. Após essa estrutura de sustentação ficar pronta, são encaixadas as placas de isopor que formam a base da laje. Com toda a laje de isopor instalada, são posicionadas escoras que darão sustentação a concretagem superior. O processo não acaba com o encaixe do isopor, depois das placas são usadas escoras em pontos determinados para dar sustentação e assim o espaço entre laje e telhado é preenchido com concreto. O concreto que faz esse preenchimento deve ser espalhado imediatamente após a aplicação e depois de tudo preenchido, e seco.

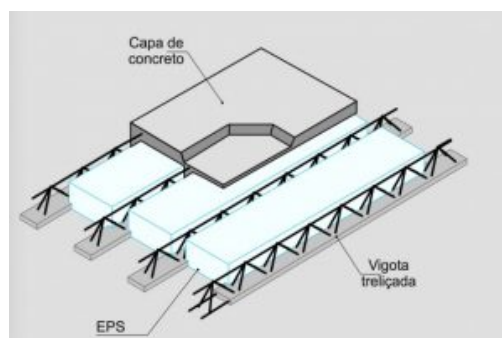


Figura 6: Esquematização da laje

As vantagens da laje treliçada com EPS é o valor do mercado que chega aproximadamente R\$ 25 m<sup>2</sup>, mais barato que a lajota de cerâmica.

Outras vantagens são o isolamento térmico que é primordial para manter o equilíbrio da temperatura interna, sem absorver ou perder demais as temperaturas, e manter um clima agradável para o interior da construção; facilidade de instalar conduítes comparada com qualquer outro tipo de laje, o modelo de isopor é o mais fácil para passar conduítes de energia, podendo ser cortados nos pontos necessários e tornando a tarefa mais fácil, já que as mangueiras que conduzem fios podem ser instaladas em qualquer ponto da laje; o transporte e o manuseio desse material é muito fácil por ter a facilidade de cortar ou transportar por causa do peso; ocorre pouca perda de material pois os outros podem quebrar e ficar inúteis para a obra; um dos melhores materiais em relação ao isolamento acústico; rapidez da montagem por causa do peso; fundações com menores cargas e por fim ela dispensa a estrutura de madeira diminuindo muito o custo da obra.



Figura 7: Demonstração do processo de montagem da laje

Agora vamos falar um pouco das desvantagens do isopor, apesar de ser um excelente isolante térmico, a laje de isopor exige um bom projeto para ser eficaz. Caso a residência não tenha boa circulação de ar e janelas bem orientadas para as posições do sol, a laje pode ser uma má escolha e tornar-se um contribuinte para manter a temperatura da casa, que pode ser excessivamente quente ou fria; ao invés de equilibrar a temperatura e manter o clima agradável, a outra desvantagem é a pouca diferença de preço em relação a laje de cerâmica, e isso tende a escolha para o método mais tradicional que é a utilização da cerâmica e

por fim o isopor é um material não reciclável, descartando a possibilidade do mesmo.

## ALVENARIA ESTRUTURAL

### Ligação Alvenaria / Laje      Paredes externas

#### Laje externamente não aparente - Bloco "J"

Uso de bloco compensador nas paredes internas

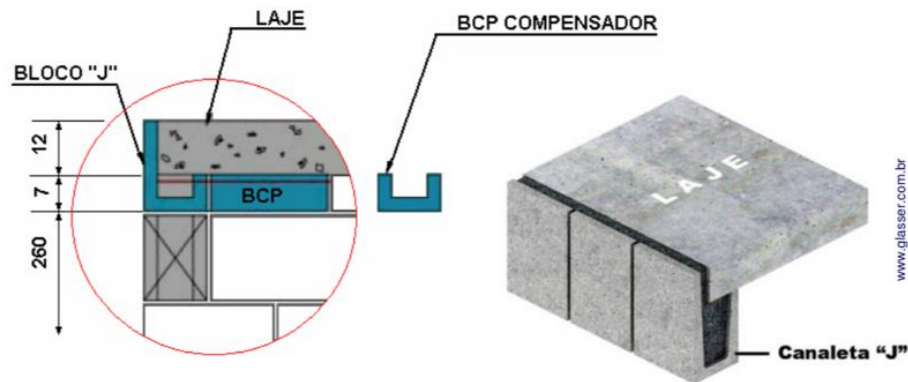


Figura 8: Detalhe da ligação de alvenaria estrutural com a laje

## 8. Localização do Projeto

Para a localização de nosso empreendimento critérios como proximidade a metro e área comercial foi de suma importância para a escolha do local, uma rua com fácil entrega de materiais e bem movimentada para um futuro comércio. A escolha, portanto, foi de um terreno localizado na Avenida dos Carinás, número 64, localizado no Bairro de Moema em São Paulo, próximo ao metro Eucaliptos. Terreno onde hoje se encontra a venda pelo fato de comportar apenas um estacionamento. O Terreno possui 64 m<sup>2</sup>, comportando perfeitamente nosso empreendimento.



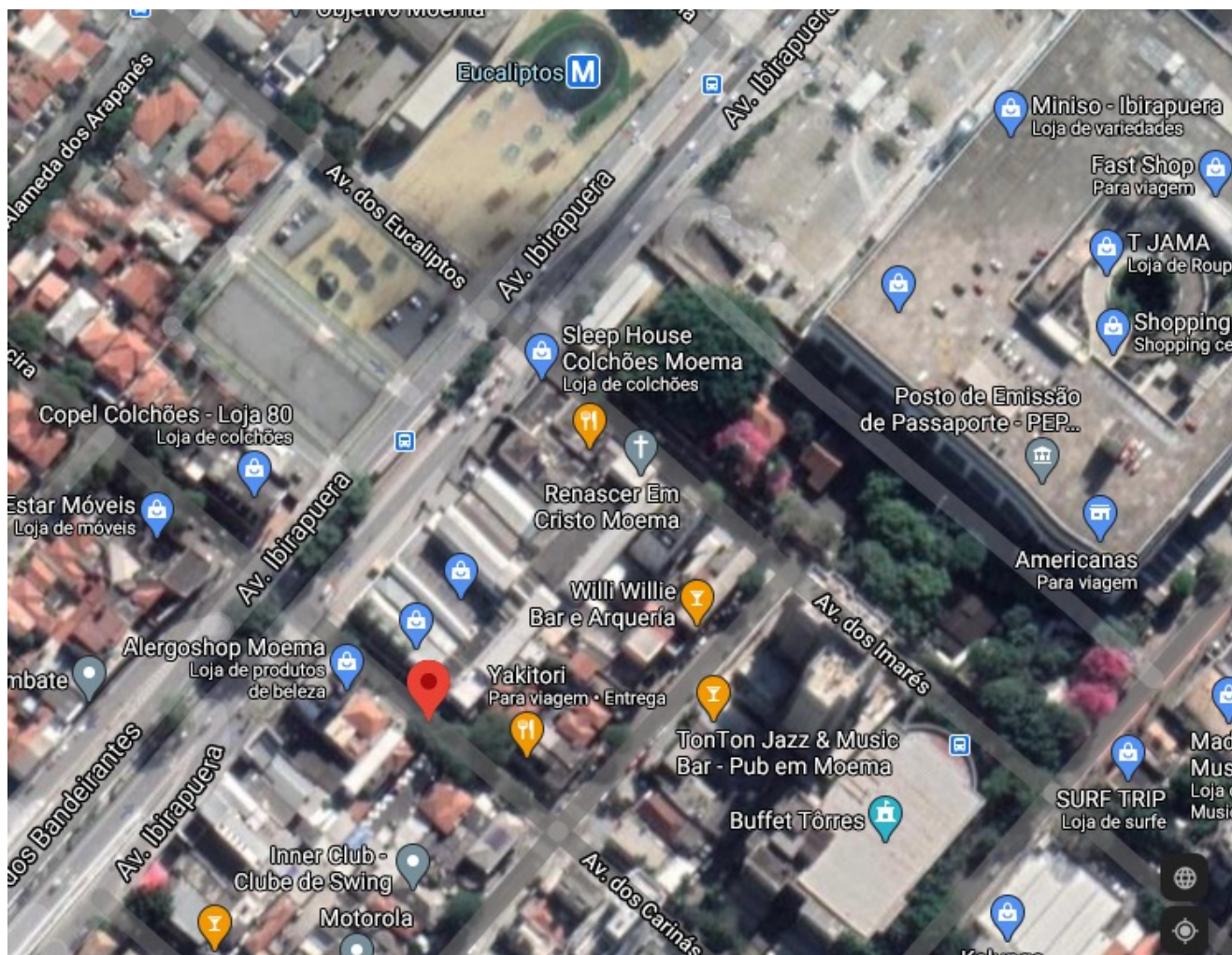


Figura 9: Localização do empreendimento

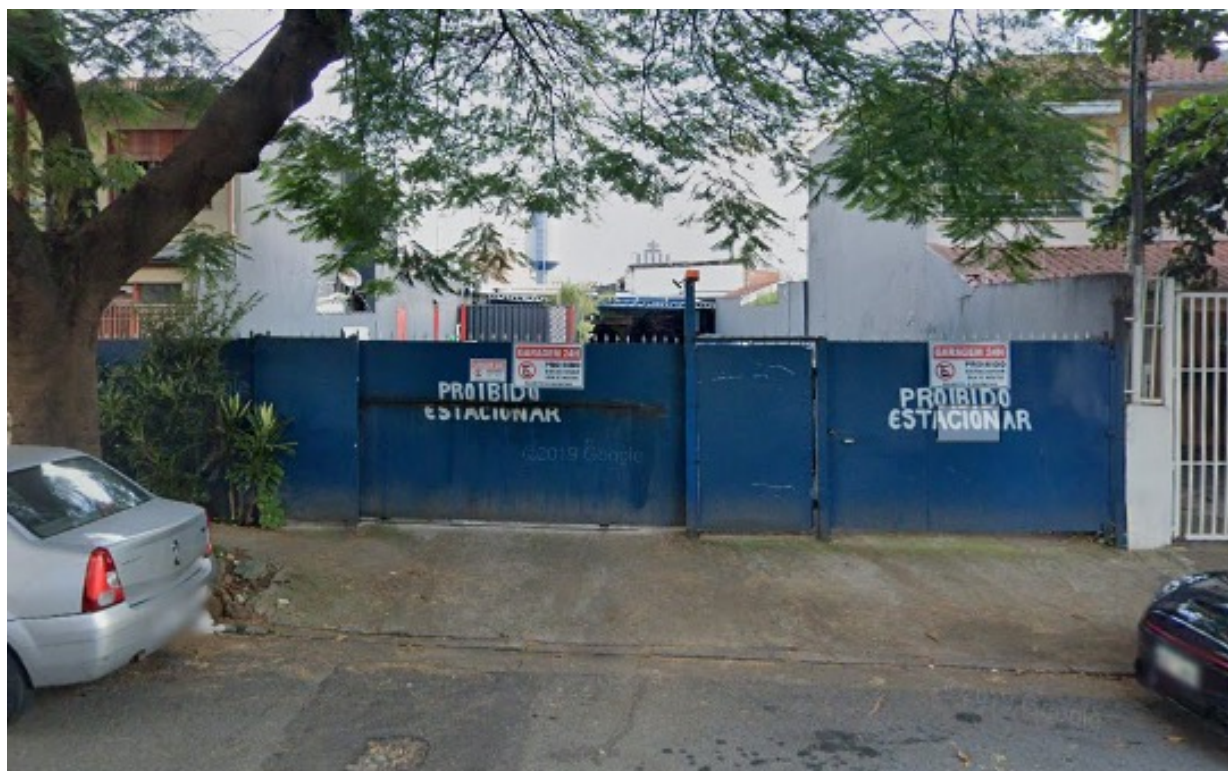


Figura 10: Foto frontal do Terreno



## 9. Desenvolvimento dos desenhos

### 9.1. Planta Baixa

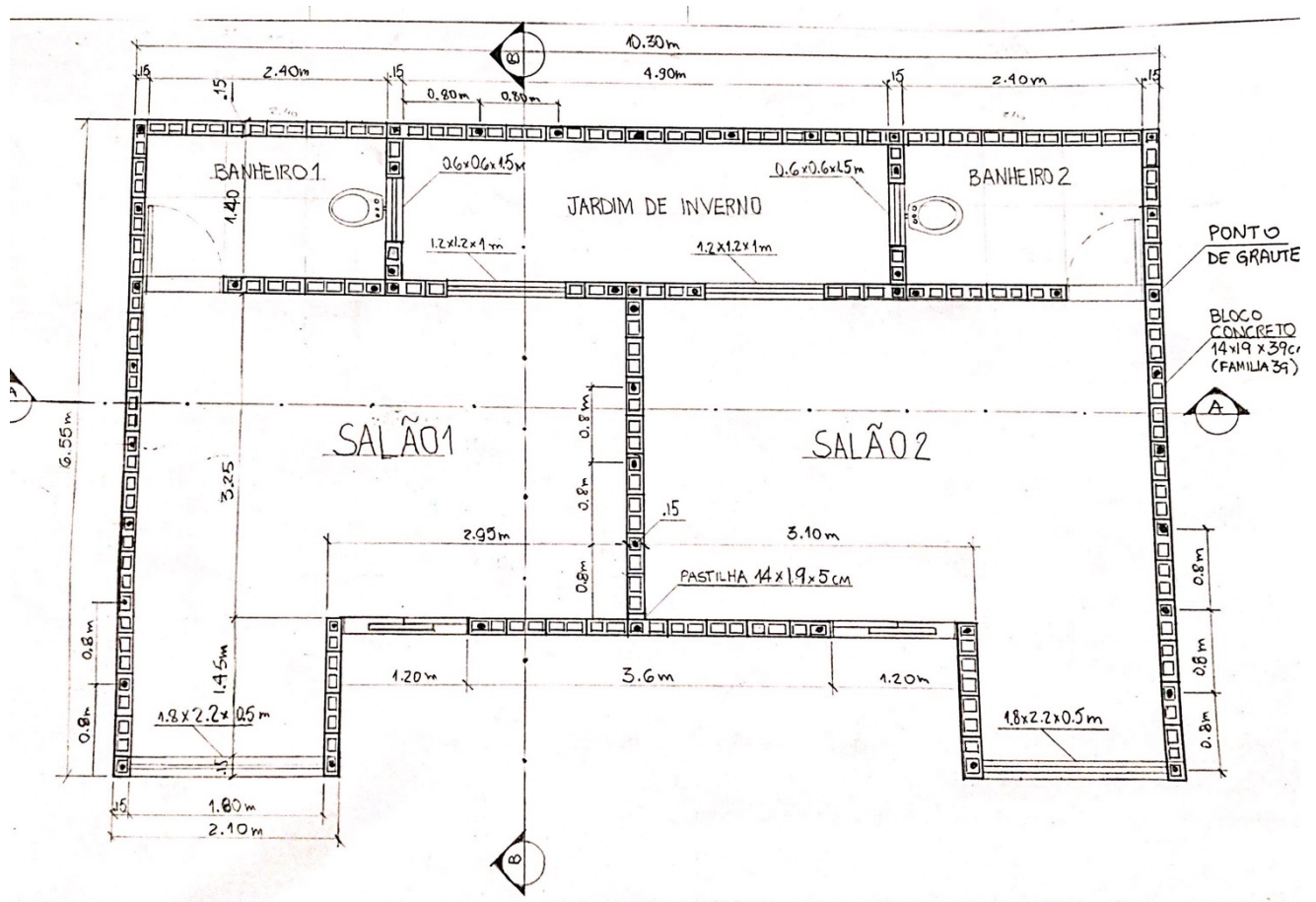


Figura 9: Planta baixa do projeto (realizada a mão)

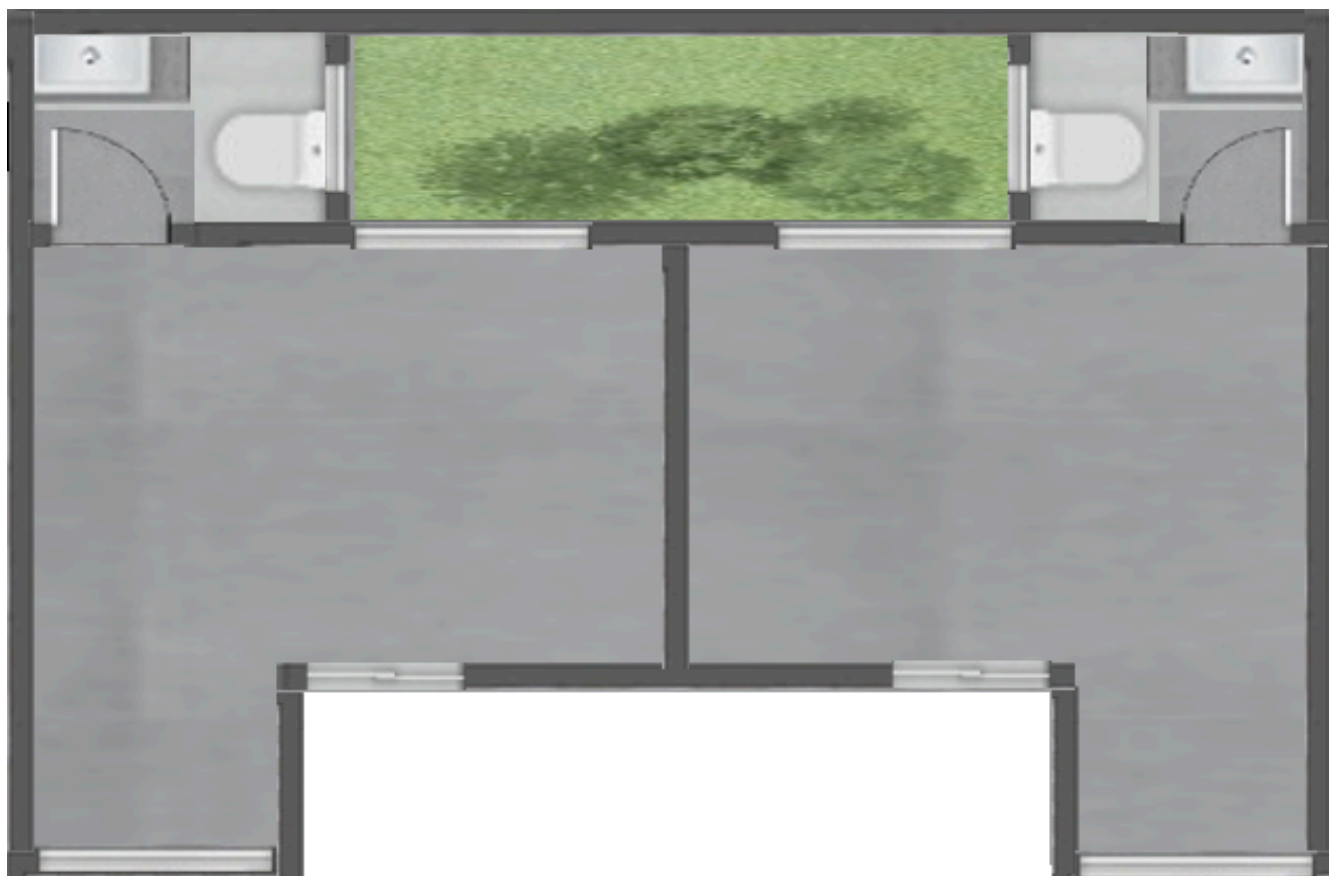


Figura 10: Planta baixa do projeto (realizada por software de desenho)

## 9.2. Cortes

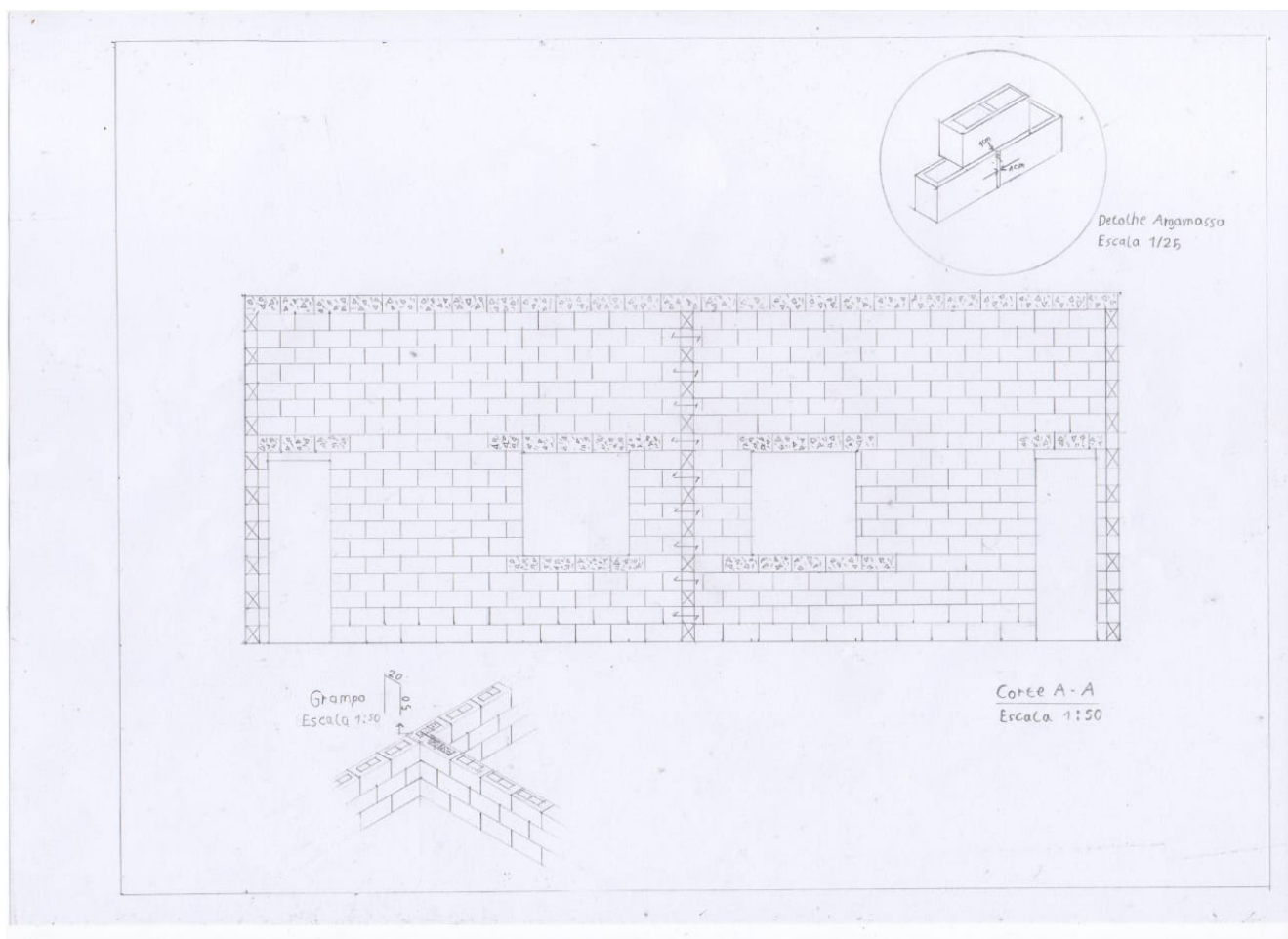


Figura 11: Corte AA, com detalhamento estrutural.

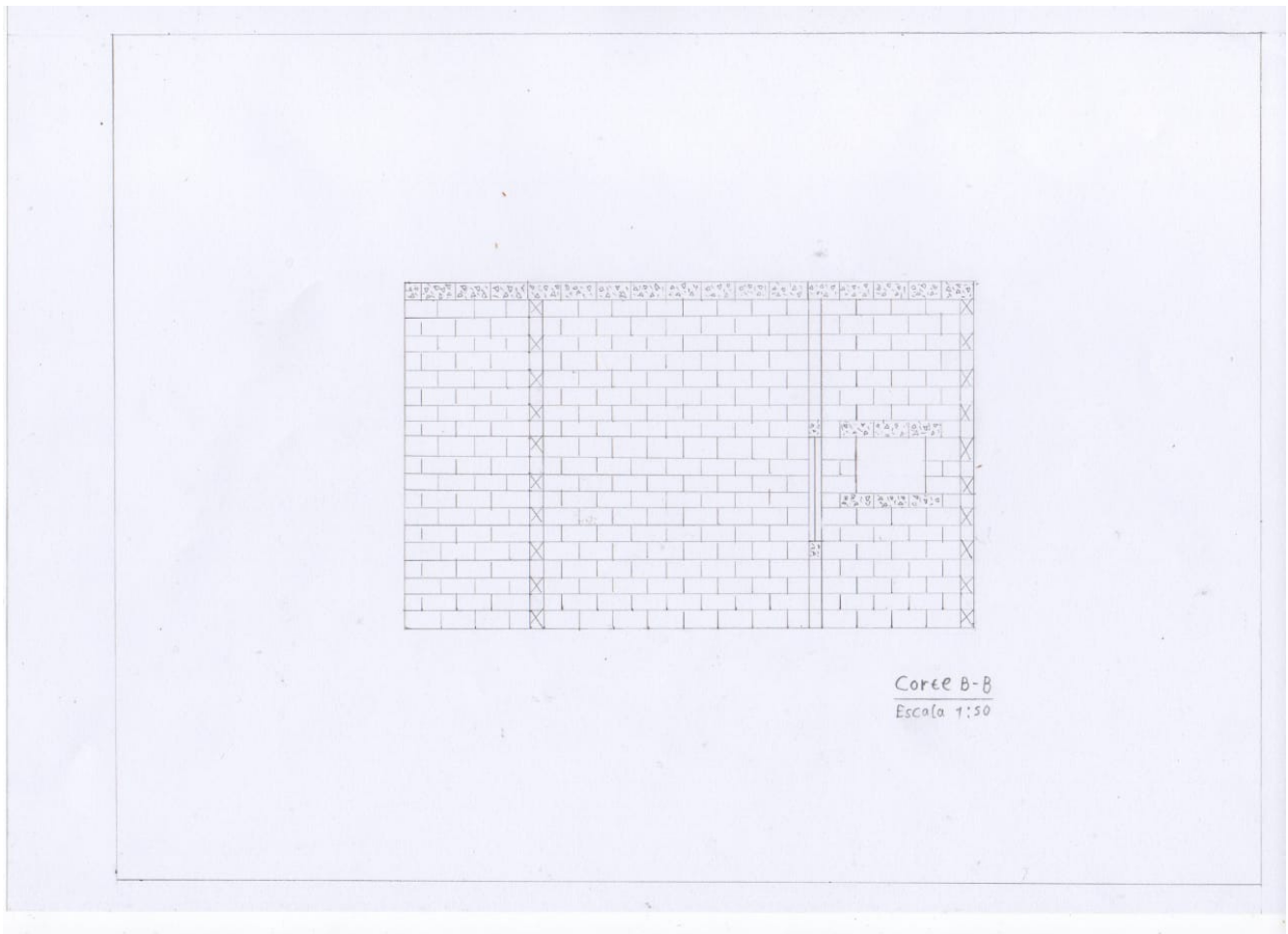


Figura 12: Corte BB, com detalhamento estrutural.

## **10. CONCLUSÃO**

Com base em tudo que foi abordado ao longo deste trabalho, conclui-se que, a grande vantagem da alvenaria estrutural é que, à medida que a edificação vai sendo construída, ela já fica protegida das intempéries, já que as alvenarias que estruturam a edificação. No concreto armado, as restrições de vãos e da altura da edificação são menores do que na alvenaria estrutural, portanto, para os subsolos com garagens, necessariamente, devem ser executados em estruturas de concreto armado, para que se tenham pilares possibilitando a liberação de áreas para circulação e estacionamento.

Foi possível aprender muito, durante pesquisas, sobre particularidades de alguns dos materiais que seriam utilizados para tirar o empreendimento do papel, como por exemplo sobre quais tipos de Blocos, materiais de composição do graute, Argamassa entre outros. Se faz necessário este estudo para uma melhor qualidade e aproveitamento do sistema escolhido, neste caso a alvenaria estrutural.

Assim portanto, a proposta foi desenvolvida tendo os objetivos alcançados, deixando assim aos integrantes, ideias claras e construtivas a respeito de diversos temas muito usados na construção civil no Brasil e no Mundo.

## 11. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - 15961**: Alvenaria Estrutural - Blocos de concreto. 1 ed. Rio de Janeiro, 2011. 42 p.
- PRADO NETO, Álvaro Pereira do *et al.* Alvenaria Estrutural: empreendimento flora park ii. 2015. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás - Ufg, Goiânia, 2015.
- Desconhecido, Site do CARLUC, acessado em: <https://carluc.com.br/projeto-arquitetonico/argamassa-de-assentamento/>
- Empresa Mapa da Obra, Site onde aponta pesquisa explicativa da loja: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/bloco-de-cimento-estrutural-vantagens/>
- PINI Web. Ana Paula Rocha. Mão de obra e materiais de construção vão puxar alta dos custos de construção em 2010. Acessado em <http://www.piniweb.com.br/construcao/custos/mao-de-obra-e-materiais-de-construcao-vao-puxar-alta-161019-1.asp>
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S/A. Perfil da Indústria de Cerâmica no Estado do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2000.
- Aiub, George Wilson. Plano de Negócios: Serviços./George Wilson Aiub, Nadir Andreolla, Rogério Della Fávera Allegretti. 2.ed – porto Alegre : SEBRAE, 2000.
- BACCELLI JR., G. Avaliação do Processo Industrial da Cerâmica Vermelha na Região do Seridó – RN. 2010. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010.
- JB Online. Pesquisa aponta otimismo no mercado de concreto. Acessado em 16.09.20 em <http://jbonline.terra.com.br/pextra/2010/02/02/e020219613.asp>
- SEBRAE/NA. Fábrica de Blocos de Concreto. Brasília: Sebrae/NA, S.d. 20p. SEBRAE/PR. Blocos de Concreto. Curitiba: Sebrae/PR. 1995. 20p

- RODRIGUES, Julio César. Alvenaria Estrutural e Sistema Construtivo. 2018.  
68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências  
Aplicadas de Extrema, São Paulo, 2018.