

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PATRICK CHARLIE SAPELLI**

**EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM JUNTA FINA DE  
ARGAMASSA POLIMÉRICA: ESTUDO DE CASO**

**TOLEDO**

**2021**

**PATRICK CHARLIE SAPELLI**

**EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM JUNTA FINA DE  
ARGAMASSA POLIMÉRICA: ESTUDO DE CASO**

**EXECUTION OF STRUCTURAL MASONRY WITH FINE JOINT OF POLYMERIC  
MORTAR: CASE STUDY**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,  
apresentado como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dra. Lucia Bressiani

**TOLEDO**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original.

**PATRICK CHARLIE SAPELLI**

**EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM JUNTA FINA DE  
ARGAMASSA POLIMÉRICA: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,  
apresentado como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 02/ Dezembro/ 2021

---

Lucia Bressiani

Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Fulvio Natercio Feiber

Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Jose Gustavo Venancio Da Silva Ramos

Mestre

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**TOLEDO**

**2021**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que fez com que todos meus objetivos fossem alcançados, me concedendo saúde e determinação para não desanimar durante a jornada acadêmica, me permitindo ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da graduação e da realização deste trabalho.

Aos meus pais, Cleide e Livino e meu irmão Luan, por todo apoio financeiro e psicológico, incentivando nos momentos mais difíceis durante a condição de estudante e futuro profissional.

A minha namorada Bruna, que teve paciência e tempo para ajudar no que fosse preciso, compreendendo minha ausência enquanto eu me dedicava a vida acadêmica e sempre me incentivando a não desistir.

Ao meu primo, melhor amigo Orlando (*in memoriam*), que sempre me incentivou e apoiou por todo o período de universidade, sempre repassando oportunidades de emprego e projetos a serem desenvolvidos.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi durante os 5 anos de graduação, pelo companheirismo e pelas trocas de experiências intelectuais que me permitiram crescer não só como pessoa, mais também como profissional.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil da UTFPR, por todos os ensinamentos, vocês foram parte fundamental desta caminhada.

A todos os pesquisadores da UFSCar, pelos conhecimentos repassados e pela parceria, contribuindo para realização deste trabalho.

A Prof. Dr. Lucia Bressiani, orientadora deste Trabalho de Conclusão de Curso. Agradeço por ter desempenhado tal função com tanta dedicação, sabedoria, humildade e paciência, contribuindo para meu aprendizado e guiando para vida profissional de Engenheiro Civil.

## RESUMO

Com a expansão do mercado imobiliário brasileiro, fez-se necessário a implementação de produtos inovadores e práticos relacionados ao âmbito da construção civil. Dentre estes métodos, a técnica de juntas finas com uso de argamassa polimérica para fim estrutural visa a facilidade de execução. A argamassa polimérica para assentamento de alvenaria é encontrada no mercado pronta para uso, tratando-se de um composto não cimentício e sem necessidade de adição de água no canteiro de obras. O trabalho apresenta um estudo de caso com aplicação desse método em um edifício localizado no estado de São Paulo, visando elencar vantagens e dificuldades do uso dessa alternativa em relação ao uso da argamassa convencional. Dentre as dificuldades encontradas, destaca-se o processo de modulação e paginação da alvenaria estrutural, além disso, verificou-se problemas relacionados aos blocos, os quais apresentam irregularidades dimensionais que dificultam o uso da argamassa polimérica. As vantagens encontradas com aplicação da técnica de argamassa polimérica foram principalmente no âmbito da sustentabilidade, onde houve redução de uso de energia, água, menor quantidade de matéria-prima extraída (ausência de cimento e areia), e menor volume de resíduos de construção civil gerados.

Palavras-chave: alvenaria estrutural; argamassa polimérica; junta fina.

## **ABSTRACT**

With the expansion of the Brazilian real estate market, it became necessary to implement innovative and practical products related to the field of civil construction. Among these methods, the technique of thin joints using polymeric mortar for structural purposes aims at ease of execution. Polymeric mortar for laying masonry is available on the market ready to use, as it is a non-cement compound and does not require the addition of water at the construction site. The work presents a case study with the application of this method in a building located in the state of São Paulo, describes the advantages and difficulties of using this alternative in relation to the use of conventional mortar. Among those found, the process of modulation and paging of the structural masonry stands out, in addition, there were problems related to the blocks, which have dimensional irregularities that hinder the use of polymeric mortar. The advantages found with the application of the polymeric mortar technique were mainly in the sphere of sustainability, where there was a reduction in the use of energy, water, less extracted raw material (absence of cement and sand), and a lower volume of civil construction waste to create.

Keywords: structural masonry; polymeric mortar; thin gasket.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Amarrações nas diferentes fiadas .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 - Grampos utilizados nas construções gregas .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3 - Tipos de blocos utilizados em alvenaria estrutural .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4 - Juntas de Argamassa .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5 - Grauteamento .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6 - Aplicação da argamassa de assentamento .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7 - (A) Bisnaga argamassa polimérica industrializada; (B) Aplicação da argamassa polimérica.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 8 - Consumo de argamassa polimérica comparada a argamassa tradicional .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 9 - Fluxograma das atividades da pesquisa.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 10 - Localização geográfica edifício .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 11 - Obra em execução com argamassa polimérica.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 12 - Localização geográfica obra com junta de 10 mm de argamassa cimentícia.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 13 - Bisnagas utilizadas em obra .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 14 - Aplicação argamassa polimérica.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 15 - Aplicação da argamassa convencional.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 16 - (A) Cordões argamassa polimérica; (B) Juntas verticais secas .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 17 - Controle altura argamassa .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 18 - Aplicação em todas paredes dos blocos .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 19 - Tolerância dimensional blocos de concreto.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 20 - Camada intermediária de argamassa convencional .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 21 - Espessuras das juntas horizontais e verticais .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 22 - Juntas verticais com espaçamentos excessivos .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 23 - Diferença da logística das argamassas .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 24 - Alteração das dimensões dos blocos .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 25 - Relação do pé direito quando aplicada diferentes argamassas .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 26 - Camadas de argamassa cimentícia .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 27 - Modulação com junta convencional e junta seca .....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Funções e propriedades da argamassa.....	19
Tabela 2 - Comparativo entre quantidades de blocos utilizados para assentamento com diferentes argamassas .....	25
Tabela 3 - Comparativo de custos das argamassas por m <sup>2</sup> de alvenaria .....	26



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
f <sub>bk</sub>	Resistência à compressão
kg	Quilograma
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
MPa	Mega Pascal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>11</b>
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos Específicos	11
<b>1.3</b>	<b>Delimitação do trabalho</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Alvenaria estrutural</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Blocos</b>	<b>14</b>
2.2.1	Blocos cerâmicos	15
2.2.2	Blocos de concreto	16
2.2.3	Blocos sílico-calcários	16
<b>2.3</b>	<b>Graute e armaduras</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Argamassas de assentamento</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Argamassa polimérica industrializada para assentamento de blocos</b>	<b>20</b>
2.5.1	Juntas finas	21
2.5.2	Características da aplicação da argamassa polimérica	22
2.5.2.1	Praticidade	23
2.5.2.2	Sustentabilidade	23
2.5.2.3	Mão de obra	23
2.5.2.4	Produtividade da mão de obra	24
2.5.3	Consumo de materiais	24
2.5.4	Custos de materiais e mão de obra	25
2.5.5	Problemas encontrados no uso da argamassa polimérica de junta fina em assentamentos de alvenaria de vedação	26
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudo de caso</b>	<b>28</b>
3.1.1	Obra em alvenaria estrutural com junta fina de argamassa polimérica	28
3.1.2	Obra em alvenaria estrutural com junta de 10 mm de argamassa cimentícia	30
<b>3.2</b>	<b>Análise dos resultados</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Execução da alvenaria (paredes)</b>	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Dificuldades encontradas na obra</b>	<b>36</b>
4.2.1	Necessidade de realização de camada intermediária de regularização	36
4.2.2	Preenchimento das juntas verticais	38
<b>4.3</b>	<b>Vantagens constatadas na obra</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Aspectos sobre o projeto e modulação</b>	<b>40</b>
4.4.1	Alterar as dimensões dos blocos	41
4.4.2	Continuar utilizando as dimensões dos blocos atuais	42

4.4.3 Realizar camada intermediária para regularização .....	44
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO A – FACHADA E PLANTAS DA EDIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO 51</b>	

## **1 INTRODUÇÃO**

O mercado imobiliário brasileiro passou por uma fase de expansão devido ao surgimento de programas populares como Minha Casa Minha Vida em 2009. Porém, essa expansão do setor não foi acompanhada pela evolução e uso de novas técnicas e industrialização de produtos, o que poderia trazer consigo um melhor aproveitamento e racionalização da construção.

Branco (2015) destaca um certo receio tanto da parte dos projetistas, quanto dos clientes em relação ao uso de novas tecnologias presentes no mercado, que optam por utilizar técnicas e produtos conceituados há tempos, a fim de não expor as obras a riscos patológicos.

Neste contexto pode ser destacada a alvenaria estrutural, que existe há milhares de anos, mas com o passar do tempo suas técnicas construtivas foram aprimoradas, buscando melhores desempenhos perante a grande concorrência existente no setor da construção civil.

Um destaque na evolução da alvenaria estrutural é o uso da argamassa polimérica, muito utilizada em países da Europa. Embora pouco difundida pelo Brasil, não há normas regularizando o seu uso em alvenaria estrutural, apenas em alvenaria de vedação.

Juntamente com a aplicação da argamassa polimérica surgem estudos para aprimorar e utilizar a técnica de junta fina, na qual há uma redução da espessura da camada de argamassa entre os blocos. Contudo, segundo Raymundo, Parsekian e Raymundo (2017), existem lacunas a serem preenchidas em relação a esse novo método, principalmente quanto ao comportamento da alvenaria após o assentamento dos blocos.

Atualmente algumas obras vêm sendo executadas no Brasil em alvenaria estrutural com argamassa polimérica em substituição a convencional. Neste sentido, esta busca desenvolver um estudo de caso, com o objetivo de descrever algumas características desse sistema construtivo.

### **1.1 Justificativa**

A construção de alvenaria com junta fina surgiu na Europa há cerca de 15 anos com o objetivo de aumentar a produtividade e qualidade das construções em alvenaria. Recentemente, com o desenvolvimento de novas tecnologias, surgiram as argamassas poliméricas, que dispensam a necessidade de utilização de cimento em

sua composição, com a vantagem principal de proporcionar a industrialização do processo.

A redução de mão de obra e a redução de custos destacam-se como fatores favoráveis ao uso da argamassa a base de polímeros. Além de aspectos econômicos, a utilização da argamassa polimérica oferece condições ambientais importantes pelo fato da não utilização de areia na composição e uma vasta diminuição na geração de resíduos no canteiro de obras.

O uso deste tipo de argamassa para alvenaria de vedação já está previsto na norma 16590-1 (ABNT, 2017). Porém, não existem normas nacionais ou internacionais sobre o seu uso em alvenaria com função estrutural.

Desta forma, embora o comportamento das estruturas usuais de alvenaria já é bem conhecido, o emprego de alvenaria com juntas finas ainda precisa ser investigado. Neste sentido, torna-se importante obter dados e conhecer a aplicabilidade dessa técnica, contribuindo para a criação de normas regulamentadoras.

Da mesma forma, muitas obras vêm sendo executadas no Brasil com esse sistema construtivo. Sendo assim, torna-se fundamental o estudo deste sistema construtivo, identificando suas características, dificuldades, e demais informações que possam contribuir para o aprimoramento dele.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é identificar as principais características da alvenaria estrutural com o emprego de junta fina de argamassa polimérica.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Verificar o processo executivo de uma obra de alvenaria estrutural onde está sendo empregada a técnica junta fina de argamassa polimérica;
- Analisar as dificuldades do emprego da argamassa polimérica para alvenaria estrutural;
- Identificar as vantagens obtidas com o uso da argamassa polimérica para alvenaria estrutural.

### **1.3 Delimitação do trabalho**

Este trabalho analisa o serviço de execução de alvenaria estrutural com argamassa polimérica. Para isso foi efetuada uma análise comparativa em duas obras mostrando as principais diferenças em relação ao sistema convencional. Não faz parte do estudo a análise de produtividade, nem descrição de todas as etapas da obra.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo são apresentados os conceitos encontrados na literatura referentes ao tema da pesquisa.

### 2.1 Alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural originou-se há milhares de anos e, com os conhecimentos da época, deu-se início a execução de edificações que perduram até os dias atuais. Com a simplicidade de empilhar pedras intercaladas (Figura 1), era possível realizar a amarração entre os blocos. Devido ao formato da edificação, era assegurada a rigidez assim como a estabilidade da estrutura (MOHAMAD, 2020)

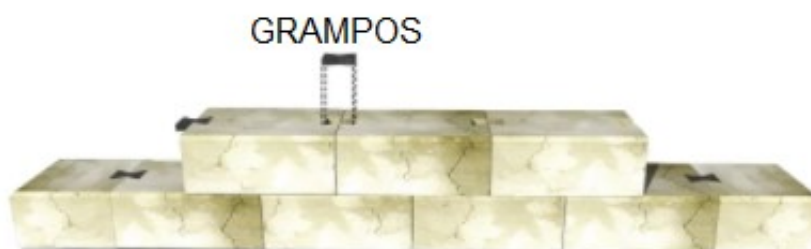
**Figura 1 - Amarrações nas diferentes fiadas**



**Fonte: Mohamad (2020)**

Na civilização egípcia destacavam-se as grandes pirâmides, executadas com blocos de pedras calcárias assentadas com argamassa de gesso calcinado. Já nas culturas gregas, usava-se o mármore polido como elemento predominante na execução das obras, que além das alternâncias dos blocos, eram adicionados grampos ou tarugos de ferro (Figura 2), o que garantia o travamento e impedia eventuais movimentações da estrutura (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017).

**Figura 2 - Grampos utilizados nas construções gregas**



**Fonte: Mohamad, Machado e Jantsch (2017)**

De acordo com Mohamad, Machado e Jantsch (2017), por escassez de pedras ou rochas calcárias necessárias para execução dessa nova técnica de construção, iniciou-se a utilização de blocos compostos de argilas e totalmente secos ao sol, que, juntamente com argamassas de argila, preenchem deformações e pequenas fendas encontradas nos blocos.

Com o aprimoramento das técnicas e materiais utilizados, o uso de blocos e argamassas de revestimento e de assentamento ganhou espaço no âmbito estrutural e construtivo, tornando-se uma alternativa para construções que compete com as estruturas em concreto armado. Hoje em dia, esse processo é conhecido como alvenaria estrutural (MOHAMAD, 2020).

A alvenaria estrutural é um processo construtivo onde as paredes são os principais meios de estabilidade do edifício, incorporando a função de vedação vertical e de resistência, suportando além das cargas permanentes, todos os outros tipos de carregamentos presentes na edificação. A elevação das fiadas dos blocos estruturais se assemelha aos processos convencionais de vedação, sendo a principal diferença a ausência de pilares e vigas (CAVALHEIRO, 2009). É formada por blocos, que juntamente com argamassa formam elementos conhecidos como paredes estruturais, que garantem a segurança da edificação (MOHAMAD, 2020).

Roman et al. (2003) destacam que apesar das paredes estruturais suportarem elevadas cargas verticais, quando aplicadas cargas laterais paralelas ou perpendiculares ao seu plano, podem ocorrer rupturas devido a esforços de tração originados. Sendo assim, a atenção do projetista deve ser redobrada a fim de evitar que isso ocorra comprometendo a estrutura.

## **2.2 Blocos**

Considerados os componentes básicos da alvenaria estrutural, os blocos são unidades vazadas que apresentam área mínima de índices de vazios de 25% em relação a área total do bloco. Classificado como peça fundamental na alvenaria estrutural, a partir dessas unidades são definidas as características resistentes de toda a estrutura (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A execução de uma obra em alvenaria estrutural pode ser desenvolvida empregando diferentes tipos de blocos (Figura 3), cujas especificações para alvenaria



estrutural são padronizadas pelas seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.
- NBR 15270-1: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.
- NBR 14974-1: Bloco sílico-calcário para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.

**Figura 3 - Tipos de blocos utilizados em alvenaria estrutural**



**Fonte: Mohamad (2020)**

A seguir são apresentadas as principais características dos blocos utilizados para a execução de obras em alvenaria estrutural.

### 2.2.1 Blocos cerâmicos

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017) os blocos cerâmicos são compostos basicamente por argila, a qual pode ser calcária ou não calcária. Esse material essencial para confecção das unidades cerâmicas pode ser composto de sílica, silicato de alumínio e ainda possuir múltiplas frações de óxidos ferrosos.

Para a aceitabilidade na alvenaria estrutural, os blocos cerâmicos devem apresentar características geométricas (dimensões e uniformidade), físicas (massa seca e índice de absorção) e mecânica (resistência característica à compressão). Contudo, a propriedade de resistência característica a compressão é a principal para sua aplicação em paredes estruturais, seguindo requisitos mínimos apresentados na NBR 15270-1 (ABNT, 2017) onde a resistência característica à compressão ( $f_{bk}$ ) para blocos cerâmicos estruturais não deve ser inferior a 4,0 MPa.

### 2.2.2 Blocos de concreto

Os blocos de concreto são originados a partir da junção de uma parcela de cimento, uma parcela de agregados (areia e brita) e uma fração de água. Quando misturados, passam por um processo de vibrocompactação o que resulta nas unidades de concreto (ROMAN et al., 2003). Os autores ainda destacam que o abatimento obtido através do *slump test* deve ser igual a zero, ou seja, um concreto compacto e homogêneo implicando em um bloco resistente e regular.

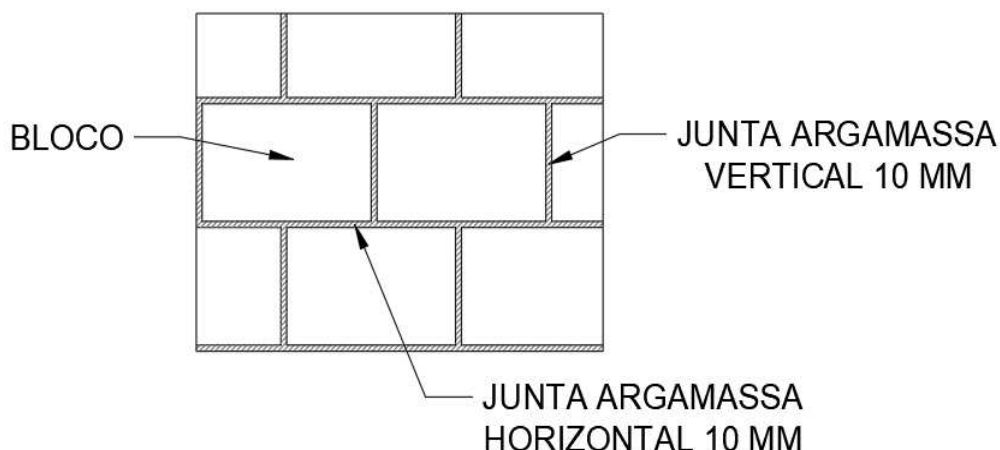
A NBR 6136 (ABNT, 2016) classifica os blocos de concreto fixando-os, se a unidade atua ou não como peça estrutural e quanto ao seu uso em relação ao nível do solo (de acordo com cada fiada). A norma assegura também que a resistência mínima à compressão ( $f_{bk}$ ) do bloco de concreto com função estrutural é de 4,0 MPa.

### 2.2.3 Blocos sílico-calcários

Para a NBR 14974 (ABNT, 2013) os blocos sílico-calcários são formados por cal e agregados finos (geralmente areia quartzosa), que após a mistura são moldados pela prensagem e cura por vapor a alta pressão. A norma destaca ainda, que as unidades são divididas em classes de acordo com o valor de resistência à compressão ( $f_{bk}$ ). Inicialmente, a classe A indica o  $f_{bk}$  mínimo dos blocos sílico-calcários de 4,5 MPa, posteriormente as classes variam em ordem alfabética com o aumento das resistências à compressão.

Roman e Filho (2009) ressaltam que o primeiro elemento a ser escolhido é o tipo de bloco, para posterior início da modulação. Contudo, de acordo com a NBR 16868-2 (ABNT, 2020), deve-se considerar a dimensão real do bloco, somando-se 10 mm em função da espessura usual da argamassa (junta horizontal e junta vertical), como apresentado na Figura 4.

**Figura 4 - Juntas de Argamassa**



**Fonte: Adaptado NBR 16868-2 (ABNT, 2020)**

A partir do planejamento da modulação, segue-se a confecção dos projetos (arquitetônico, hidráulico, elétrico, hidro sanitário), sendo necessárias as suas compatibilizações, a fim de evitar possíveis interferências, o que poderia afetar as características estruturais e resistentes da edificação.

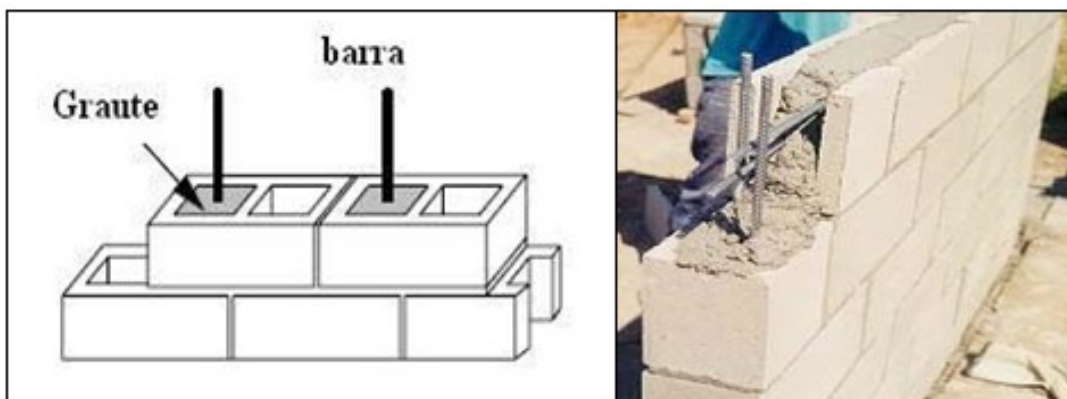
### **2.3 Graute e armaduras**

O graute é um elemento essencial nas edificações de alvenaria estrutural. Composto basicamente de uma mistura de cimento, agregados e água, é utilizado para preencher os vazios dos blocos com intuito de melhorar suas características estruturais em direções horizontais ou verticais. A realização do grauteamento é fundamental em casos em que há necessidade de aumento de resistência à compressão da parede. É utilizado também para consolidar as armaduras com a alvenaria. Contudo, o graute atua como um reforço estrutural em zonas de concentrações de tensões (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017).

As armaduras utilizadas no processo construtivo de alvenaria estrutural possuem função de resistirem aos esforços de tração. Nessas zonas que possuem armação, a resistência à compressão das paredes também fica maior devido a contribuição do aço (LEGGERINI, 2010). Da mesma maneira, Désir (2021) destaca que a armadura pode ser disposta horizontalmente ou verticalmente, na disposição horizontal o aço impede esforços de flexão em elementos como vigas, vergas, contravergas e cintas.

Para consolidação da armadura com as unidades de alvenaria é realizado o grauteamento (Figura 5), atribuindo a parede resistência estrutural e segurança solicitada.

**Figura 5 - Grauteamento**



Fonte: Adaptado Désir (2021)

## 2.4 Argamassas de assentamento

Camacho (2006) destaca que na alvenaria estrutural além dos blocos estruturais, as argamassas desempenham papel fundamental na distribuição das cargas. Além de unir os blocos de diferentes fiadas, a argamassa de assentamento tem como função evitar zonas de acúmulos de tensões.

Definição semelhante é apresentada pela NBR 13281 (ABNT, 2005), onde a argamassa de assentamento é definida como o elemento utilizado para a união dos blocos e responsável pela distribuição uniforme de esforços entre eles, composta de cimento, agregado miúdo, água e cal ou ainda outro aditivo, pode ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

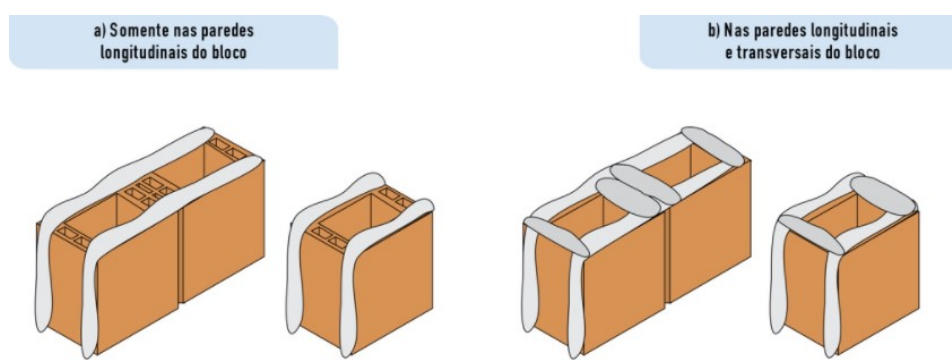
Outras funções, assim como as principais propriedades são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Funções e propriedades da argamassa**

Funções	Unir as unidades
	Garantir a vedação
	Propiciar aderência com as armaduras nas juntas
	Compensar as variações dimensionais das unidades
Propriedades	Retenção d'água
	Conveniente resistência à compressão
	Trabalhabilidade

**Fonte: Adaptada de Camacho (2006)**

A argamassa utilizada no assentamento dos blocos nas construções em alvenaria cumpre a função de assumir as inevitáveis irregularidades das unidades, além de unir e aderi-las (Figura 6), garantindo a estabilidade no processo construtivo, oferecendo rigidez à fiada para posterior assentamento da fiada seguinte. Por fim, forma-se um conjunto durável, impermeável e com alguma resistência à tração (GALLEGOS E CASABONE, 2005).

**Figura 6 - Aplicação da argamassa de assentamento**

**Fonte: Guia técnico Selecta Soluções em Blocos (2021)**

Existem diversos tipos de argamassas difundidas atualmente no mercado. Mohamad (2020) destaca que as argamassas de assentamento dos blocos podem ser categorizadas de acordo com os componentes que a constituem. O autor ainda define cada tipo de argamassa, ressaltando algumas particularidades do material utilizado na junta de assentamento.

- Argamassa de cal: pouco utilizada atualmente, muito presente em construções históricas, composta basicamente de cal e areia. Porém, pela ausência do cimento em sua mistura, o processo para adquirir resistência à compressão pode levar anos, contudo os valores de resistência alcançados são baixos, não atingindo 2 MPa.

- Argamassa de cimento: constituída de cimento Portland e areia, onde a resistência é baseada na relação cimento/areia. Essa argamassa atinge resistência com rapidez, garantindo o levantamento de diferentes fiadas de alvenaria, sem que ocorra o esmagamento das fiadas abaixo. Muito utilizada em regiões onde é constante o contato com água e para assentamento e nivelamento da primeira fiada das alvenarias. Em contrapartida, as argamassas com alto teor de cimento podem oferecer fissuras nas juntas e se tornarem inviáveis economicamente.
- Argamassas mistas: constituída por cimento, cal e areia. Apresenta vantagens quanto a trabalhabilidade, diminuição da retração e por conferir ganho de resistência à compressão rapidamente. São as mais indicadas para a execução da alvenaria estrutural.
- Argamassas industrializadas: o surgimento da argamassa industrializada deu-se pela necessidade de otimização do processo em relação ao ritmo, rendimento e organização da produção, pelo simples fato e facilidade de apenas incrementar água na mistura pronta industrializada.

Nesse tipo de argamassa o uso da cal é trocado por aditivos, plastificantes ou incorporadores de ar, garantindo propriedades específicas a argamassa em estado fresco. Porém, o uso das argamassas industrializadas em juntas de assentamento na alvenaria estrutural deve ser desenvolvido por empresas especializadas, verificando-se o desempenho do produto.

Com o desenvolvimento de novos produtos, o setor químico se destaca pelo estudo de materiais que podem substituir e/ou melhorar as propriedades dos materiais tradicionais utilizados nas construções. Nesse contexto, pode ser destacada a argamassa polimérica industrializada para assentamento dos blocos na alvenaria, podendo substituir as argamassas tradicionais (SILVA et al., 2013).

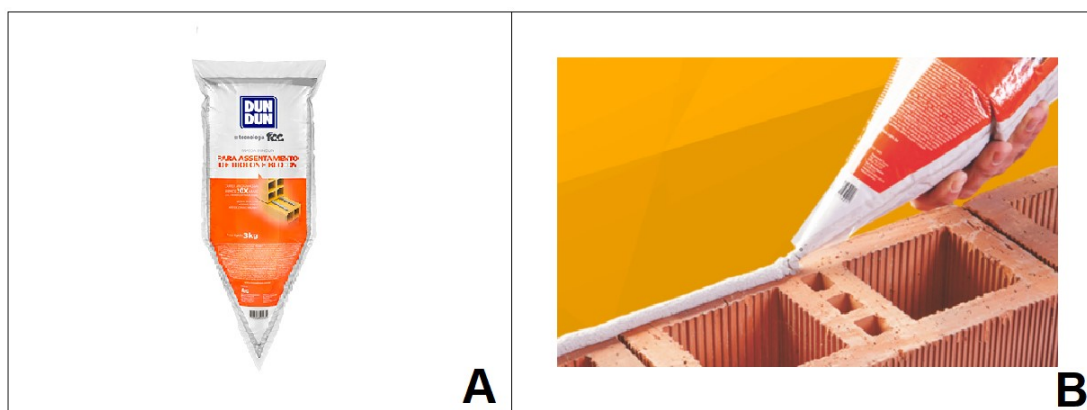
## **2.5 Argamassa polimérica industrializada para assentamento de blocos**

Conforme a CBIC (2011), a argamassa polimérica para assentamento de blocos e tijolos é encontrada pronta para uso, destacando-se pelo fato de a mistura não conter cimento. Desenvolvida na década de 1980 pelo grupo FCC Indústria e Comércio Ltda, a inovação da época era a substituição do cimento por resinas sintéticas poliméricas, que por meio de estudos das propriedades de partículas

nanométricas, originou esse novo tipo de argamassa industrializada, pronta para aplicação, não necessitando adição de água conforme NBR 16590 (ABNT, 2017).

O produto pode ser comercializado em vários tipos de embalagens, porém a mais usual é em formato de bisnagas com peso de 3 kg (Figura 7-A), o que facilita a aplicação em formatos de cordões nos blocos ou tijolos conforme Figura 7-B.

**Figura 7 - (A) Bisnaga argamassa polimérica industrializada; (B) Aplicação da argamassa polimérica.**



**Fonte: Grupo FCC Indústria e Comércio Ltda (2021)**

Contudo, a NBR 16590 (ABNT, 2017) pondera que a utilização da argamassa polimérica é limitada apenas ao assentamento de blocos e tijolos de paredes de vedação que não tenha função estrutural. A norma destaca ainda que o assentamento da primeira fiada deve ser realizado com o uso da argamassa convencional, para que haja a regularização do piso, garantindo o nivelamento adequado para a elevação das fiadas.

### 2.5.1 Juntas finas

Segundo Raymundo, Parsekian e Raymundo (2017), o uso da argamassa polimérica no assentamento de blocos resulta em uma junta horizontal fina, ou seja, uma junta menor que a espessura de 10 mm indicada na NBR 16590 (ABNT, 2017). Os autores ainda ressaltam que a diminuição da junta, dos 10 mm usuais para valores entre 1 e 3 mm, pode trazer algumas consequências. Uma delas é com relação ao projeto da modulação, que ao ser elaborado é levado em consideração os 10 mm previstos em norma, não sendo adotados os valores reais das juntas finas quando aplicadas. Com isso, é necessário solucionar alguns detalhes construtivos ligados a

modulação, aberturas, altura e nivelamento das fiadas, encunhamento e ligações entre vigas e pilares, para evitar problemas na fase da execução da obra.

O emprego de junta fina teve origem em alguns países europeus no início dos anos 2000 com intuito de agilizar e amenizar problemas de desempenho e de custos. Alguns países como Alemanha, Austrália, Holanda e Inglaterra utilizam essa técnica para alvenaria estrutural (WALLIMAN; BAICHE; OGDEN, 2007). Porém, no Brasil a NBR 16590 (ABNT, 2017) recomenda o uso da argamassa com compostos de polímeros apenas para alvenarias de vedação e não alvenarias estruturais.

Thamboo, Dhanasekar e Yan (2011) ressaltam que o uso da junta fina no processo de assentamento de blocos aumenta aproximadamente em 33% a resistência à compressão, assim como um ganho de resistência à flexão, quando comparadas a junta de 10 mm das alvenarias tradicionais. Branco (2015) complementa, que pelo uso de menor quantidade do material polimérico, a carga contribuinte para dimensionamento da estrutura é menor, o que confere uma economia de cerca de 20% no custo da etapa de fundação da edificação.

Porém, a aplicação da junta fina de argamassa deve ser em blocos possuindo as seguintes condições: secos, limpos, livres de graxas, de óleos ou poeira. Contudo, se as unidades estiverem molhadas ou úmidas, o tempo de cura será maior e o mecanismo de adesão da peça/argamassa poderá ser prejudicada. Em caso de presença de materiais pulverulentos, a adesão da argamassa com o bloco será prejudicada. O tempo total de cura do material polimérico é de aproximadamente 72 horas após aplicada sobre a superfície (FCC, 2021).

Para garantir a total eficácia da argamassa polimérica, Moreira, Vermelho e Zani (2017) destacam que o tempo para assentamento do bloco, após a aplicação da argamassa em formato de cordões, pode variar de acordo com as condições climáticas. Porém, o ideal é em até 10 minutos, podendo ser menor em climas secos e maior quando o clima for úmido.

#### 2.5.2 Características da aplicação da argamassa polimérica

Algumas características podem ser elencadas quando se utiliza a argamassa polimérica nas juntas de assentamento, como destacado a seguir.



### 2.5.2.1 Praticidade

Um das principais características da argamassa polimérica é a praticidade no canteiro de obras, devido ao fato da mesma ser pastosa, pronta para assentamento de blocos, sem a necessidade de adição de água para seu uso (SILVA et al., 2013).

Branco (2015) complementa que como não há necessidade da preparação da argamassa em obra, nem do transporte do produto pelo canteiro, há um aumento da produtividade. O autor destaca que a produção de argamassa convencional demanda mais trabalhadores e maiores durações, quando comparada com a argamassa não cimentícia.

### 2.5.2.2 Sustentabilidade

Segundo John (2000) e Silva et al. (2013), na produção da argamassa polimérica não são emitidos nenhum gás poluente a atmosfera, em contrapartida, para a obtenção de 1kg de cimento são emitidos valores entre 0,6 e 0,8 kg de CO<sub>2</sub> na atmosfera durante todo o processo de produção, quantidades excessivamente superiores aos gases poluentes originados pela produção da argamassa polimérica. Ainda segundo os autores, a produção da argamassa tradicional utiliza areia, não utilizada na argamassa polimérica, o que minimiza o impacto ao meio ambiente.

### 2.5.2.3 Mão de obra

Com a técnica de junta fina, a falta de qualificação da mão de obra, que é um problema comum na produção de alvenarias, pode ser minimizada. Walliman, Baiche e Ogden (2007) destacam que para a aplicação das argamassas prontas são necessários treinamentos simples e específicos, quando comparados aos de argamassa cimentícia, o que pode fazer com que a mão de obra seja facilmente qualificada para os serviços.

Em concordância Thambo, Dhanasekar e Yan (2011), ressaltam que em países em fase de desenvolvimento como o Brasil, há muitos empregados sem nenhum treinamento ou qualificação. Revelam ainda que com técnicas com menor complexidade, a qualificação da mão de obra é mais acessível aos colaboradores, o que resultará em obras com maiores níveis de qualidade.

### 2.5.2.4 Produtividade da mão de obra

O indicador de produtividade da mão de obra de uma edificação é a quantificação de operários relacionado com o tempo necessário para realização de certa tarefa, representada em homens-horas (Hh) demandados. O método de cálculo da produtividade é expresso em RUP, que significa razão unitária de produção, na qual a unidade retratada é em homens-hora por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>) (MADER, 2001).

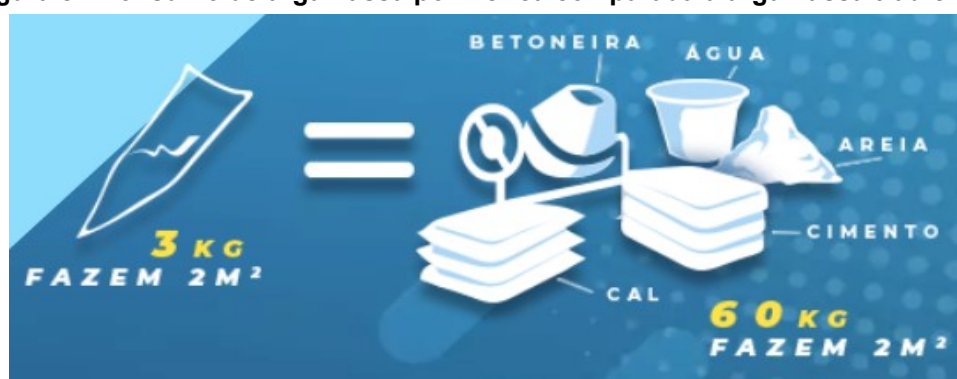
Verificando a produtividade em obra, Rocha (2012) destaca um aumento de 125% quando realizado assentamento em alvenarias de vedação utilizando argamassa polimérica, quando comparada com argamassa convencional. Isso é resultado da diminuição da demanda de 1,35Hh/m<sup>2</sup> para 0,60Hh/m<sup>2</sup>, garantindo maior produtividade. Da mesma maneira, em relação a alvenarias estruturais o autor obteve valores de 2,55Hh/m<sup>2</sup> para argamassa cimentícia e 0,54 Hh/m<sup>2</sup> para argamassa polimérica.

Branco (2015) também encontrou aumento de produtividade quando empregada a argamassa polimérica, em torno de 80% quando comparada a argamassa tradicional.

### 2.5.3 Consumo de materiais

Dados apresentados por fabricantes de argamassa polimérica mostram que para a execução de dois metros quadrados de alvenaria, serão necessários 60 kg de argamassa tradicional (cimento, cal, areia), enquanto com a argamassa polimérica serão utilizados apenas 3 kg (Figura 8).

**Figura 8 - Consumo de argamassa polimérica comparada a argamassa tradicional**



Fonte: Biomassa do Brasil © (Biomassa, 2021)

Da mesma maneira, Branco (2015) verificou o consumo de 2,2 kg de argamassa com compostos poliméricos para cada metro quadrado de alvenaria de vedação assentada, assim como Rocha (2012) encontrou 1,7 kg.

Neste mesmo contexto, Silva et al. (2013) ressaltam que para o assentamento de um metro quadrado de parede são exigidos aproximadamente 30 kg de argamassa convencional. Já usando argamassa de junta fina é necessário apenas 1,5 kg do produto.

Em contrapartida, a quantidade de blocos empregados é maior quando é utilizada a técnica de junta fina para cada metro quadrado de alvenaria, como pode ser constatado com os dados apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Comparativo entre quantidades de blocos utilizados para assentamento com diferentes argamassas**

Consumo de blocos para alvenaria de vedação - Blocos comprimento 19 cm		
Referência	Assentamento com argamassa convencional (unidades/m <sup>2</sup> )	Assentamento com argamassa polimérica (unidades/m <sup>2</sup> )
Branco (2015)	25,06	27,70
Rocha (2012)	30,00	35,00
Consumo de blocos para alvenaria estrutural - Blocos comprimento 39 cm		
Referência	Assentamento com argamassa convencional (unidades/m <sup>2</sup> )	Assentamento com argamassa polimérica (unidades/m <sup>2</sup> )
Rocha (2012)	11,60	12,80

**Fonte: Branco (2015) e Rocha (2012)**

Essa diferença de consumo acontece em função da diferença da altura das camadas de argamassa nas duas técnicas utilizada, ou seja, junta de 10 mm e junta fina (entre 1 e 3 mm).

#### 2.5.4 Custos de materiais e mão de obra

Branco (2015) verificou que ao utilizar argamassa polimérica industrializada na alvenaria de vedação pode-se ter uma economia no custo total de até 15% para cada metro quadrado executado. Mesmo que os custos dos materiais sejam superiores, pelo fato de precisar maiores quantidades, essa diferença é suprida quando a mão de obra é somada dentro do custo total, como pode-se verificar na Tabela 3.

**Tabela 3 - Comparativo de custos das argamassas por m<sup>2</sup> de alvenaria**

Preço	Argamassa Convencional	Argamassa Pronta	Comparativo
Mão-de-obra	17,89	10,21	<42,90%
Material	13,20	16,23	>23,00%
Total sem BDI	31,09	26,44	<15,00%

**Fonte: Adaptado de Branco (2015)**

Do mesmo modo, levando em consideração mão de obra e materiais, Rocha (2012) afirma que o custo total para alvenaria de vedação foi de R\$26,27/m<sup>2</sup> quando utilizado argamassa cimentícia, enquanto esse custo foi de R\$18,67/m<sup>2</sup> quando aplicada argamassa polimérica, resultando numa economia de 29%. Já para alvenaria estrutural o custo total foi de R\$51,00/m<sup>2</sup>, empregando argamassa tradicional, e de R\$33,06/m<sup>2</sup> usando argamassa com compostos poliméricos, conferindo uma economia de aproximadamente 35% com o uso da argamassa de junta fina.

#### 2.5.5 Problemas encontrados no uso da argamassa polimérica de junta fina em assentamentos de alvenaria de vedação

Entre os problemas recorrentes do emprego da junta fina de argamassa polimérica, Thamboo, Dhanasekar e Yan (2011) destacam a necessidade da qualidade e precisão dimensional do bloco, principalmente da sua altura. As normas NBR 6136 (ABNT, 2016) e NBR 15270 (ABNT, 2017) estabelecem que tanto para blocos de concreto, quanto cerâmicos é permitido uma variação em suas dimensões de até 3 mm de uma unidade para outra. No entanto, a junta fina possui espessuras menores ou iguais a 3 mm, o que não supre esses possíveis desnivelamentos permitidos pela norma. Sendo assim, para o uso de junta fina de 2 mm a tolerância dimensional do bloco deve ser de aproximadamente 0,5 mm, para que a argamassa seja capaz de regularizar o nivelamento da fiada.

Da mesma maneira, Branco (2015) salienta que a falta de precisão dimensional dos blocos acarreta em defeitos estéticos e problemas quanto ao nivelamento das fiadas na elevação das paredes em alvenaria. Porém, é necessário garantir a qualidade e exatidão dos blocos, para segurança da estrutura de alvenaria.

Raymundo, Parsekian e Raymundo (2017) relatam que a desuniformidade dimensional dos blocos pode gerar tensões concentradas em determinado ponto da fiada. Os autores também destacam a dificuldade que o aplicador da argamassa tem

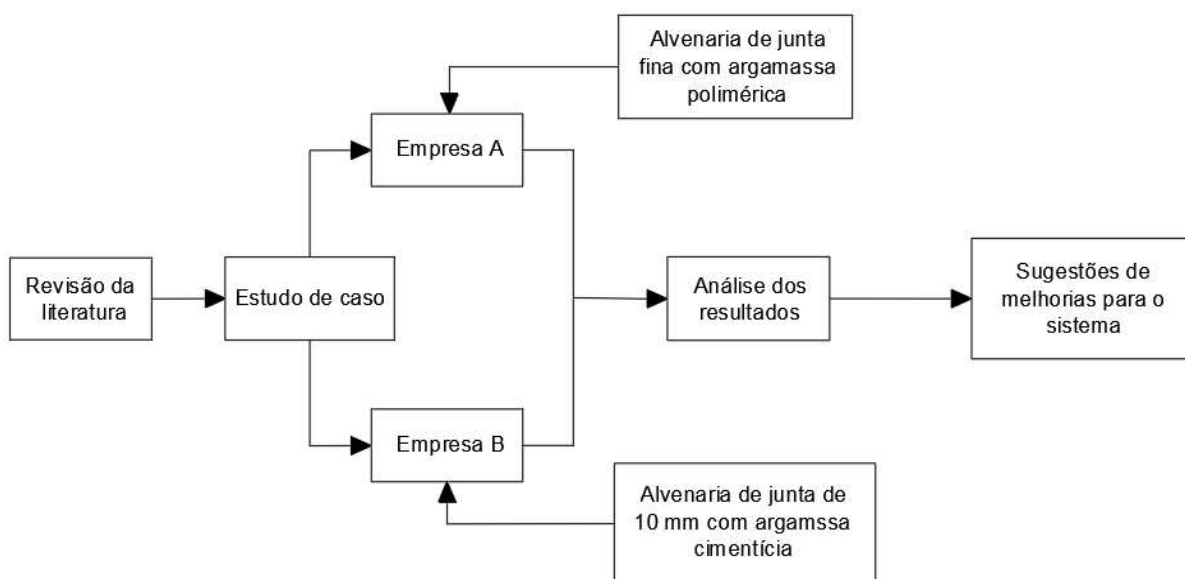
com a bisnaga, para garantir uma espessura continua e de total preenchimento das juntas durante a confecção dos cordões sobre os blocos da fiada inferior. Isso pode contribuir para patologias devido à falta de estanqueidade, concentrações de tensões em áreas desprovidas de argamassa e gerar fissuras nas paredes. Em função disso, a técnica para aplicação da argamassa de junta fina deve ser aperfeiçoada e estabelecidos padrões com intuito de garantir a regularidade dos cordões aplicados, garantindo qualidade e segurança ao processo.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a execução de uma obra em alvenaria estrutural com junta fina de argamassa polimérica, identificando as principais características sobre este tipo de sistema construtivo.

Desta forma, a seguir é apresentada cada etapa da pesquisa, seguindo o fluxograma apresentado na Figura 9.

**Figura 9 - Fluxograma das atividades da pesquisa**



**Fonte: O autor (2021)**

A seguir são apresentados os procedimentos para realização de cada uma das etapas da pesquisa.

#### 3.1 Estudo de caso

Para melhor entendimento das questões levantadas nas pesquisas, será realizado um estudo de caso em duas obras com execução de alvenaria estrutural, sendo uma com junta fina de argamassa polimérica e a outra com junta de 10 mm de argamassa cimentícia (alvenaria convencional).

As obras definidas para o estudo de caso são caracterizadas a seguir.

##### 3.1.1 Obra em alvenaria estrutural com junta fina de argamassa polimérica

Esta obra se trata de um edifício, localizado na rua Bom Jesus do Monte, nº688, Jardim Marília, 38º subdistrito Vila Matilde, pertencente ao município de São Paulo – SP. Na Figura 10 é possível verificar a localização geográfica da edificação. O edifício possui área total de 888,02 m<sup>2</sup> distribuídos em um pavimento térreo e quatro



pavimentos superiores. O Anexo A apresenta a fachada frontal do edifício assim como as plantas dos pavimentos.

**Figura 10 - Localização geográfica edifício**



**Fonte: O autor (2021)**

A alvenaria da referida obra está sendo executada com blocos de concreto, com juntas finas de argamassa polimérica. A obra está em fase de execução e a finalização da execução da alvenaria está prevista para dezembro de 2021.

A Figura 11 apresenta uma vista da obra em processo de execução.

**Figura 11 - Obra em execução com argamassa polimérica**



**Fonte: O autor (2021)**

Para realização do estudo de caso, o processo de execução de elevação das paredes foi acompanhado durante duas semanas, identificando as principais dificuldades do processo executivo, estratégias utilizadas durante a execução, análise do canteiro de obras, dentre outras informações importantes para o entendimento do sistema.

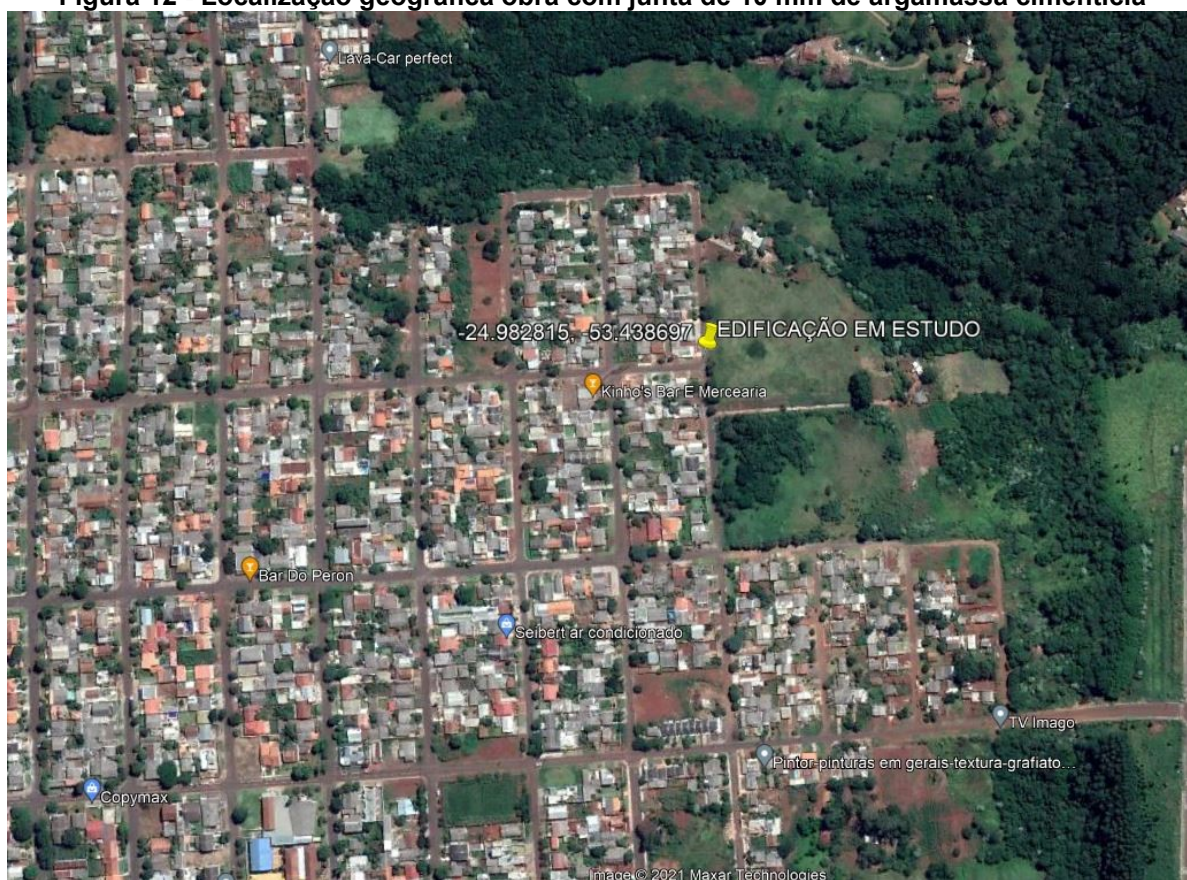
Para isso foi utilizada a técnica de observação direta, onde o próprio investigador coleta os dados, sem intervenção dos observados. Segundo Lakatos e Marconi (1992), a observação direta busca entender alguns aspectos da realidade, não só vendo e ouvindo, mas examinando fatos ou fenômenos que se deseja estudar.

### 3.1.2 Obra em alvenaria estrutural com junta de 10 mm de argamassa cimentícia

Esta obra se trata de um conjunto com três blocos de oito pavimentos, com uma área total de 11.515,67 m<sup>2</sup> e 64 apartamentos por bloco. Localizado na rua Volochen, n°437, Bairro Universitário em Cascavel – PR. A mesma está sendo executada em alvenaria estrutural utilizando juntas horizontais e verticais com 10 mm de espessura de argamassa cimentícia. Na Figura 12 observa-se a localização geográfica da obra.



**Figura 12 - Localização geográfica obra com junta de 10 mm de argamassa cimentícia**



**Fonte: O autor (2021)**

### **3.2 Análise dos resultados**

Os resultados das observações feitas nas obras são apresentados de forma descritiva e ilustrativa, por meio de imagens e projetos. São apresentadas as principais características que diferenciam a alvenaria de argamassa polimérica da convencional. Por final são apresentadas sugestões de melhorias para o sistema, com base nas dificuldades encontradas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos por meio da realização do estudo de caso nas duas obras, enfocando as principais diferenças obtidas, bem como as principais dificuldades e vantagens elencadas na teoria e na prática.

### 4.1 Execução da alvenaria (paredes)

A execução da parede em alvenaria estrutural se dá a partir da junção entre o bloco e argamassa. O processo inicial para execução da primeira fiada da alvenaria é igual para as duas situações analisadas. Ou seja, para o assentamento da primeira fiada de blocos é necessária a utilização de argamassa convencional, pelo fato da laje ou piso possuir irregularidades (desníveis), que não podem ser corrigidos com o uso da argamassa polimérica.

Para o assentamento das fiadas posteriores com argamassa polimérica, a aplicação deu-se com auxílio da própria embalagem do produto, em formato de bisnagas de aproximadamente 3 kg (Figura 13), de simples manuseio facilitando a aplicação para mão de obra.

**Figura 13 - Bisnagas utilizadas em obra**



**Fonte: O autor (2021)**

Para o controle da espessura dos cordões de argamassa, há a marcação correta para corte na própria embalagem, sendo assim, é necessário apenas o operador controlar manualmente a velocidade e a pressão de aplicação do material, como mostrada na Figura 14.

**Figura 14 - Aplicação argamassa polimérica**



**Fonte: O autor (2021)**

Já na obra com aplicação de argamassa convencional, a elevação das demais fiadas de blocos se deu com o uso de uma régua de madeira, como mostrado na Figura 15.

**Figura 15 - Aplicação da argamassa convencional**



**Fonte: O autor (2021)**

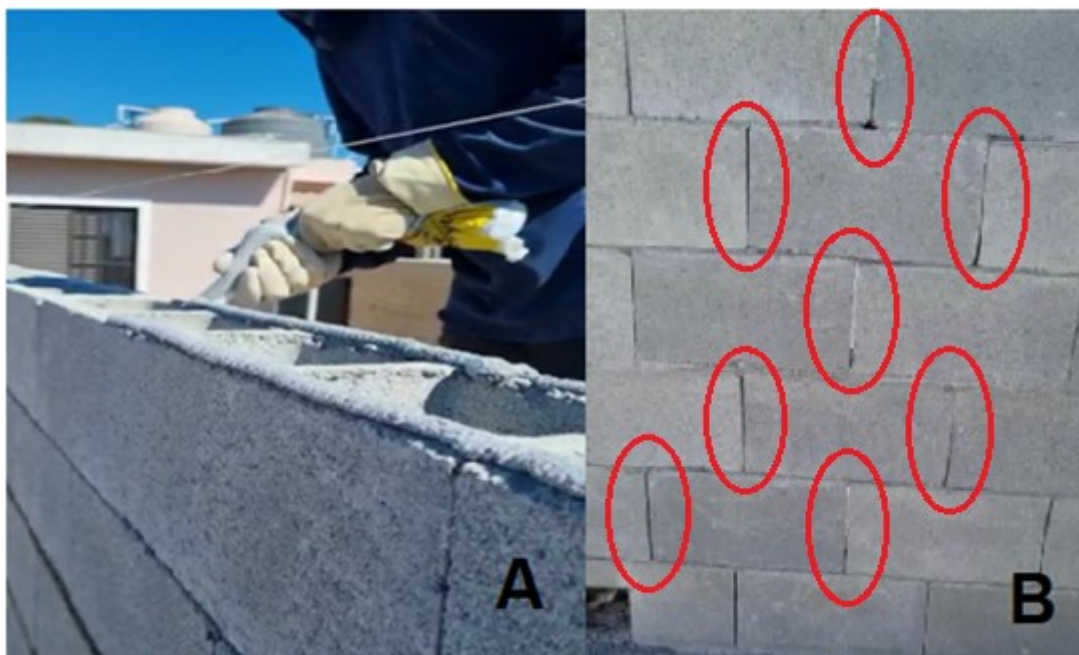
Na execução da alvenaria estrutural há dois tipos de juntas, a horizontal e a vertical. Ambas distribuem as cargas uniformemente para as fiadas inferiores até que



cheguem às fundações da edificação. As juntas horizontais garantem a interligação da fiada inferior e superior, já as juntas verticais promovem a união entre os blocos da mesma fiada.

Verificou-se na obra executada com argamassa polimérica, que são aplicados dois cordões de argamassa para formar a junta horizontal, e ausência de cordões nas juntas verticais, também denominadas juntas secas, como mostra a Figura 16 - A e B.

**Figura 16 - (A) Cordões argamassa polimérica; (B) Juntas verticais secas**



**Fonte: O autor (2021)**

Para o controle da altura da argamassa das fiadas foram utilizados pequenos “taquinhos” de madeira, mantendo espessura uniforme e regularizando as fiadas (Figura 17). Isso porque a argamassa polimérica é mais fluída e ao soltar o bloco esta é expulsa diminuindo sua espessura.

**Figura 17 - Controle altura argamassa**



**Fonte: O autor (2021)**

Já a execução da alvenaria convencional, foi constatado que a argamassa é aplicada em todas as paredes dos blocos que irão ficar em contato com a outra unidade, assim como é feita a junta vertical de argamassa (Figura 18).

**Figura 18 - Aplicação em todas paredes dos blocos**



**Fonte: O autor (2021)**

## 4.2 Dificuldades encontradas na obra

Algumas dificuldades foram encontradas quando utilizada a técnica junta fina de argamassa polimérica para alvenaria estrutural, como as relacionadas a seguir.

### 4.2.1 Necessidade de realização de camada intermediária de regularização

A principal dificuldade que foi constatada em obra foi a falta de regularidade nas dimensões dos blocos, intervindo na qualidade da execução. Essa variação dimensional dos blocos é ocasionada pela falta de controle de qualidade do fabricante. A NBR 6136 (ABNT, 2016) permite tolerâncias com relação as dimensões dos blocos, nas quais podem ser verificadas na Figura 19.

**Figura 19 - Tolerância dimensional blocos de concreto**

**Tabela 1 – Dimensões nominais**

Familia		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
	NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento.										
NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873.											
NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.											

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

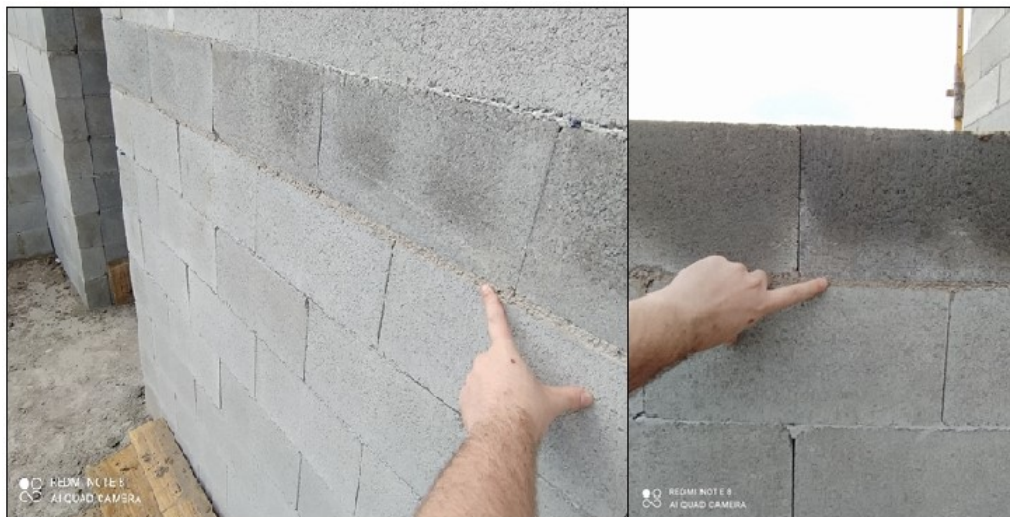
Constatou-se que os 3 mm de variação máxima permitida pela norma são excedidos, dificultando a técnica de assentamento com argamassa polimérica com juntas entre 2 e 3 mm. Ou seja, a espessura da junta não é suficiente para suprir a variação dimensional.

Uma maneira adotada em obra para regularização das fiadas em função da falta de uniformidade dos blocos, foi a confecção de uma camada intermediária, executada com argamassa convencional (Figura 20). Neste sentido, a camada mais



espessa é usada para corrigir os desnivelamentos que resultariam em alterações ou divergências no pé direito previsto em projeto.

**Figura 20 - Camada intermediária de argamassa convencional**



Fonte: O autor (2021)

A execução da camada intermediária em argamassa convencional, pode ser verificada entre a 4ª e 5ª fiada para paredes que possuem aberturas, para correção de eventuais desníveis ocasionando divergências nos peitoris ou esquadros das janelas. Em paredes em que não há presença de aberturas a aplicação do assentamento da fiada intermediária se dá entre a 7ª e 8ª fiada, com intuito de minimizar desnivelamentos ou divergência com o pé direito da estrutura.

Já na obra de alvenaria com assentamento de argamassa tradicional, todas as juntas são realizadas com a mesma espessura, como mostrado na Figura 21 - A e B.

**Figura 21 - Espessuras das juntas horizontais e verticais**

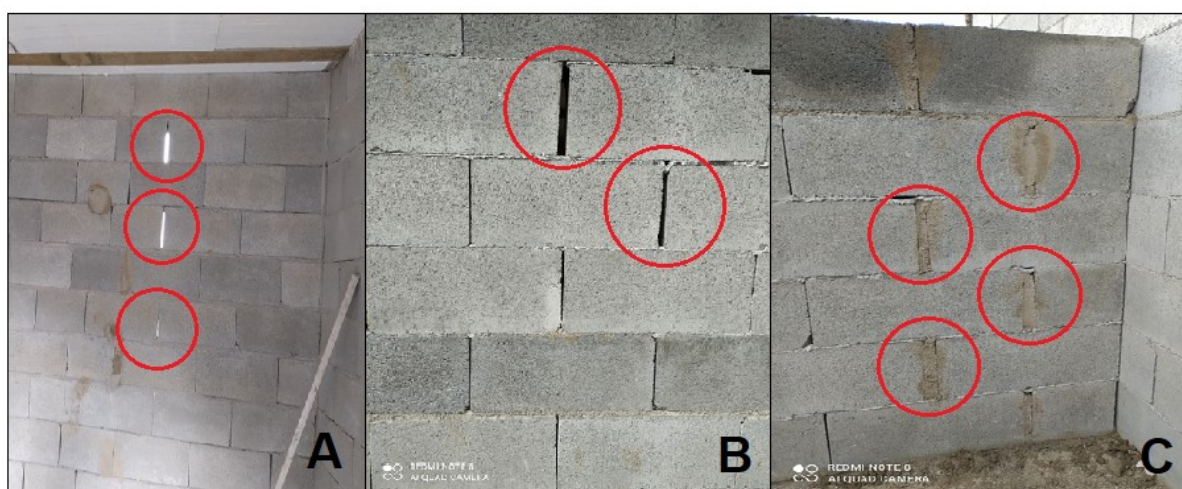


Fonte: O autor (2021)

#### 4.2.2 Preenchimento das juntas verticais

Levando ainda em consideração a desuniformidade dos blocos, na obra foi possível elencar também uma discrepância nas juntas verticais, nas quais deveriam ser juntas secas e não possuir um espaçamento entre os blocos. Porém através da falta de qualidade de alguns blocos registrou-se espaçamentos excessivos chegando à 20 mm (Figura 22 – A e B). A solução adotada na obra foi o preenchimento do vazio com a própria argamassa cimentícia utilizada no assentamento da 1ª fiada e na camada intermediária (Figura 22 - C).

**Figura 22 - Juntas verticais com espaçamentos excessivos**



Fonte: O autor (2021)

Já na obra convencional, não são encontrados esses vazios, pelo fato da argamassa cimentícia fazer todo o preenchimento entre os blocos.

#### 4.3 Vantagens constatadas na obra

Foram sistematizadas várias vantagens em utilizar a junta fina de argamassa polimérica na execução de alvenaria estrutural. Dentre elas destaca-se a limpeza e organização do canteiro de obras, assim como a diminuição da área demandada destinada aos materiais componentes para produção da argamassa cimentícia.

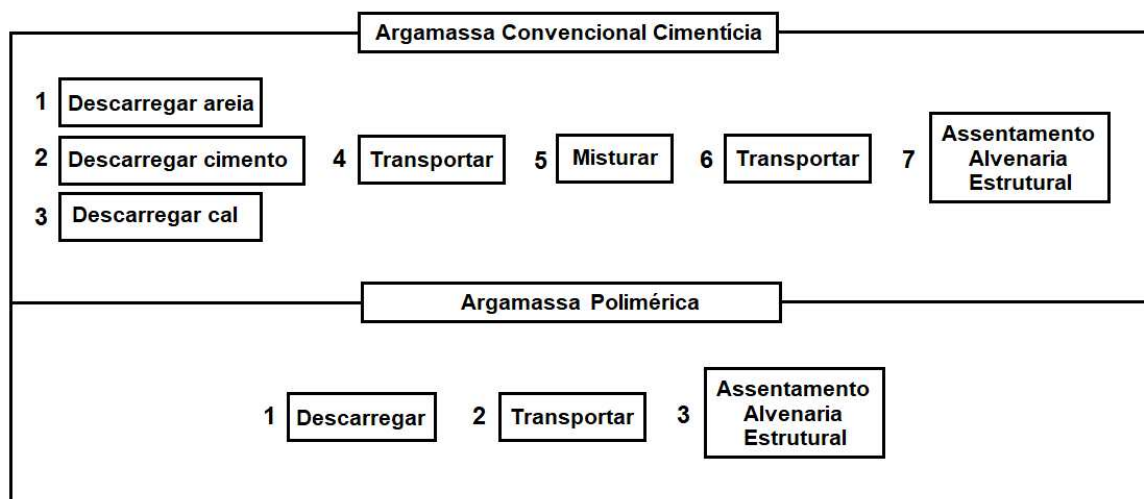
O arranjo organizacional dentro do local de trabalho na construção civil proporciona aos operários maior praticidade para o desempenho das tarefas subordinadas, resultando em uma obra financeiramente mais econômica e rápida na sua execução, sendo positiva para ambas as partes interessadas, tanto para os clientes quanto para a prestadora de serviço.

A logística dentro da obra é outro fator de grande importância quando é empregada a argamassa polimérica, pelo fato de o produto não necessitar nenhum



processo adicional anteriormente à sua aplicação, há a redução das etapas de movimentação e transporte de materiais, assim como a diminuição de funcionários para realizar a ação. Na Figura 23 verifica-se a diferença da quantidade de tarefas realizadas desde a chegada do material até a aplicação para os dois tipos de argamassas.

**Figura 23 - Diferença da logística das argamassas**



**Fonte: O autor (2021)**

Outra vantagem constatada na pesquisa é a redução no quadro de funcionários, entre eles serventes e pedreiros. Nos quais na execução de alvenaria utilizando a argamassa tradicional é necessário um servente para cada pedreiro, quando utilizada a argamassa polimérica é possível que apenas um servente auxilie mais de um pedreiro, tornando o custo com empregados menor e refletindo em uma obra mais barata.

No âmbito de sustentabilidade, a substituição do uso de argamassa convencional para argamassa polimérica é benéfica, uma vez que a polimérica ausenta o uso de cimento e areia em sua composição, o que reduz a extração da matéria prima do meio ambiente, reduzindo também a emissão de gases poluentes durante todo o processo de produção até que chegue no mercado para o consumidor. A geração de resíduos sólidos na construção civil (entulhos) também é minimizada quando comparada a argamassa polimérica com a tradicional, não necessitando de múltiplas caçambas durante toda a execução da obra e reduzindo o volume de material a ser descartado, viabilizando menores danos à natureza.

De modo que a argamassa a base de polímeros vem pronta para uso, constatou-se um aspecto em obra que é a redução do consumo de energia elétrica.

Como a betoneira é utilizada apenas para a mistura de argamassa cimentícia para as camadas de marcação (1° fiada) e para as fiadas intermediárias, percebeu-se uma queda no consumo de energia elétrica e conseqüente reflexo no custo.

Outra condição elencada em obra foi de que a argamassa polimérica aplicada com a técnica junta fina contribui com menores cargas para o cálculo e dimensionamento de toda estrutura, o que reflete em uma economia de custos na etapa de fundação quando comparada ao uso da argamassa convencional.

A praticidade do produto polimérico acaba gerando maior produtividade em obra, sendo necessário apenas aplicar o produto em formato de cordões horizontais e assentar o bloco da fiada superior, produzindo maior quantidade de alvenaria por dia comparando com a argamassa convencional, que requer um maior tempo para preparo e assentamento dos blocos.

#### **4.4 Aspectos sobre o projeto e modulação**

Dentre os detalhes construtivos enumerados nas seções anteriores, o principal problema constatado na obra do estudo de caso é em relação a paginação (modulação) em planta.

A fase de modulação e compatibilização de um projeto em alvenaria estrutural é essencial para a racionalização e produtividade durante todo o processo de edificação. Inicialmente é escolhido o tipo de bloco estrutural, nos quais podem ser de concreto, cerâmico ou sílico-calcários, posteriormente é definida a família que será utilizada, variando de acordo com seu tamanho.

Para a elaboração das unidades modulares é seguido a soma entre o tamanho da unidade e a espessura de 10 mm das juntas de argamassa. Porém a técnica de junta fina utiliza em sua aplicação finalizada valores entre 2 e 3 mm de espessura na junta horizontal, já na junta vertical pode-se utilizar também de 2 a 3 mm ou ainda zerar essa espessura, conhecida como junta seca. Em uma obra modulada com as juntas de 10 mm e na prática empregada a técnica de junta fina, ocasionará em uma variação no pé direito e também nas dimensões dos cômodos da edificação.

Dessa maneira desenvolveu-se possíveis soluções para o uso da técnica de junta fina de argamassa polimérica, como descrito a seguir.

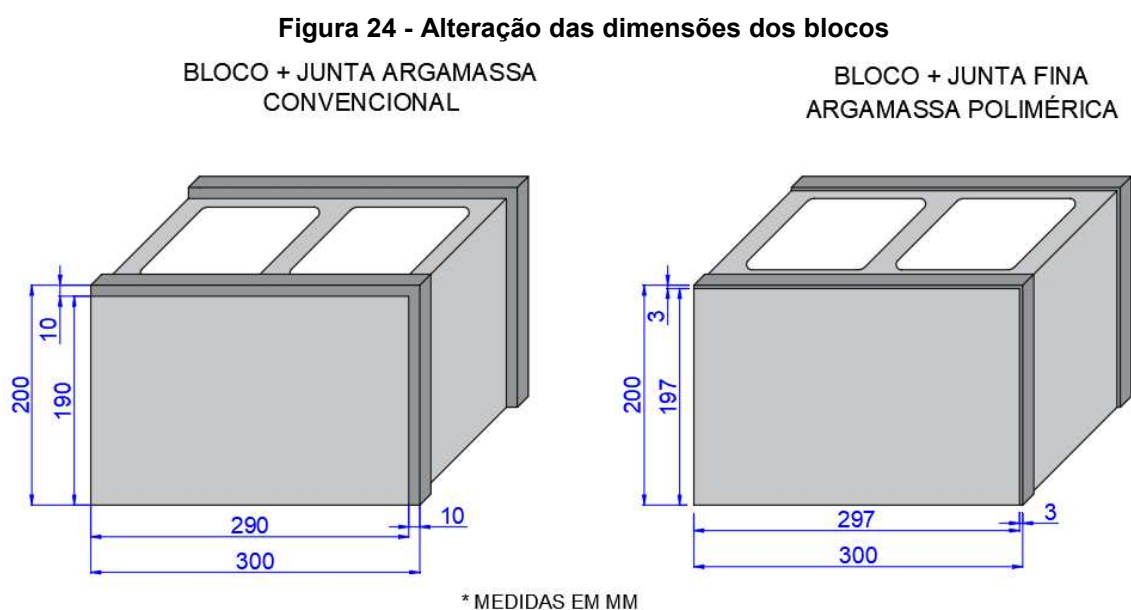
#### 4.4.1 Alterar as dimensões dos blocos

A primeira possibilidade objetiva alterar as dimensões dos blocos. Quando se trata da alvenaria estrutural com junta tradicional, utiliza-se blocos com 190 mm de altura somados a 10 mm de espessura das juntas horizontais. No método de alvenaria com juntas finas de argamassa polimérica, se faz necessário a criação de uma nova família de blocos para manter as mesmas medidas modulares.

No sistema construtivo com argamassa polimérica, as juntas são dimensionadas com espessura de 3 mm, portanto, para padronização do sistema, é sugerido o uso de blocos com 197 mm de altura, já no comprimento, seriam adicionados 7 mm das dimensões atuais caso haja preenchimento da junta vertical.

O uso desses blocos, na etapa de modulação quando somadas as alturas das unidades e espessura da argamassa, acaba resultando no mesmo valor quando utilizado argamassa convencional, o que facilita o processo de paginação e evita futuros problemas aos operários, projetistas e clientes da obra.

Na Figura 24, pode ser verificar a sugestão de modificar as dimensões dos blocos na família 29.



**Fonte: O autor (2021)**

A possível solução adotada poderia ausentar a necessidade de fiadas intermediárias preenchidas com argamassa tradicional, resultando em maior produtividade e menor custo à obra.

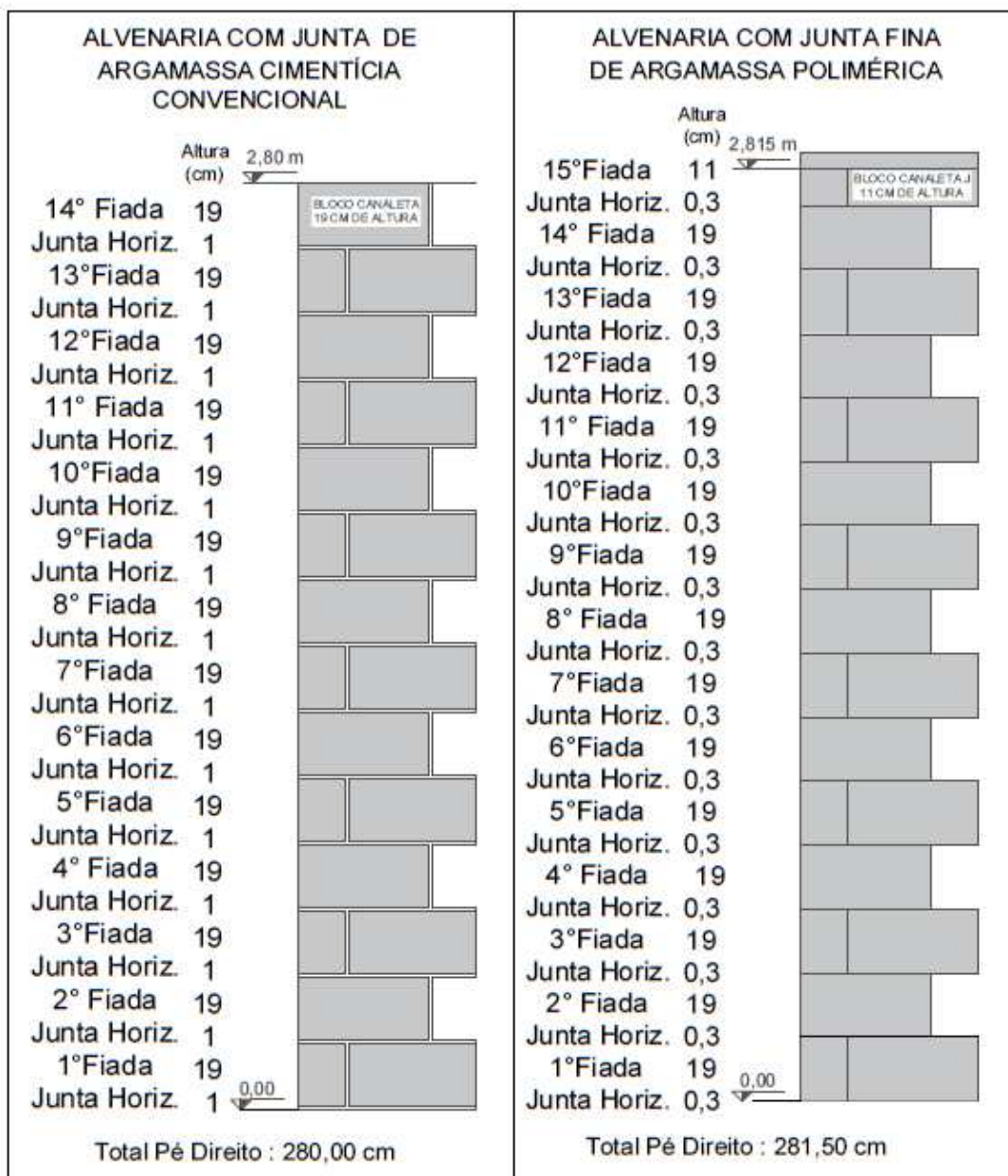
#### 4.4.2 Continuar utilizando as dimensões dos blocos atuais

A proposta consiste em continuar utilizando as dimensões de famílias de blocos existentes no mercado atual, porém para o desenvolvimento da modulação do projeto ao invés de adicionar a espessura de 10 mm das juntas verticais e horizontais, serão adicionadas 3 mm em virtude da técnica junta fina.

A partir da paginação formulada e modulada, verifica-se que as medidas se encontrarão fora do padrão utilizado na alvenaria estrutural conforme apresentada pela NBR 16590 (ABNT, 2016), padrão esse, que quando somado o tamanho de um bloco com os 10 mm da junta é automaticamente gerado um valor múltiplo de 50 mm, o que facilita o processo de modulação. Porém quando empregada a técnica de junta fina, o padrão múltiplo de 50 mm não é seguido, gerando medidas aleatórias e dificultando a etapa de desenvolvimento do projeto e também de execução.

Seguindo o exemplo da obra com pé direito de 2,80 m quando empregada a junta fina de argamassa polimérica o pé direito de 2,80 m não é possível ser executado ou projetado, no entanto sua altura é modificada. Na Figura 25, há a relação entre o emprego dos dois tipos de argamassa com as respectivas alturas calculadas.

Figura 25 - Relação do pé direito quando aplicada diferentes argamassas



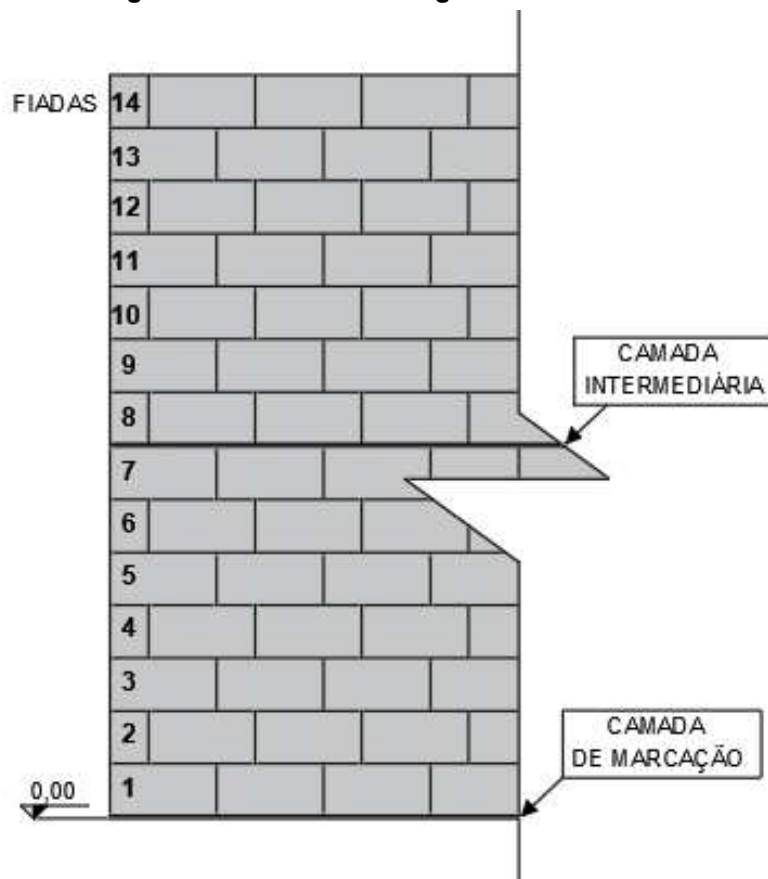
Fonte: O autor (2021)

Como verificado na Figura 25, a alteração da junta dos usuais 10 mm para 3 mm (junta fina) pode oferecer desconformidades de dimensões no projeto, não apenas no pé direito, mas também nas medidas das aberturas de janelas e portas, peitoris ou batentes. Todas medidas devem ser reformuladas e analisadas ainda em fase de projeto, evitando obstáculos na etapa de execução. Verifica-se também que a quantidade de fiadas (blocos) utilizados quando aplicada a argamassa polimérica é superior a argamassa convencional, em contrapartida, a quantidade de argamassa cimentícia consumida é maior do que a polimérica.

#### 4.4.3 Realizar camada intermediária para regularização

Outra possível solução, é manter a maneira em que está sendo realizado o projeto e a execução da mesma forma verificada no estudo de caso, realizando as camadas de marcação (1° fiada) e intermediária com argamassa convencional (mais espessa) para que possíveis eventos de desaprumo e desníveis sejam corrigidos ou ajustados, como apresentado na Figura 26.

**Figura 26 - Camadas de argamassa cimentícia**

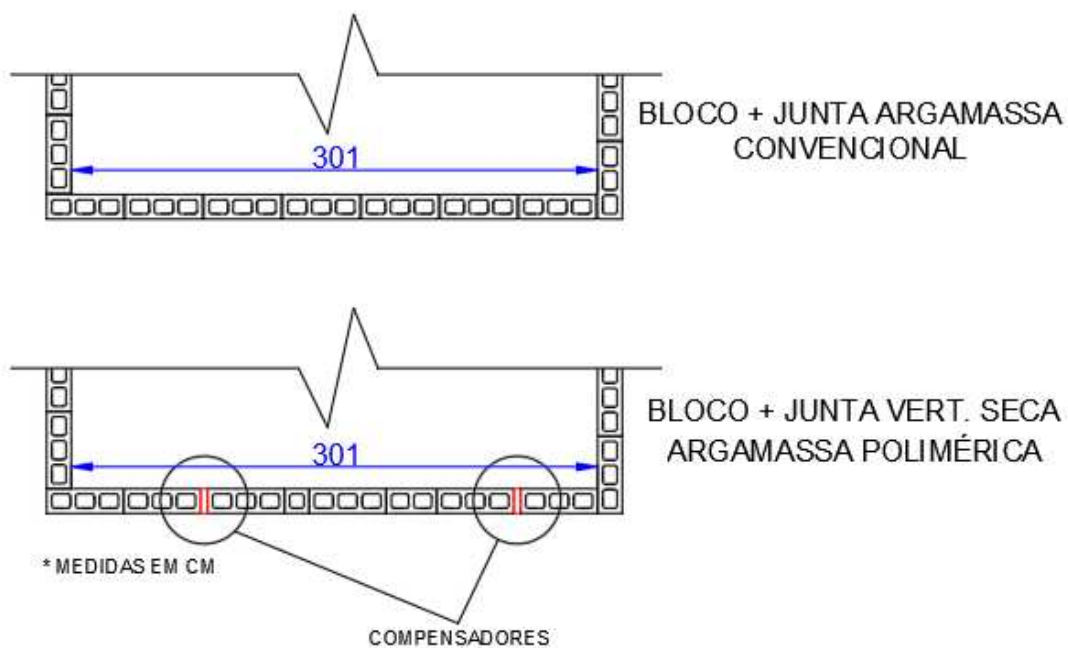


**Fonte: O autor (2021)**

Há também o uso de elementos pré-fabricados, como exemplo os compensadores ou “bolachas”, que são peças essenciais para ajustes de cotas do sistema de alvenaria estrutural, possuem medidas de 4 ou 9 cm de largura, essenciais para compensar distanciamento entre os blocos, ocasionados pelas irregularidades dimensionais dos blocos ou erro na fase de modulação.

Na Figura 27, verifica-se um exemplo de modulação da 1° fiada de um cômodo de 3,01 metros de comprimento utilizando a família 39 e aplicando argamassa convencional. No entanto, quando a argamassa polimérica é empregada percebe-se que há sobra de espaço entre os blocos, no qual foi otimizado o comprimento de 3,01 m usando dois compensadores de 4 cm e outros tipos de blocos da mesma família.

**Figura 27 - Modulação com junta convencional e junta seca**



**Fonte: O autor (2021)**

Contudo, o desenvolvimento da modulação independente dos diferentes tipos de peças utilizados para suprir diferenças de medidas, reflete em todas as etapas de execução, simplificando a distribuição dos blocos, facilitando o controle da produção e aumentando a precisão com o que está sendo executado no canteiro de obras.

## 5 CONCLUSÃO

O uso da argamassa polimérica com a função estrutural mostrou-se um novo marco de inovação e desenvolvimento das tecnologias empregadas no setor da construção civil. Porém, esses avanços ainda são vistos com muita retração por profissionais e construtoras da área.

Após a realização do trabalho e a análise do emprego da junta fina de argamassa polimérica em um estudo de caso de um edifício, algumas dificuldades e vantagens puderam ser observadas quando comparadas com o uso de argamassa convencional.

Inicialmente, verifica-se algumas dificuldades encontradas no canteiro de obra, entre elas estão a necessidade de realização de camada intermediária com argamassa cimentícia para regularização e suprimento de irregularidades dimensionais dos blocos assentados. Além disso, também foram identificados problemas relacionadas as juntas verticais, nas quais pela falta de conformidade dimensional das unidades, houve espaçamentos chegando a 2 cm entre os blocos.

Outra dificuldade enfrentada foram aspectos relacionados com o projeto e a modulação. Problemas esses, consequências das divergências de dimensões comumente aplicada em alvenaria tradicional. No uso da junta fina de argamassa polimérica, os projetos precisaram ser planejados respeitando-se os 3 mm da junta e evitar dimensões fracionadas, o que dificulta a execução.

Também pode-se observar vantagens referentes ao uso dessa técnica de assentamento inovadora. A primeira elencada foi a logística do processo de execução da argamassa polimérica em comparação com a convencional, na primeira, foi analisado que o processo ocorre com maior praticidade, envolvendo menor número de funcionários, menor consumo de matéria prima e por consequência, o canteiro de obra fica mais limpo e organizado pela menor quantidade de insumos dispostos in loco.

Outra vantagem que se observou é em relação à sustentabilidade. Na argamassa polimérica, quando em comparação com a convencional, não se faz o uso de cimento e areia e, portanto, a extração de matéria prima advinda da natureza será menor, assim como a emissão de gases poluentes e geração de resíduos de construção. Além disso, o uso dessa tecnologia é sustentável, reduzindo o consumo de energia elétrica e de água no canteiro de obras.



Por fim, percebeu-se que o processo de execução empregando juntas finas de argamassa polimérica foi positivo para a execução da obra, porém são necessários estudos mais detalhados e específicos na área para auxiliar em dificuldades apresentadas durante o processo, a fim de simplificar o processo construtivo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Alvenaria estrutural – parte 1: Execução e controle de obras. **ABNT NBR 16868**, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — requisitos. **ABNT NBR 6136**, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria - parte 1: requisitos. **ABNT NBR 15270**, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco sílico-calcário para alvenaria – parte 1: requisitos, dimensões e métodos de ensaio. **ABNT NBR 14974**, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos. **ABNT NBR 13281**, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação - parte 1: requisitos. **ABNT NBR 16590**, 2017.

BRANCO, F. R. **Uso de Argamassa Pronta Não Cimentícia para Assentamento de Alvenaria em um Edifício na Cidade de Santarém-PA**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2015.

BIOMASSA. Biomassa para assentamento de blocos. **Biomassa**, 15 jul. 2021. Disponível em: <<https://biomassadobrasil.com.br/>>.

CAMACHO, P. D. J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: NEPAE - Núcleo de ensino e pesquisa da alvenaria estrutural, 2006. Acesso em: 09 jul. 2021.

CAMPOS, I.M. **O que é alvenaria estrutural?** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura - Fórum da Construção, 2012. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=40>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CAVALHEIRO, O. P. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

CBIC. **Informativo Econômico Construção Civil: desempenho e perspectivas**. Brasília, 2011. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-esta-mais-moderna/>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

DÉSIR, J. M. **Alvenaria estrutural**. UFURGS. Disponível em: <<https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/creditos.php>>. Acesso em 10 ago. 2021.

GALLEGOS, H.; CASABONNE, C. **Albañilería Estructural**. 3 ed, Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2005.

GRUPO FCC. Massa DUNDUN. Disponível em: <<https://massadundun.com.br/o-produto/>>. Acesso em 15 jul. 2021.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção civil**. São Paulo: Tese – USP, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LEGGERINI, M. R. C. **Alvenaria Estrutural Métodos Construtivos**. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

MARDER, T. S. **A produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria do município de Ijuí**: Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2001.

MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural: materiais, projeto e desempenho**. Ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2020. ISBN 978-85-212-1459-5.

MOHAMAD, G.; MACHADO, D.W.N.; JANTSCH, A.C.A. **Alvenaria Estrutural: Construindo o conhecimento**. 1. ed, São Paulo: Blucher, 2017. ISBN 978-85-212-1103-7.

MOREIRA, L. C.; VERMELHO, M.C.; ZANI, A. A. Estudo da Argamassa Polimérica de Assentamento de Blocos e Tijolos Segundo Aspectos Técnicos, Econômicos, Mercadológicos e de Clima Organizacional. **Revista Espacios, Caracas**, v.38, n.53, p.14, 2017.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifício de Alvenaria Estrutural**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2003.

RAYMUNDO, C. A. C.; PARSEKIAN, G. A.; RAYMUNDO, H. **Utilização da argamassa polimérica com junta fina em alvenarias**. 1º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos. **Anais...**Campinas.2017.

ROCHA, R. S. **Avaliação e comparação das propriedades mecânicas de uma argamassa pronta não cimentícia para alvenaria com e sem função estrutural frente as argamassas convencionais**. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

ROMAN, H. R. et al. **Análise de alvenaria estrutural**. Curso Internet preparado para funcionários da Caixa Econômica Federal. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

ROMAN, H.; Filho, S. P. **Manual de alvenaria estrutural**. Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural>>. Acesso em 30 jul. 2021.

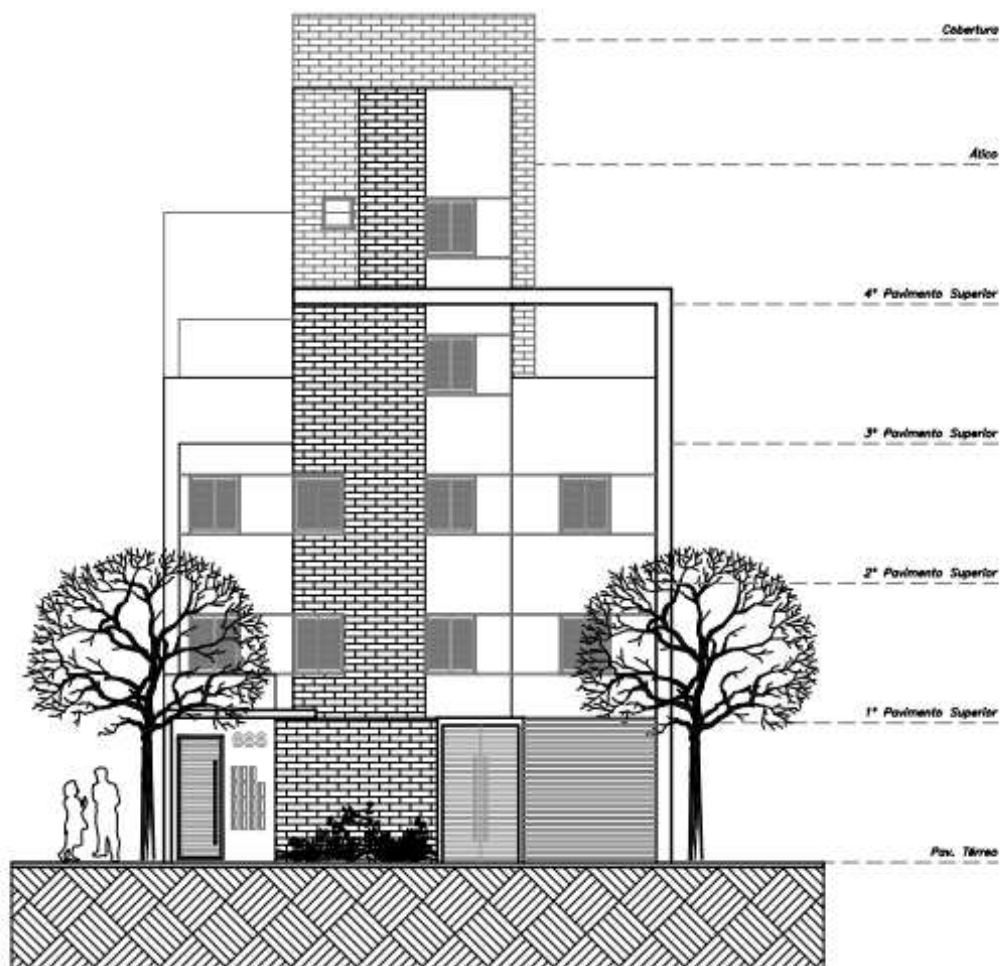
SILVA; et al. **Utilização de argamassa polimérica no assentamento de tijolos ou blocos**. Associação Educacional Dom Bosco. Rio de Janeiro, 2013.

SELECTA SOLUÇÕES EM BLOCOS. **Guia técnico - Elevação da alvenaria**. Disponível em:<<http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/>>. Acesso em 10 ago. 2021.

THAMBOO, J. A.; DHANASEKAR, M.; YAN, C. Thin bed masonry system: Review and future prospects. **Research Gate**, p.10, 2011.

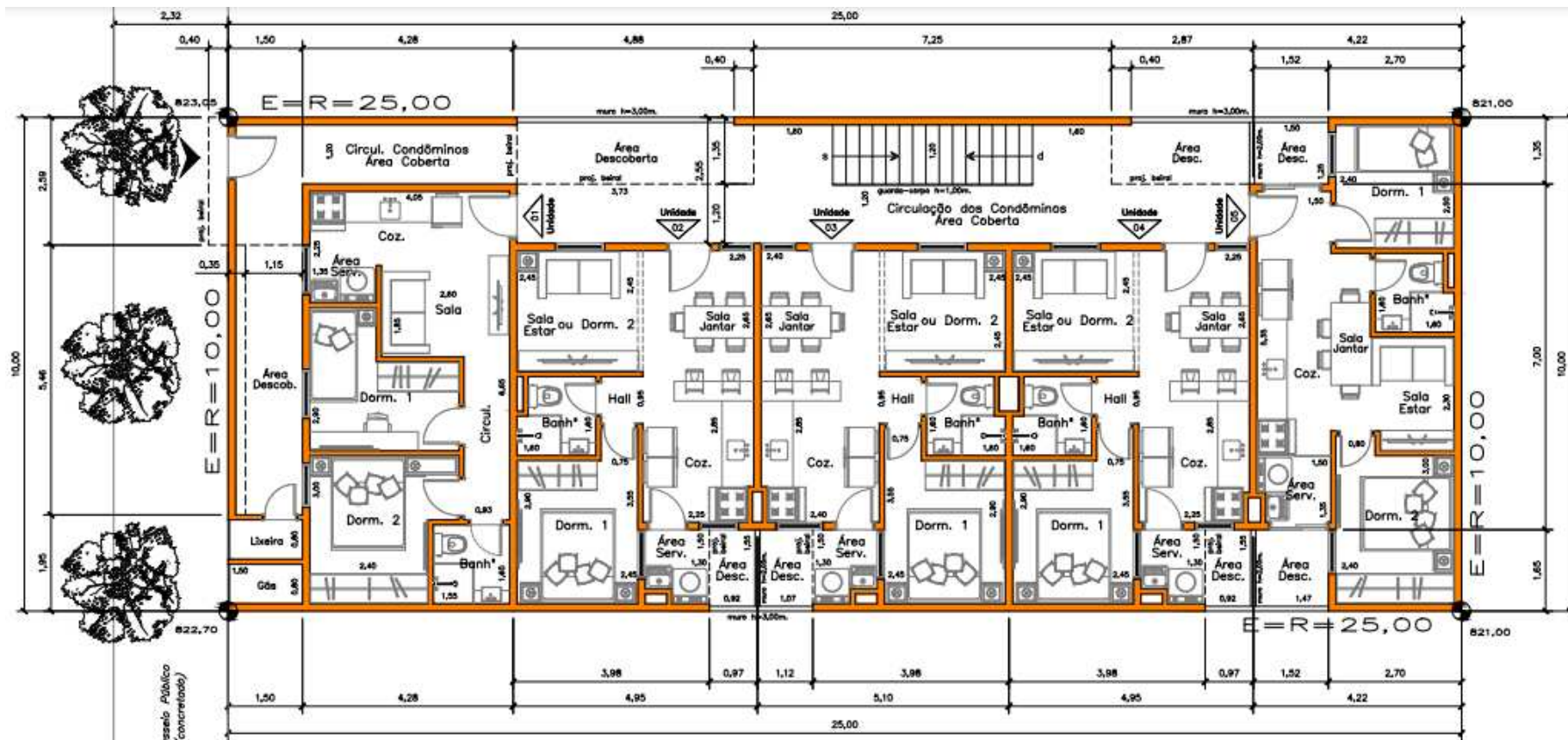
WALLIMAN, N; BAICHE, B.; OGDEN, R. Thin-joint glued brickwork: Building in the British contexto. **Construction and Building Materials**, v.22, p.1081-1092, 2007.

**ANEXO A – Fachada e plantas da edificação do estudo de caso**

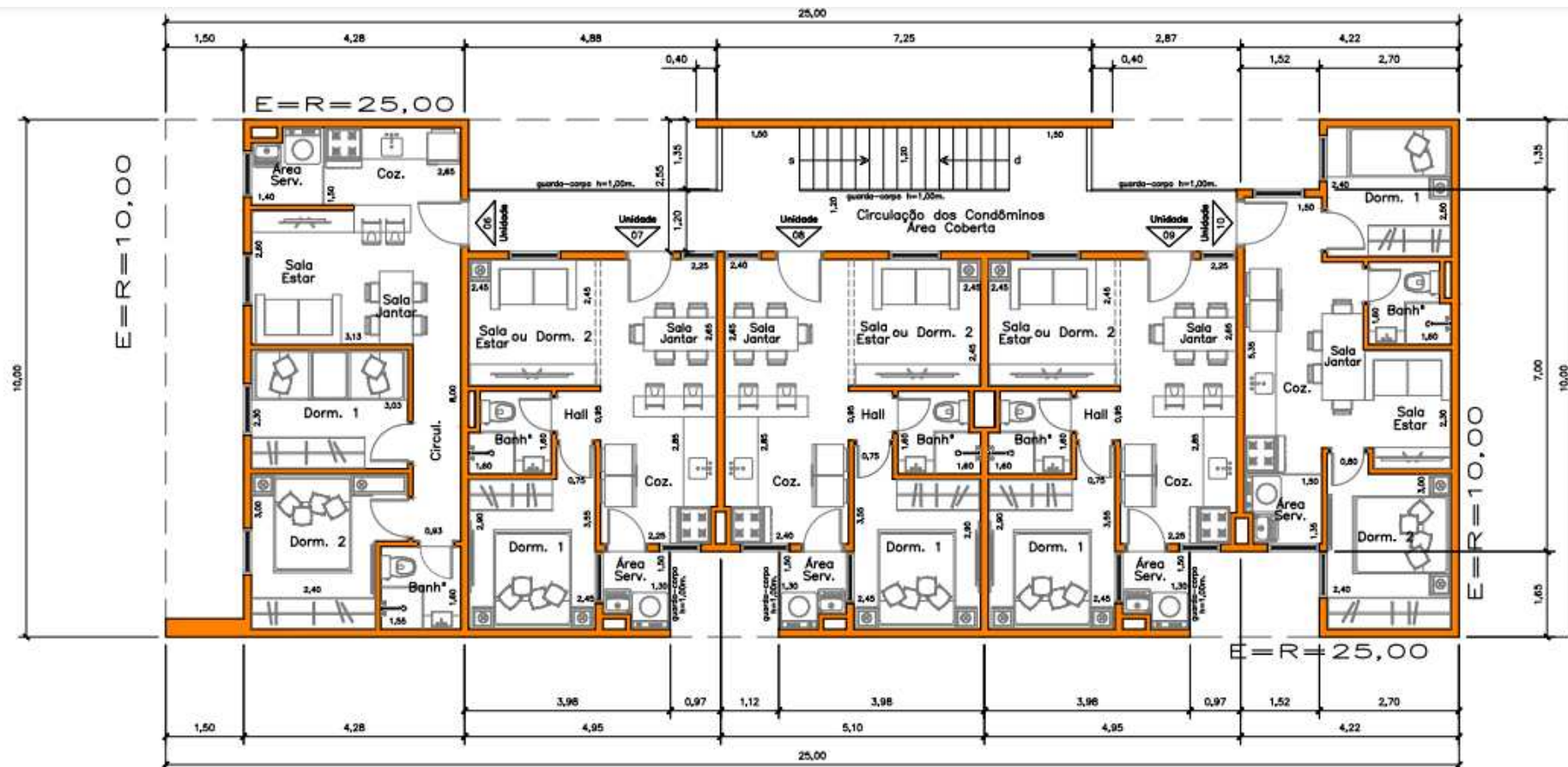


## Fachada Frontal

ESCALA 1:100

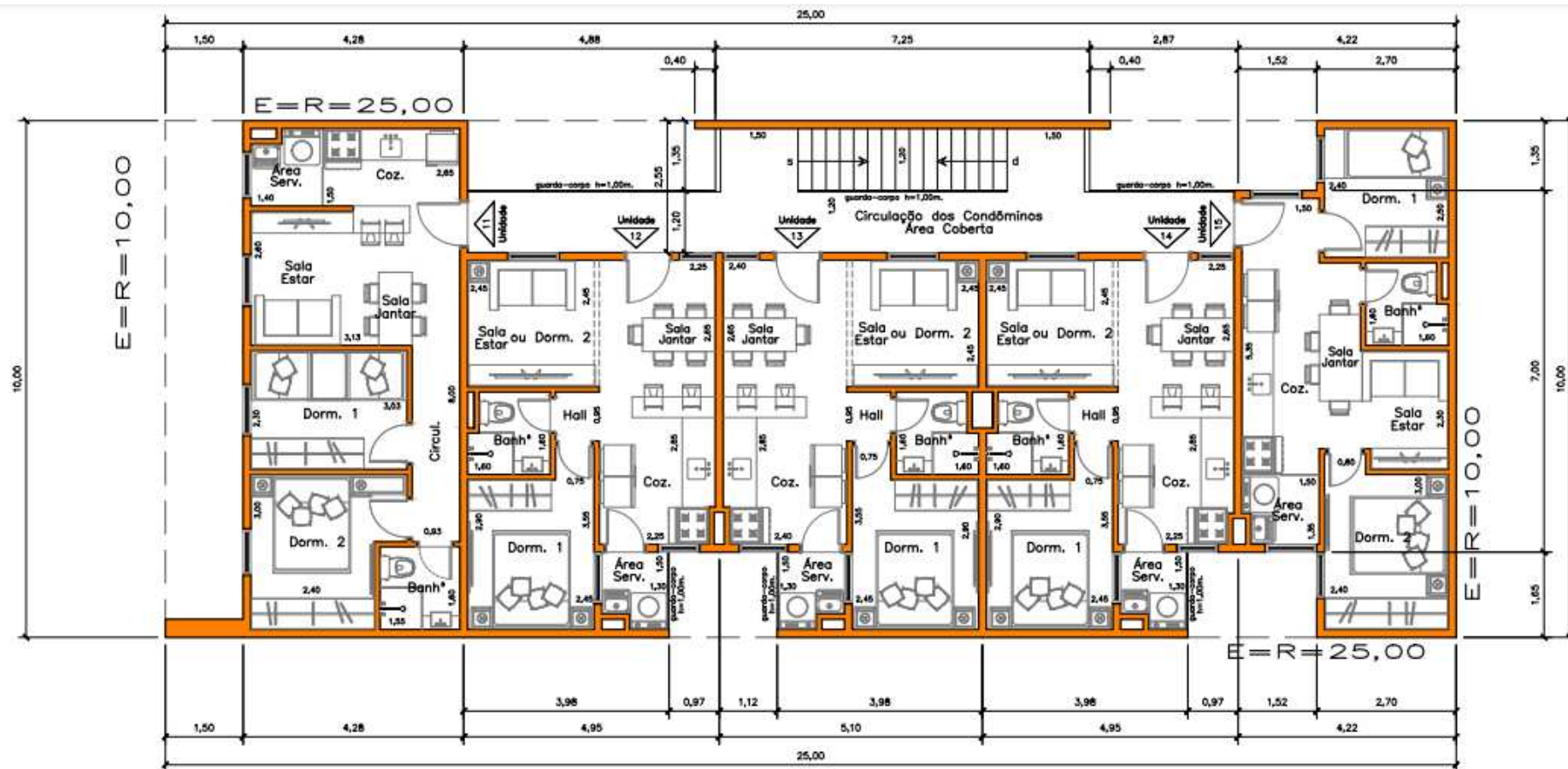


# Pav. Térreo  
 ESCALA 1:100



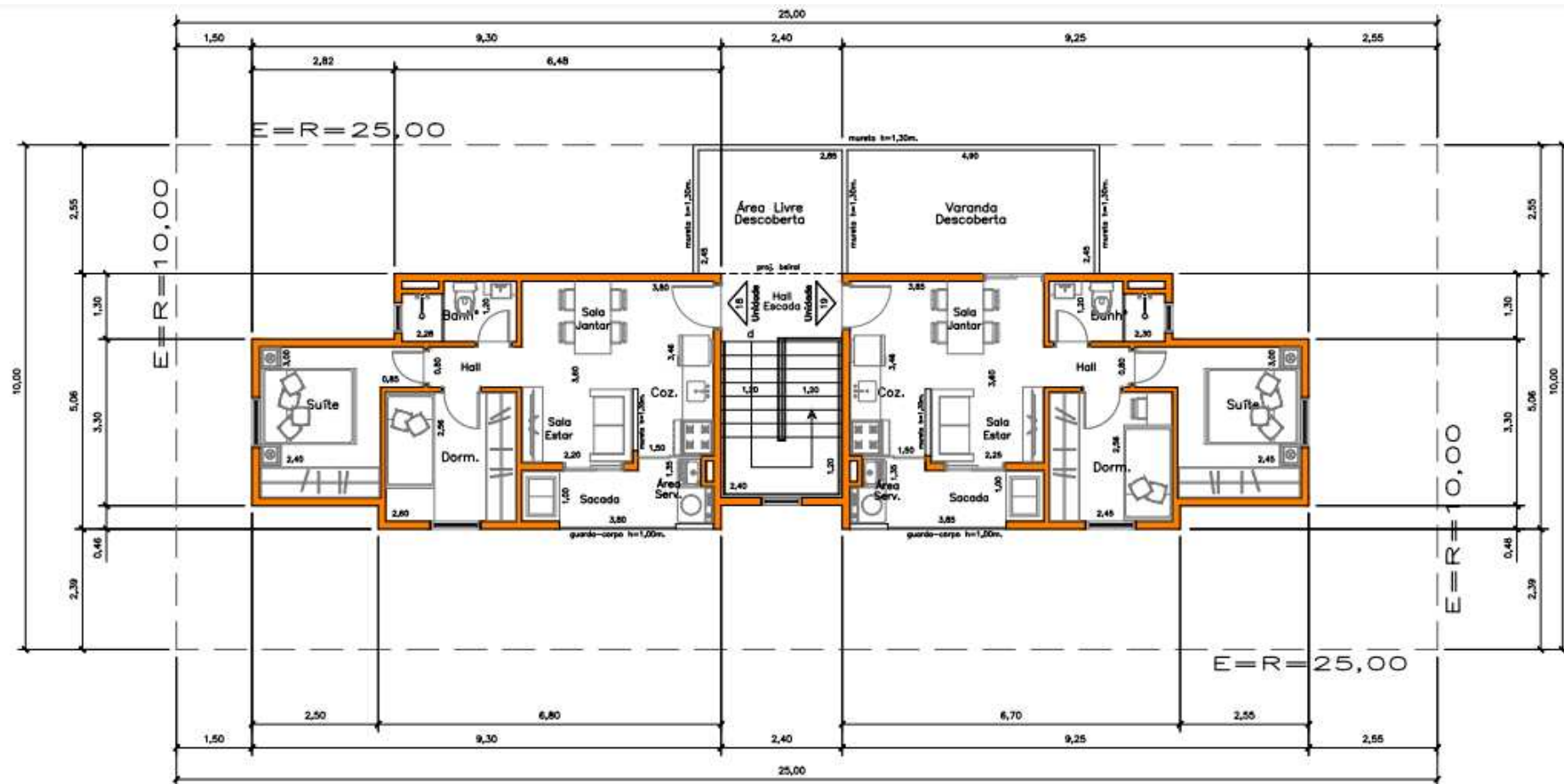
# 1º Pav. Superior  
 ESCALA 1:100





# 2º Pav. Superior  
 ESCALA 1:100





4º Pav. Superior

ESCALA 1:100