



**DANIELLE REIS E SILVA DE OLIVEIRA  
LETÍCIA CORDEIRO CAETANO MOREIRA**

**PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE  
CASO DE UMA CONSTRUÇÃO EM ITAGUARA/MG**

**LAVRAS - MG  
2023**

**DANIELLE REIS E SILVA DE OLIVEIRA  
LETÍCIA CORDEIRO CAETANO MOREIRA**

**PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO  
DE UMA CONSTRUÇÃO EM ITAGUARA/MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges  
Orientador

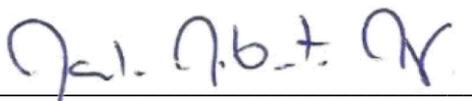
**LAVRAS - MG  
2023**

**DANIELLE REIS E SILVA DE OLIVEIRA  
LETÍCIA CORDEIRO CAETANO MOREIRA**

**PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO  
DE UMA CONSTRUÇÃO EM ITAGUARA/MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 13 de julho de 2023.



---

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiro a Deus, por nos permitir trilhar esse caminho até aqui com saúde! Nos enchendo de esperança quando os dias eram difíceis e sendo nossa força para seguir. Agradecemos também nossos pais, pelo tempo investido, pelo amor, confiança e paciência dedicados durante todos esses anos. Por nos apoiar em todas as dificuldades enfrentadas em nossas vidas e por nos orientar sempre que necessário.

Ao nosso orientador Paulo R. Borges, por nos apoiar e pela disposição em nos ajudar no desenvolvimento desse trabalho.

A todos os professores que fizeram parte da nossa formação, pelo conhecimento compartilhado e tamanha dedicação a nos ensinar.

À Universidade Federal de Lavras, por tudo que representa em nossa formação acadêmica, nos proporcionando momentos incríveis de superação e nos fazendo sentir muito orgulho de fazer parte do corpo discente no curso de Engenharia Civil.

À nossa família pelo carinho e cuidado. Aos amigos que por tantos momentos estavam ao nosso lado para tirar o peso dos dias difíceis e levar a alegria e leveza que precisávamos.

## RESUMO

A alvenaria estrutural tem avançado bastante no Brasil, fatores como racionalização dos materiais, bom desempenho e diminuição dos custos e prazos na execução da obra, colaboraram para o crescimento dessa técnica de construção. Em decorrência de diversos fatores, problemas patológicos podem surgir nesse sistema construtivo, e provocar danos que afetam não só a durabilidade, como também a segurança de toda a edificação. O presente trabalho refere-se a um estudo de caso com o tema construções em alvenaria estrutural, com foco no residencial Olympia, localizado no centro da cidade de Itaguara – MG. Objetivou-se, analisar a qualidade e eficiência da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo nesse edifício. Para tanto, desenvolveu-se um questionário, destinado a atuais moradores, com o intuito de identificar patologias e problemas existentes no residencial em questão. Encontrou-se infiltração, e a partir daí foram apresentadas possíveis causas e propostas soluções. O mesmo procedimento foi realizado em relação ao problema com ruído, identificado também através do questionário. Ao final, verificou-se a importância na compatibilização dos projetos complementares (arquitetônico, elétrico e hidrossanitário), além da importância de medidas como controle de qualidade na execução, impermeabilização e isolamento termoacústico de pisos.

**Palavras-chave:** Sistema construtivo. Infiltração. Ruído. Construção civil.

## **ABSTRACT**

Structural masonry has advanced a lot in Brazil, factors such as rationalization of materials, good performance and reduction of costs and deadlines in the execution of the work, collaborated for the growth of this construction technique. Due to several factors, pathological problems can arise in this constructive system, and cause damages that affect not only the durability, but also the safety of the entire building. The present work refers to a case study with the theme constructions in structural masonry, focusing on the residential Olympia, located in the center of the city of Itaguara - MG. The objective was to analyze the quality and efficiency of the use of structural masonry as a constructive system in this building. To this end, a questionnaire was developed, aimed at current residents, with the aim of identifying existing pathologies and problems in the residential in question. Infiltration was found, and from then on, possible causes were presented and solutions were questioned. The same procedure was performed in relation to the problem with noise, also identified through the questionnaire. In the end, the importance of making the complementary projects (architectural, electrical and hydrosanitary) compatible was verified, in addition, the importance of measures such as quality control in the execution, waterproofing and thermoacoustic insulation of floors.

**Keywords:** Constructive system. Infiltration. Noise. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das aberturas segundo a largura em mm.	12
Figura 2 – Desenho Esquemático de um Bloco de Concreto.	15
Figura 3 – Alvenaria não armada.	18
Figura 4 – Alvenaria armada ou parcialmente armada.	19
Figura 5 – Alvenaria protendida.	20
Figura 6 – Representação laje maciça em alvenaria estrutural.	21
Figura 7 – Representação laje em painel treliçado em alvenaria estrutural.	21
Figura 8 – Representação laje treliçada mista em alvenaria estrutural.	22
Figura 9 – Detalhe da fixação dos degraus na escada tipo “jacaré”.	23
Figura 10 – Detalhe da escada com estrutura metálica.	24
Figura 11 – Imagem 3D do projeto do residencial Olympia.	26
Figura 12 – Imagem do projeto do residencial Olympia.	26
Figura 13 – Alvenaria estrutural do residencial Olympia sendo erguida.	27
Figura 14 – Gráfico a respeito da presença de fissuras.	28
Figura 15 – Gráfico a respeito da presença de infiltrações.	29
Figura 16 – Infiltração encontrada nos apartamentos.	29
Figura 17 – Mofo decorrente de infiltração.	30
Figura 18 – Gráfico a respeito da presença de revestimentos soltos.	31
Figura 19 – Gráfico a respeito de problemas com ruído.	31
Figura 20 – Gráfico a respeito da presença de problemas com a parte hidráulica.	32
Figura 21 – Shaft hidráulico do residencial Olympia.	33
Figura 22 – Gráfico a respeito da presença de problemas com a parte elétrica.	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Motivação .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Alvenaria estrutural .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 Breve Histórico .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 Vantagens .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.3 Desvantagens.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.4 Principais patologias e problemas recorrentes na alvenaria estrutural.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.4.1 Fissuras.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.4.2 Infiltrações .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.4.3 Deslocamento de revestimento .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4.4 Problemas relacionados a ruído.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4.5 Problemas relacionados as instalações hidráulicas e elétricas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.5 Componentes e modulação .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5.1 Bloco .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5.2 Argamassa .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.5.3 Graute e Armadura.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.6 Tipos de Alvenaria.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.6.1 Alvenaria não armada.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.6.2 Alvenaria armada ou parcialmente armada.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.6.2 Alvenaria protendida .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.7 Lajes.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.8 Fundações.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.9 Escadas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.10 Esquadrias.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.10.1 Portas.....</b>	<b>26</b>

<b>2.1.10.2 Janelas .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Residencial Olympia.....</b>	<b>26</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Metodologia adotada.....</b>	<b>28</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.4.1 Fissuras.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4.2 Infiltrações .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.3 Deslocamento de revestimento .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.4 Problemas relacionados a ruído.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.5 Problemas relacionados a instalações hidráulicas.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.6 Problemas relacionados a instalações elétricas.....</b>	<b>34</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, devido especialmente a recuperação econômica do setor da construção civil, a alvenaria estrutural tem experimentado grande avanço no Brasil. Além disso, fatores como racionalização dos materiais, bom desempenho e diminuição dos custos e prazos na execução da obra, colaboraram para o crescimento dessa técnica de construção.

Define-se alvenaria estrutural como sistema construtivo em que as paredes da edificação, feitas por blocos de concreto, sílico-calcário ou cerâmico, fazem além da vedação vertical da construção, a estrutura de suporte do edifício. Ou seja, na alvenaria estrutural não existem pilares ou vigas convencionais, as próprias paredes são os elementos portantes das cargas até as fundações.

Segundo Franco (1992), alvenaria estrutural trata-se, portanto, de um processo construtivo racionalizado, projetado, calculado e construído em conformidade com as normas pertinentes, visando funcionalidade com segurança e economia.

Todavia, em decorrência de falhas construtivas, erros de projeto ou, ainda, falhas provocadas por mau uso do imóvel, problemas patológicos podem surgir nesse sistema construtivo, e provocar danos que afetam não só a durabilidade, como também a segurança de toda a edificação.

Dessa forma, o presente trabalho abordará o tema construções em alvenaria estrutural, com foco no residencial Olympia, localizado no centro da cidade de Itaguara-MG. Serão abordados sua forma construtiva, estruturação e também, patologias e problemas relatados por atuais moradores. Por conseguinte, serão propostas soluções técnicas de engenharia capazes de amenizar e resolver tais problemas.

### **1.1. Motivação**

A alvenaria estrutural como já citado tem ocupado cada vez mais seu espaço em obras de todo o Brasil. Embora na grade obrigatória do curso não seja comum encontrarmos disciplinas exclusivamente sobre patologia e sobre a alvenaria estrutural, esses assuntos são sempre abordados na sala de aula e discutidos entre alunos e professores.

A motivação deste trabalho surgiu primeiramente da necessidade de se entender mais sobre patologias, saber suas causas e propor soluções. Também entender mais sobre esse processo da construção em alvenaria estrutural.

O conhecimento das patologias é de extrema importância, pois muitas vezes as mesmas surgem devido a falhas no projeto ou execução. Engenheiros projetistas e executores de obras com maior domínio do assunto podem evitar patologias e garantir uma maior durabilidade e satisfação de seus clientes.

## **1.2. Objetivos**

Neste item serão apresentados o objetivo geral e os específicos do presente trabalho.

### **1.2.1. Objetivo geral**

Teve-se como objetivo geral analisar a qualidade e a eficiência da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo, no edifício residencial Olympia localizado em Itaguara-MG.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Para alcançar o objetivo geral foram propostos alguns objetivos específicos, conforme descrito a seguir.

- Investigar as possíveis causas para o aparecimento das patologias e problemas relatados por atuais moradores do residencial, por meio de inspeções visuais, bem como pela análise dos projetos e documentos disponibilizados pela empresa responsável.
- Propor soluções técnicas de engenharia capazes de resolver a problemática em questão, levando-se em consideração aspectos de durabilidade, segurança estrutural, conforto e estética.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste item serão apresentados dados da literatura capazes de dar todo o suporte necessário para a discussão do assunto do trabalho em questão. Tendo em vista que este teve como objetivo analisar a qualidade e eficiência da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo no edifício residencial Olympia, localizado em Itaguara-MG.

### **2.1. Alvenaria Estrutural**

#### **2.1.1. Breve Histórico**

A alvenaria estrutural teve origens na Pré-História, e trata-se, portanto, de um dos sistemas de construção mais antigos da humanidade. A princípio, utilizava-se do conhecimento empírico para construir, o que resultava em estruturas mais robustas quando comparadas com as de hoje em dia.

As primeiras construções feitas em alvenaria estrutural apresentavam grandes espessuras, principalmente devido ao desconhecimento das características resistentes dos materiais e de procedimentos racionais de cálculo. O Edifício Monadnock situado em Chicago, e construído no século XIX, é um exemplo marcante disso. Construído em alvenaria estrutural o edifício conta com 16 pavimentos e paredes de 1,80 metros de espessura no pavimento térreo. De acordo com Silva (2004), se este mesmo edifício fosse calculado hoje, utilizando os mesmos materiais, sua espessura do térreo teria 3cm. Devido a esse desconhecimento, portanto, por muito tempo, considerou-se que esse tipo de construção era lento e de custo elevado.

No Brasil, por sua vez, o uso da alvenaria estrutural iniciou-se durante o período colonial, com o emprego da pedra, tijolo de barro cru e taipa de pilão. Os primeiros avanços na técnica construtiva foram marcados, no Império, pelo uso do tijolo de barro cozido, o que proporcionava construções com vãos maiores e mais resistentes à ação das águas. Em meados da década de 60, introduziu-se no país a alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, em prédios de até 4 pavimentos, com tecnologia e procedimentos baseados em normas americanas. Daí para frente, os processos em alvenaria estrutural começaram a ser utilizados em escala crescente, principalmente no estado de São Paulo, com base em normas da Inglaterra e Alemanha. Hoje, o país já conta com diversas normas da ABNT para cálculo, execução e controle de obras em alvenaria estrutural e o sistema já se difundiu em diversos outros estados da federação.

### **2.1.2. Vantagens**

A alvenaria estrutural para prédios de vários pavimentos tornou-se uma opção de sistema construtivo largamente empregado no mundo devido a vantagens como economia de recursos, financeira e de tempo, e valor estético quando comparada a outros meios construtivos.

Além disso, a grande vantagem apresentada pela alvenaria estrutural é a possibilidade de esta incorporar facilmente conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, produzindo ainda, construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos (ROMAN et al., 1999, p.13).

### **2.1.3. Desvantagens**

Por se tratar de um sistema de construção não-convencional, requer a execução de um projeto detalhado, compatibilizado a uma mão de obra qualificada e apta para fazer uso dos materiais e equipamentos envolvidos em sua execução. Sendo assim primordial, portanto, um treinamento prévio da equipe contratada para o serviço.

Ainda na problemática das obras de alvenaria estrutural, de acordo com Ramalho e Corrêa (2003), uma vez que as paredes têm função estrutural, torna-se tecnicamente impossível modificar o arranjo arquitetônico original para um novo uso. Consequentemente, demolir qualquer parede portante pode afetar a segurança de toda a edificação.

Além disso, a interferência entre projetos de arquitetura, de estruturas e de instalações fazem-se frequentes e devem ser de perfeita integração. Visto que a estrutura deve ser competente para suportar todos os esforços previstos, sem prejudicar as demais funções, como vedação, isolamento termoacústico, instalações hidráulicas e elétricas.

### **2.1.4. Principais Patologias e Problemas Recorrentes na Alvenaria Estrutural**

Na construção civil, patologia pode ser entendida como a ciência que estuda os defeitos e falhas que se manifestam nas estruturas de edificações, e, portanto, está ligada diretamente a qualidade e eficiência das mesmas.

As causas e ocorrências dos fenômenos patológicos podem ser as mais diversas, e vão desde o envelhecimento natural, falhas construtivas, erros de projeto, carga útil ou ainda, falhas provocadas por mau uso do imóvel. É de extrema importância buscar entender as origens e

mecanismos de manifestação desses fenômenos, para assim, saber quais medidas de recuperação seguir, visto que uma patologia pode acarretar em muitas outras.

Em alvenaria estrutural, entre as patologias mais recorrentes estão: fissuras, infiltrações e deslocamentos de revestimento. E suas definições são dadas a seguir.

#### 2.1.4.1. Fissuras

Entre as patologias mais perceptíveis em alvenaria estrutural, estão as fissuras. E tratam-se de aberturas provenientes de tensões ocasionadas pela atuação de sobrecargas, recalques diferenciais das fundações ou ainda pela dilatação e movimentação dos materiais e demais componentes da estrutura.

De forma conceitual, tais aberturas podem ser caracterizadas segundo suas dimensões apresentadas na figura 3, sendo classificadas como: fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas, de acordo com sua amplitude.

Figura 1 – Classificação das aberturas segundo a largura em mm.

<b>Tipo de Lesão</b>	<b>Abertura</b>
<b>Fissura</b>	até 0,5 mm
<b>Trinca</b>	de 0,5 mm a 1,5 mm
<b>Rachadura</b>	de 1,5 mm a 5,0 mm
<b>Fenda</b>	de 5,0 mm a 10,0 mm
<b>Brecha</b>	acima de 10,0 mm

Fonte: Oliveira (2012).

É válido ressaltar ainda que, em alvenaria estrutural, as fissuras ocorrem, na maioria das vezes, na base da alvenaria, entre a laje e a alvenaria, próximas as escadas, na base ou topo das esquadrias ou ainda, em paredes próximas ao encanamento.

#### 2.1.4.2. Infiltrações

Define-se infiltração como o processo em que um líquido permeia a estrutura de uma construção. Suas causas podem estar diretamente ligadas a problemas ou erros de execução da rede hidráulica, através da penetração das chuvas, ou ainda, falha na impermeabilização da fundação somado ao fato de um solo com umidade excessiva.

Verçoza (1985), cita problemas que podem ocorrer em decorrência da infiltração, sendo eles: mofo, goteiras, manchas e eflorescências.

#### **2.1.4.3. Deslocamentos de revestimento**

Com a execução adequada da alvenaria estrutural as paredes apresentam poucos desvios de prumo, contribuindo para um revestimento de menor espessura, evitando assim, desperdícios por quebras em obra.

Todavia, em decorrência do movimento térmico e/ou higroscópico, pode-se ocorrer o deslocamento de revestimento. Visto que, a retração da argamassa pode resultar em fissuras, e essas ocasionarem o deslocamento dos revestimentos.

Além disso, recalques nas estruturas, por sua vez, podem ocasionar o levantamento de pisos.

#### **2.1.4.4. Problemas relacionados a ruído**

Ruído, trata-se de um fenômeno sonoro indesejado causado por atividades externas ou internas à edificação. E podem ser classificados de acordo com sua forma de propagação, variando entre ruídos aéreos ou ruídos de impacto.

Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície ocorrem três fenômenos: reflexão, absorção e transmissão para estruturas adjacentes. Esses fenômenos dependem das propriedades físicas, mecânicas e geométricas do material que a recebe. Segundo Bouffleur (2013), no caso da transmissão, quando a onda penetra num meio mais denso, sua velocidade é aumentada até atingir as extremidades do elemento quando, então, é refletida e permanece reverberando no meio. De modo a vibrar a estrutura, excitando assim as moléculas de ar adjacentes e transmitindo o ruído para o cômodo adjacente.

A propagação do ruído de impacto, entre ambientes vizinhos, trata-se, portanto, de uma problemática frequente em edifícios multifamiliares, visto que causa desconforto acústico na edificação.

#### **2.1.4.5. Problemas relacionados as instalações hidráulicas e elétricas**

A integração de projetos é imprescindível na alvenaria estrutural, essa iniciativa deve partir do engenheiro, criando soluções para coexistência harmônica da arquitetura, estrutura e

instalações. Quando não integrados, ocasionam os principais problemas relacionados às instalações nesse sistema construtivo. Haja visto que, a alvenaria estrutural não permite a passagem de tubulação em paredes portantes, e que também não são permitidos cortes para reparos.

As instalações hidráulicas em alvenaria estrutural seguem o mesmo padrão de dimensionamento utilizado nas instalações hidráulicas de edifícios com estrutura convencional. O que dificulta na instalação das tubulações de água e esgoto na alvenaria estrutural é a passagem dessa tubulação, devido às exigências necessárias por se tratar de alvenaria com função estrutural. Para tanto, existem medidas que podem ser adotadas, como o agrupamento das instalações hidro sanitárias em paredes hidráulicas (sem função estrutural) passando pelos furos dos blocos ou o uso de shafts para essa tubulação.

Na instalação elétrica, por sua vez, o que difere na alvenaria estrutural e na alvenaria convencional é a ordem de execução. Na alvenaria estrutural as tubulações elétricas precisam ser executadas em conjunto com a alvenaria, sem necessidade de corte das paredes, pois as tubulações passam pelo vazio dos blocos. Isso traz economia e rapidez para obra, por isso é fundamental um projeto elétrico bem elaborado e compatível com os projetos hidráulico e estrutural.

### **2.1.5. Componentes e Modulação**

A alvenaria com função estrutural é composta pela união de diferentes componentes, como blocos (cerâmico, sílico-calcário ou concreto), argamassas, grautes e armaduras (MOHAMMAD, 2020). E suas definições, são dadas a seguir.

#### **2.1.5.1. Bloco**

De acordo com Mohammad (2020), blocos de concreto tratam-se de unidades estruturais vazadas vibro compactadas a seco e produzidas por indústrias de pré-fabricação de concreto, podendo ser encontrados no Brasil com diferentes geometrias e resistências à compressão. As unidades de concreto são definidas a partir das suas dimensões nominais especificadas pelo fabricante pela largura, altura e comprimento, e as reais são verificadas diretamente no bloco.

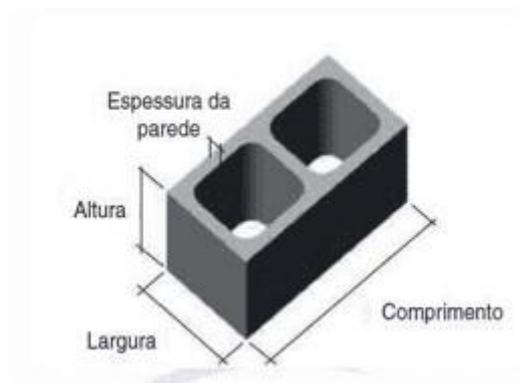
A ABNT NBR 6136:2016 fixa os requisitos para a classificação dos blocos vazados de concreto simples destinados a alvenaria com ou sem função estrutural. Sendo:

- Classe A: blocos com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- Classe B: blocos que também possuem função estrutural, mas destinado para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- Classe C: blocos com ou sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Ainda quanto aos blocos, segundo Parsekian (2012), estes representam cerca de 80% a 95% do volume da alvenaria, assumindo um papel fundamental em muitas das características da parede, como precisão dimensional, estética e resistência à compressão.

Na Figura 4 têm-se a demonstração do desenho esquemático do bloco de concreto, segundo a NBR 6136/2016.

Figura 2 – Desenho Esquemático de um Bloco de Concreto.



Fonte: NBR 6136/2016.

Os blocos estruturais cerâmicos e de concreto são fabricados em todas as regiões do Brasil, e podem ter sua resistência controlada em função do traço adotado, chegando a valores entre 4,0 a 20,0 Mpa. O que possibilita sua utilização em edifícios baixos e altos (PARSEKIAN, 2012). Já os blocos de sílico-calcário, formados por areia e cal moldados por prensagem e curado em autoclaves (por vapor a alta pressão), apresentam resistência entre 6 a 20 MPa, e tem como desvantagem a existência de poucos fornecedores.

As tipologias de blocos são denominadas de famílias que são utilizados para interagir com os demais elementos construtivos. De acordo com Prudêncio Jr (2002), as famílias mais

conhecidas no Brasil são as dos blocos 14 x 19 x 39, 19 x 19 x 39, 14,5 x 19 x 29,5 e 14 x 19 x 29 (largura, altura, espessura em cm).

#### **2.1.5.2. Argamassa**

De acordo com Parsekian (2014), a argamassa é utilizada como um apoio uniforme para garantir a aderência entre blocos de modo a suportar as ações e condições do ambiente ao longo dos anos.

É válido ressaltar que, os procedimentos para a produção da argamassa, variam do procedimento realizado para produção de concreto. Uma vez que, ao produzir concreto, espera-se obter maior resistência a compressão, enquanto que ao se produzir argamassa, de acordo com Sabbatini (1984), espera-se que essa exerça funções como:

- Unir solidariamente as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistir aos esforços laterais;
- Distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente das unidades;
- Absorver pequenas deformações que a alvenaria está sujeita;
- Selar as juntas contra a percolação de água da chuva e vento.

As principais características da argamassa são a sua trabalhabilidade sendo a combinação de demais propriedades como a consistência, a plasticidade e a coesão, assim como a aderência e a resistência à compressão e deformabilidade.

É um elemento que pode ser industrializado, vendido com propriedades asseguradas por seus fabricantes em sacos e/ou a granel, ou ainda, fabricado na própria obra.

#### **2.1.5.3. Graute e Armadura**

Define-se graute como um concreto composto de agregados finos e alta plasticidade, podendo ser bombeado ou lançado na obra. É utilizado, na alvenaria estrutural, para preencher os vazios dos blocos estruturais em locais da estrutura que exigem um aumento de resistência. Têm como peculiaridade sua alta taxa de fluidez, para conseguir o preenchimento ideal, e, portanto, é considerado um concreto líquido.

De acordo com a ABNT 16868-1:2020, a influência do graute na resistência da alvenaria deve ser devidamente verificada em laboratório e nas condições de sua utilização.

Recomenda-se ainda que o graute possua uma resistência igual ou superior a 15 Mpa, visto que este é o valor mínimo a garantir sua aderência.

Segundo Mohammad (2020), as principais propriedades que o graute deve apresentar em seu estado fresco ou endurecido são:

- **Consistência:** a mistura deve apresentar coesão e, ao mesmo tempo, ter fluidez suficiente para preencher todos os furos dos blocos;
- **Estabilidade volumétrica:** a retração não deve ser tal que possa ocorrer separação entre o graute e as paredes internas dos blocos;
- **Resistência à compressão:** a resistência à compressão do graute, combinada com as propriedades mecânicas dos blocos e da argamassa, definirá as características à compressão da alvenaria;

As armaduras empregadas na alvenaria estrutural armada, por sua vez, estão presentes para resistir eventuais esforços de tração e cisalhamento. Elas são empregadas no sentido vertical aos blocos, ou horizontal, no caso das vergas, contra-vergas e canaletas, e sua disposição deve estar especificada no projeto estrutural.

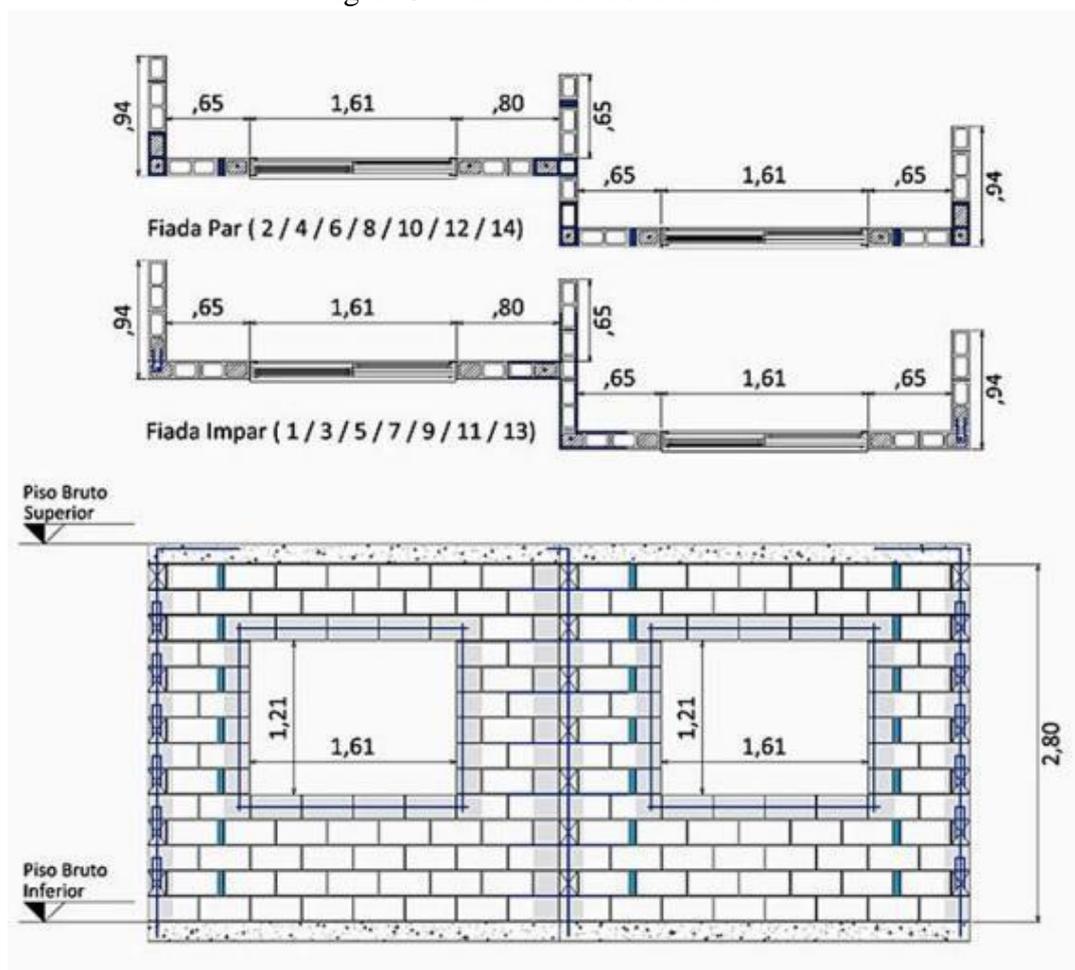
## **2.1.6. Tipos de Alvenaria**

De acordo com Tauil e Nese (2010), a alvenaria estrutural pode ser classificada quanto ao processo construtivo empregado, tipo de unidades ou material utilizado sendo as principais classificações:

### **2.1.6.1. Alvenaria não armada**

Considera-se alvenaria não armada, apresentada na figura 5, aquela que não recebe graute em sua estrutura. Pode apresentar reforços de aço (barras, fios e telas) por razões construtivas - vergas de portas, vergas e contra-vergas de janelas e outros reforços construtivos para aberturas – a fim de evitar problemas patológicos futuros, como trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões.

Figura 3 – Alvenaria não armada.

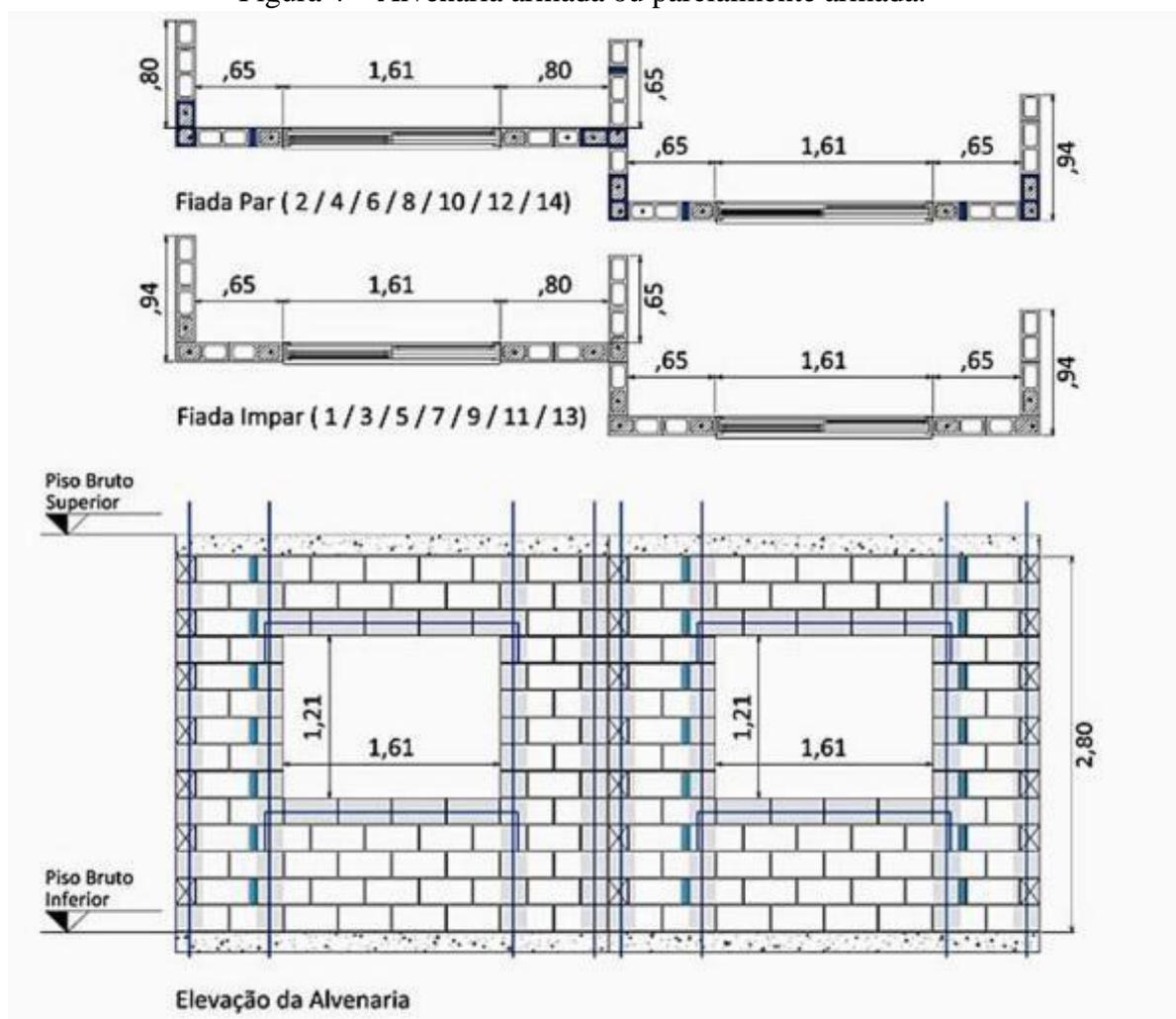


Fonte: Tauil & Nese (2010).

### 2.1.6.2. Alvenaria armada ou parcialmente armada

Alvenaria armada ou parcialmente armada (figura 6), por sua vez, é aquela que recebe reforços em algumas regiões, de acordo com as exigências estruturais. Utilizam-se armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e grauteadas.

Figura 4 – Alvenaria armada ou parcialmente armada.

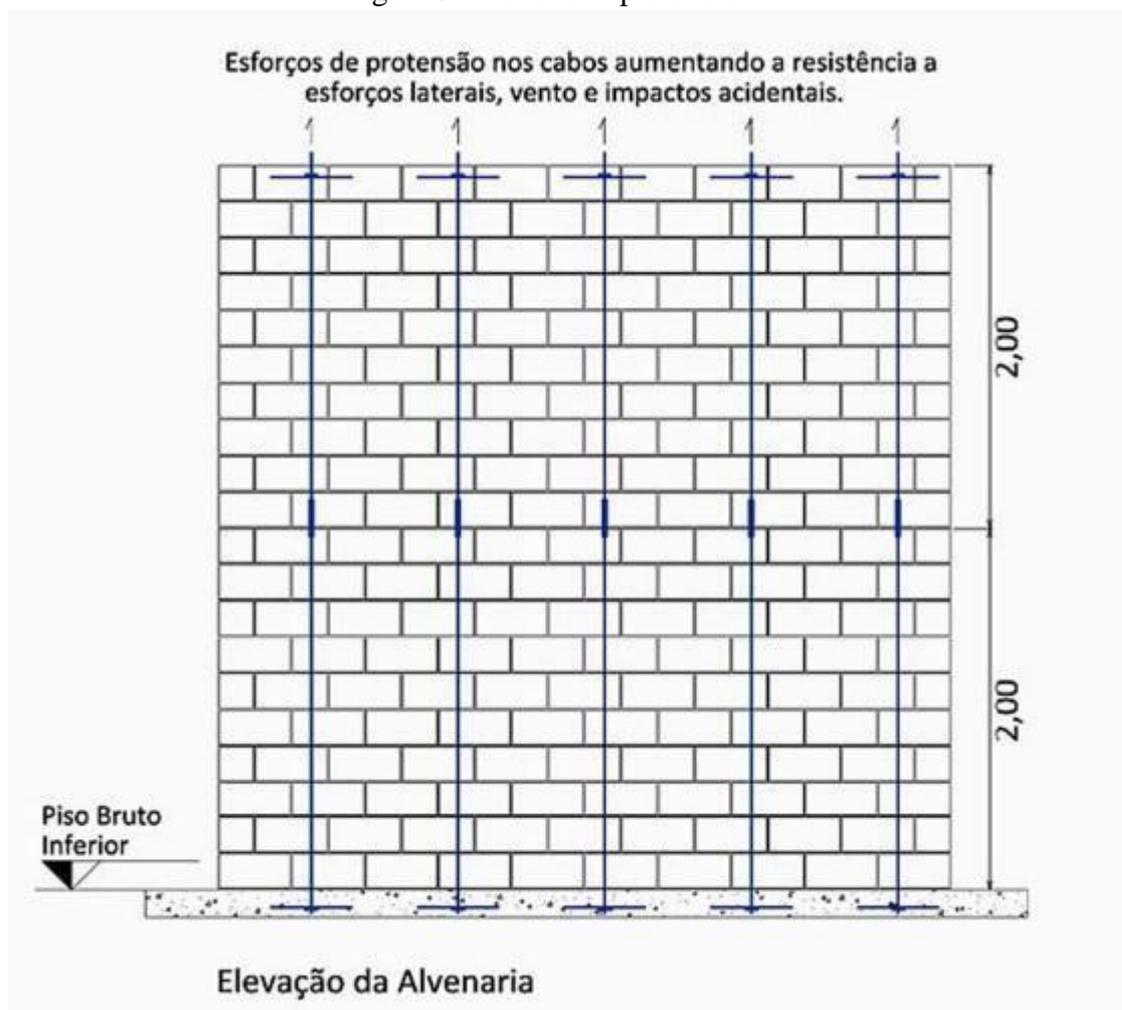


Fonte: Tauil & Nese (2010).

### 2.1.6.3. Alvenaria protendida

Já alvenaria protendida, mostrada na figura 7, é o tipo de alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria a esforços de compressão. É pouco utilizado, pois os materiais, dispositivos e mão de obra para a protensão possuem alto custo, quando comparado ao padrão de construção.

Figura 5 – Alvenaria protendida.



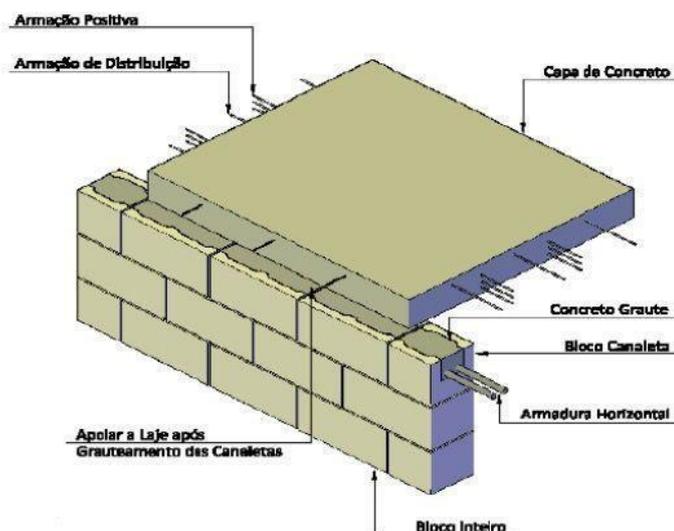
Fonte: Tauil & Nese (2010).

### 2.1.7. Lajes

Em alvenaria estrutural, as lajes desempenham um papel importante, visto que nelas as cargas são uniformizadas e transferidas às paredes portantes da edificação. O ideal seria, portanto, a execução de lajes maciças (figura 8), visto que essas garantem uma melhor transmissão e uniformização de cargas.

As lajes maciças podem ser moldadas in loco ou pré-fabricadas, armadas em uma ou duas direções. Utilizam-se lajes maciças pré-fabricadas, normalmente, em edifícios mais altos, visto que necessitam de guias de grande capacidade de carga para içá-las. Enquanto que, lajes maciças executadas in loco, em edifícios de pequeno e médio porte.

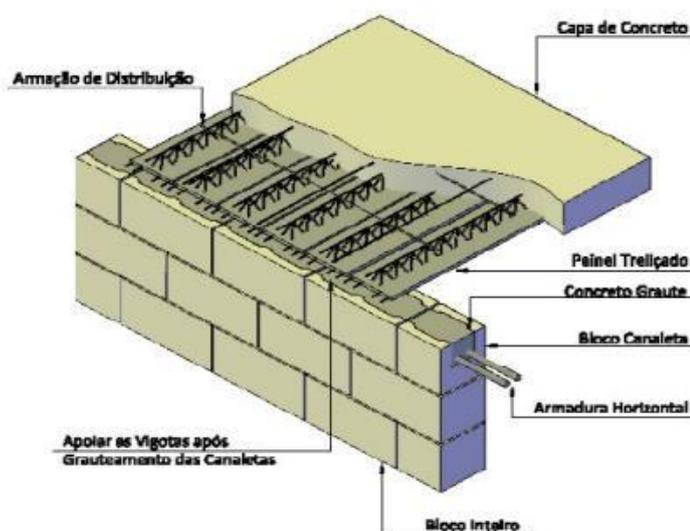
Figura 6 – Representação laje maciça em alvenaria estrutural.



Fonte: Tauil & Nese (2010).

Outra solução prática seria a execução de lajes em painel treliçado. Visto que essas, possuem a mesma concepção das lajes maciças, porém produzidas em duas etapas. A primeira ainda na fábrica, onde são deixados furos para posterior colocação das instalações. Nessa etapa, são colocadas treliças metálicas, visualizado na figura 9, para enrijecer o conjunto para o içamento. A laje então é içada por meio de uma grua de pequeno porte, são colocados os dutos a serem embutidos e executa-se a concretagem da capa superior da laje.

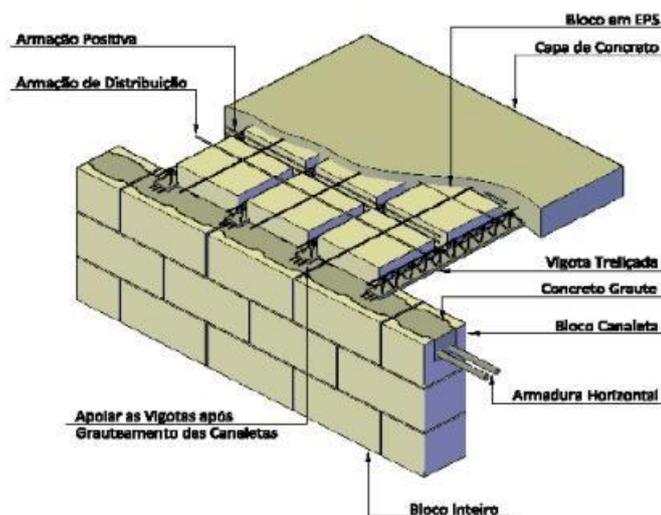
Figura 7 – Representação laje em painel treliçado em alvenaria estrutural.



Fonte: Tauil & Nese (2010).

Podem ainda ser executas lajes treliçadas mistas (vigota-tabela), visualizado na figura 10, atentando-se a necessidade de execução de uma capa de concreto com espessura entre 5 e 6 cm para acomodação das tubulações.

Figura 8 – Representação laje treliçada mista em alvenaria estrutural.



Fonte: Tauil & Nese (2010).

### 2.1.8. Fundações

De acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), define-se fundação como elemento de transição entre a estrutura e o solo. Seu comportamento está correlacionado ao que acontece com o solo quando submetido a carregamento através dos elementos estruturais das fundações. Além disso, de acordo com os autores, considera-se que uma fundação é adequada, quando a mesma apresenta conveniente fator de segurança à ruptura, da estrutura e do solo afetado com a transmissão das cargas, e recalques compatíveis com o funcionamento do elemento suportado.

Fundação, portanto, é a parte da estrutura responsável por transmitir ao terreno as cargas da edificação.

O tipo de fundação mais adequado para cada construção fica a escolha do engenheiro, podendo variar em superficiais ou profundas, levando em consideração a qualidade e características do solo e também fatores técnicos e econômicos impostos pelo mercado.

Como as paredes funcionam como estruturas na edificação em alvenaria estrutural, as cargas chegam até a fundação de forma distribuída. Em solos com baixa capacidade portante uma solução empregada é utilização de estacas alinhadas espaçadas. Sobre elas é posicionada

uma viga baldrame que serve também como bloco de coroamento. Tornando assim a fundação mais simples e barata em relação às convencionais.

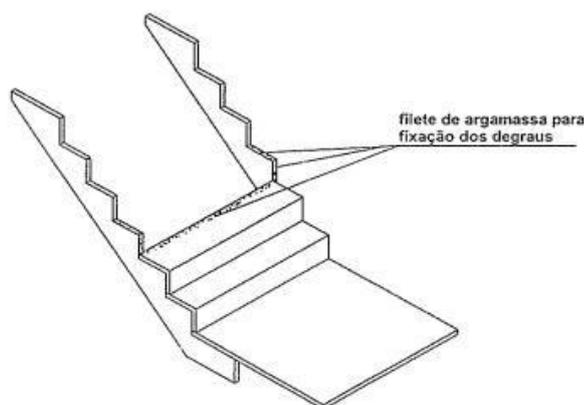
Os sistemas de fundações são projetados garantindo o mínimo possível de recalques, ou seja, garantindo o mínimo de rebaixamento de uma edificação devido ao adensamento do solo sob sua fundação. Visto que esses podem causar sérios problemas estruturais. Quando ocorre recalque sob uma parte da estrutura da edificação, e não ocorre na outra, acontece o recalque diferencial.

### 2.1.9. Escadas

Na alvenaria estrutural as escadas podem ser moldadas in loco ou pré-moldadas, sendo mais indicada a escada pré-moldada. Segundo Prudêncio, Oliveira e Bedim, no mercado da região Sul do Brasil encontram-se basicamente dois tipos de escadas: a pré-moldada tipo “jacaré” e a pré-moldada sustentada por estrutura metálica.

Em escadas tipo “jacaré”, geralmente os degraus se apoiam em peças fixadas às paredes e possuem uma das faces dentadas, como é possível visualizar na figura 11. Essas peças são pré-moldadas em microconcreto, chumbadas nas paredes com o auxílio de parafusos e buchas. Os degraus são peças individuais, também em microconcreto, e são ligados às peças de sustentação com argamassa. Essas escadas são normalmente empregadas onde as caixas de escadas possuem dutos de ventilação ou compartimentos na parte central, já que existe a necessidade de paredes de apoio para as peças. Entretanto, no caso de não haver paredes para a fixação, existe a possibilidade de serem projetados suportes para apoiá-las.

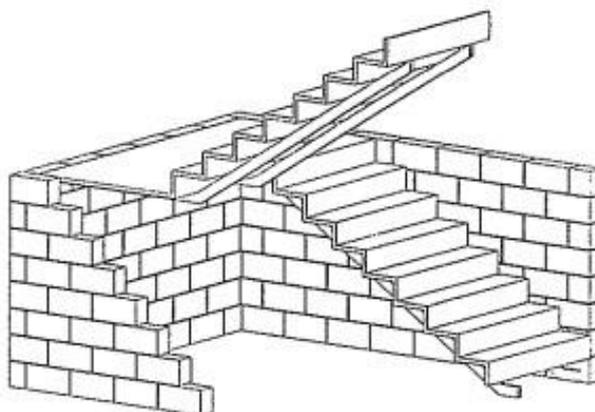
Figura 9 – Detalhe da fixação dos degraus na escada tipo “jacaré”.



Fonte: Prudêncio, Oliveira e Bedim (2010).

Em escadas pré-moldadas com estruturas metálicas (figura 12), por sua vez, os degraus e patamares contam com uma estrutura metálica de suporte. É necessário a padronização das dimensões da caixa da escada com as dimensões fornecidas pelo fabricante no mercado afim de garantir um emprego vantajoso.

Figura 10 – Detalhe da escada com estrutura metálica.



Fonte: Prudêncio, Oliveira e Bedim (2010).

#### **2.1.10. Esquadrias**

De acordo com Roman e Parizotto Filho (1999), há a possibilidade de compatibilizar o tamanho das esquadrias (portas e janelas), oferecidas comercialmente, com as aberturas possíveis na modulação das famílias de blocos para alvenaria estrutural. De modo a diminuir assim, desperdícios com o material e mão de obra.

Para confecção das esquadrias nesse sistema construtivo, diversas técnicas racionalizadoras podem ser usadas, e dentre as mais recorrentes estão:

- Vergas e contra-vergas moldadas in loco;
- Vergas e contra-vergas pré-moldadas;
- Batentes envolventes; • Marco de argamassa armada;
- Marco montado in loco.

##### **2.1.10.1. Portas**

Para a confecção das portas em alvenaria estrutural, pode-se utilizar batentes envolventes, metálicos ou de madeira. Os batentes metálicos facilitam a elevação da alvenaria,

posto que já servem de gabarito para o vão. Entretanto, esses não permitem o uso de “porta pronta”. Os batentes de madeira, por sua vez, permitem a utilização de “porta pronta”, e a fixação do conjunto é feita com a utilização de espuma de poliuretano.

Uma vez que as dimensões dos batentes não obedecem à paginação vertical, surge um espaço de aproximadamente 5cm entre alvenaria e a face superior do batente, e faz-se necessário preencher este vazio. De forma prática, o preenchimento é feito com a utilização de pastilhas de bloco sical, cortados na própria obra, e fixadas com argamassa.

#### **2.1.10.2. Janelas**

Para a confecção das janelas em alvenaria estrutural, a solução irá depender do tipo de esquadria a ser utilizada. As janelas de ferro são menos vantajosas, visto que, normalmente não são feitas sob encomenda, e, portanto, a edificação deve-se adaptar às medidas disponíveis no mercado. Já as esquadrias em alumínio, como feitas sob encomenda, evitam quebras e adaptações nos vãos. O processo de instalação dessas é mais simples, e muitas vezes não exigem a colocação de contramarcos, podendo ser fixadas diretamente na estrutura com utilização de espuma de poliuretano.

A instalação de peitoris deve ser prevista, visto que protegem a fachada e evitam a entrada de água através do caixilho.

### **2.2. Residencial Olympia**

O residencial Olympia, localizado no centro da cidade de Itaguara-MG e inaugurado no ano de 2021, conta com 5 torres de 4 pavimentos cada, construídas em alvenaria estrutural, ao longo de um terreno com 6038m<sup>2</sup>. Tratam-se de 80 unidades divididas entre apartamentos de 2 e 3 quartos, com metragens variando entre 55.06m<sup>2</sup> e 75.41m<sup>2</sup>.

Foi utilizado no processo construtivo desse residencial, alvenaria parcialmente armada, composta pela união de blocos de concreto estrutural classe B - com resistência característica de 4,0 Mpa -, argamassa de assentamento de 1,0cm com resistência variando entre 1,2 Mpa e 4,2 Mpa, graute para enchimento com fck=15Mpa (adensado por vibração) e armaduras.

Figura 11 – Imagem 3D do projeto do residencial Olympia.



Fonte: Acervo da empresa responsável.

Figura 12 – Imagem do projeto do residencial Olympia.



Fonte: Acervo da empresa responsável.

### 3. METODOLOGIA

Neste item serão apresentados os métodos e ferramentas necessários para a elaboração do presente trabalho. Tendo em vista que o objetivo deste foi analisar a qualidade e eficiência da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo no edifício residencial Olympia.

Figura 13 – Alvenaria estrutural do residencial Olympia sendo erguida.



Fonte: Acervo da empresa responsável.

#### 3.1. Metodologia Adotada

De forma sucinta, o trabalho foi dividido em duas etapas, sendo elas: estudo de caso em abordagem qualitativa e revisão bibliográfica.

Para a realização do estudo de caso, primeiramente, analisaram-se os projetos e documentos disponibilizados pela empresa responsável. E sequentemente, a fim de identificar as patologias e problemas existentes, com base em relatos de atuais moradores, elaborou-se um questionário, utilizando-se a plataforma Formulários Google.

Por conseguinte, foi necessário buscar entender as origens e mecanismos de manifestação das patologias e problemas identificados, a fim de propor soluções técnicas, capazes de resolvê-los. Para isso, realizaram-se, portanto, pesquisas bibliográficas em livros, teses e artigos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados, os resultados obtidos no questionário, junto de algumas imagens fornecidas por atuais moradores do residencial. Sequentemente, serão expostas a causa provável para ocorrência da problemática em questão e a solução recomendada na literatura.

O questionário em pauta, elaborado na plataforma Google Formulários, foi enviado a todos os moradores do residencial, dos quais 11 de 80 se dispuseram a responder. Essa foi uma etapa importante para este estudo de caso, visto que foi a partir daí que pôde-se identificar quais das principais patologias e problemas estavam presentes no residencial. Os resultados encontrados estão dispostos a seguir:

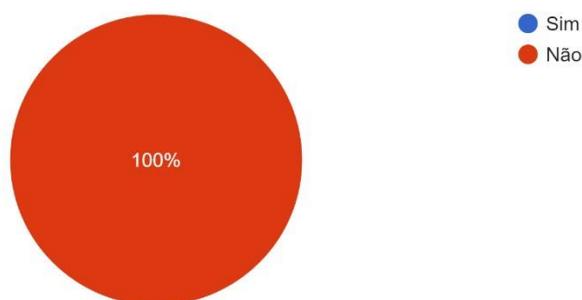
### 4.1. Fissuras

Embora trate-se de uma das patologias mais recorrentes nas construções em alvenaria estrutural, no edifício Olympia não há ainda presença de fissuras. Provavelmente, deve-se ao fato de não haver sobrecarga, não ter tido recalques diferenciais nas fundações e/ou não ter ocorrido dilatação e movimentação dos materiais e demais componentes da estrutura. Associa-se, portanto, ao fato de ser um edifício novo, visto que foi inaugurado em 2021.

Figura 14 – Gráfico a respeito da presença de fissuras.

Há fissuras em seu apartamento?

11 respostas



Fonte: Dos autores (2023).

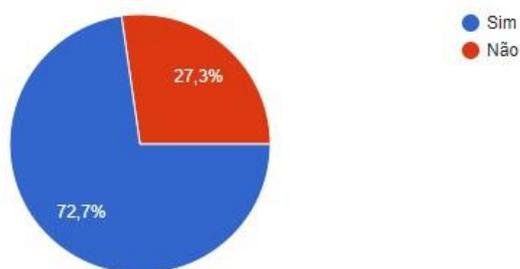
### 4.2. Infiltrações

Uma manifestação patológica identificada no edifício foram as infiltrações dentro dos apartamentos. Buscou-se, portanto, analisar onde estavam presentes.

Figura 15 – Gráfico a respeito da presença de infiltrações.

Há infiltração em seu apartamento?

11 respostas



Fonte: Dos autores (2023).

De acordo com a figura 16, enviada por um morador do 4º e último pavimento, notouse a presença de infiltração no teto do apartamento.

Figura 16 – Infiltração encontrada em apartamento do 4º andar.



Fonte: Acervo dos moradores (2022).

A primeira hipótese para a causa deste fenômeno, é que se deve a falha no sistema de drenagem de água pluvial. Neste caso, é preciso averiguar se o dimensionamento da calha está correto e se atende a demanda de captação de água pluvial provinda do telhado. Caso essa calha seja ineficiente, e/ou se o diâmetro do cano não seja suficiente, sugere-se então a troca do

sistema. Evitando assim, que a água transborde na laje. Além disso, sugere-se ainda, a impermeabilização dessa laje.

Outra hipótese, é que se deve a penetração direta de água das chuvas, para tanto, necessita-se averiguar se há alguma telha quebrada ou cedida. Se confirmada, deve-se realizar a substituição da telha.

Além dessa ocorrência, detectou-se também, infiltração no peitoril das janelas. E como decorrência, a presença de mofo dentro dos apartamentos, mostrado na figura 17.

Figura 17 – Mofo decorrente de infiltração.



Fonte: Acervo dos moradores (2022).

Essa patologia, provavelmente, deve-se ao fato de uma vedação feita de forma incorreta. Neste caso, com a aplicação de um selante, deve-se fazer a vedação adequada dessas janelas.

#### **4.3. Deslocamento de Revestimento**

De acordo com os moradores, não há presença de deslocamento de revestimentos no edifício.

Figura 18 – Gráfico a respeito da presença de revestimentos soltos.



Fonte: Dos autores (2023).

Deve-se ao fato de uma boa aderência do revestimento à base e/ou ainda, não ter tido recalques nas estruturas.

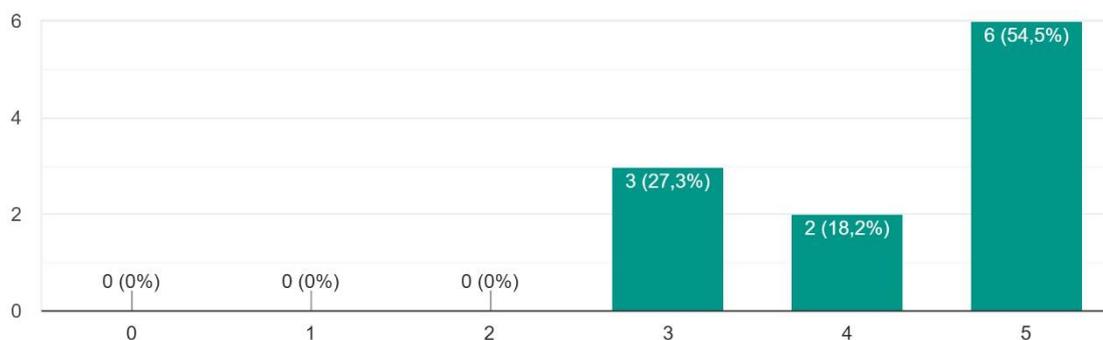
#### 4.4. Problemas Relacionados a Ruído

Um recorrente em obras com alvenaria estrutural, identificado no edifício, foi quanto ao isolamento termoacústico e, trata-se, de uma problemática frequente em edifícios multifamiliares.

Figura 19 – Gráfico a respeito de problemas com ruído.

Como você considera a acústica em seu apartamento de 0 a 5? (Sendo 0 nenhum ruído e 5 muito ruído dos vizinhos)

11 respostas



Fonte: Dos autores (2023).

No questionário era abordado o tema de ruídos, nessa pergunta todas as onze pessoas relataram ter problemas em relação ao ruído, como está representado no gráfico de barras apresentado na Figura 19.

De acordo com Pedroso (2007), a utilização de piso flutuante apresenta vantagens termoacústicas significativas, visto que atende o conforto acústico necessário e permite a utilização de revestimentos segundo a preferência do usuário. Segundo Bistafa (2011), essa solução consiste na aplicação de um material resiliente isolador entre a laje estrutural e o contrapiso criando uma base antivibratória entre eles, capaz de amortecer a onda sonora. Esse material resiliente deve ser aplicado de maneira que garanta a não existência de contato entre as duas superfícies (contrapiso e laje). Pois, qualquer ponto de contato pode ocasionar ponte acústica, acarretando em perda parcial do isolamento.

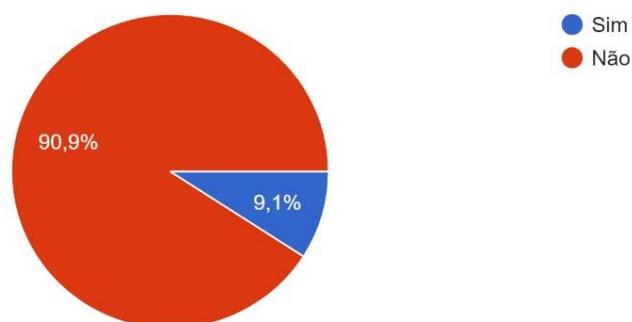
#### 4.5. Problemas Relacionados a Instalações Hidráulicas

Dentre aqueles que responderam ao questionário, apenas um morador relatou ter tido problemas relacionados a instalações hidráulicas, como é possível visualizar na figura 20. Portanto, considerou-se este um caso isolado.

Figura 20 – Gráfico a respeito da presença de problemas com a parte hidráulica.

Já teve algum problema com a parte hidráulica?

11 respostas



Fonte: Dos autores (2023).

Essa ausência, de grandes problemas com a parte hidráulica, por sua vez, associa-se ao fato de o edifício contar com shafts hidráulicos, mostrado na figura 21, facilitando assim, a manutenção do sistema, quando necessário.

Figura 21 – Shaft hidráulico do residencial Olympia.



Fonte: Acervo dos moradores (2023).

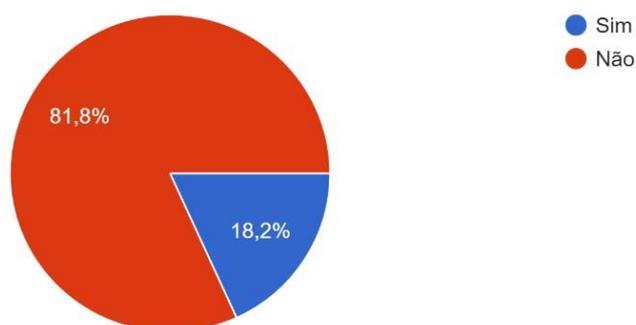
#### 4.6. Problemas Relacionados a Instalações Elétricas

Apenas dois moradores, dentre aqueles que responderam ao questionário, relataram ter tido problemas relacionados à parte elétrica, como é possível visualizar na figura 22. Dessa forma, considerou-se, também, como caso isolado no edifício, e, portanto, não foi abordado.

Figura 22 – Gráfico a respeito da presença de problemas com a parte elétrica.

Já teve algum problema com a parte elétrica?

11 respostas



Fonte: Dos autores (2023).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao exposto no presente trabalho, notou-se a importância da integração entre projetos de arquitetura, estruturas e instalações, compatibilizado a uma mão de obra qualificada em obras com alvenaria estrutural. Visto que assim, aspectos como durabilidade, segurança estrutural, conforto e estética também estarão em integração.

Todavia, ainda que com todos esses cuidados, problemas patológicos podem surgir nesse sistema construtivo e provocar danos irreparáveis. Para tanto, percebeu-se também, a relevância da checagem periódica, para que quando necessário, o profissional, entendendo as origens e mecanismos de manifestação, saiba quais medidas de recuperação seguir.

Encontrou-se infiltração, e a partir daí foram apresentadas possíveis causas e questionadas soluções. O mesmo procedimento foi realizado em relação ao problema com ruído, identificado também através do questionário. Além disso, com o estudo de caso realizado no residencial Olympia, reparou-se o quão vantajoso é a implantação de shafts hidráulicos em edifícios com esse sistema construtivo. Haja visto que, estes concentram todas as tubulações, e facilitam o trabalho de manutenção e/ou substituição de peças, quando necessários. Diminuindo assim, eventuais problemas com quebras de parede.

Ainda a partir do estudo de caso, notou-se o quão medidas como impermeabilização, vedação e isolamento termoacústico de pisos, influenciam no conforto e qualidade de vida do inquilino do edifício.

Como sugestões de trabalhos futuros em relação ao residencial Olympia, localizado em Itaguara-MG, recomenda-se perguntas mais específicas no questionário em relação a infiltração, fissuras, problemas com a parte hidráulica e elétrica assim como foi feito na pergunta sobre ruídos. Também se recomenda um diálogo com os moradores sobre a importância da manutenção periódica do imóvel assim como a tentativa de conseguir mais pessoas para responder o questionário e uma possível visita aos prédios e apartamentos para que essas patologias possam ser observadas presencialmente.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868**: Alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos. Rio de Janeiro, 2016.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. Ed, ver (1. Reimp.). São Paulo: Blucher, 2011 (reimp 2012).
- BOUFLEUR, V. **Desempenho Acústico de edificações habitacionais**: desafios para implementação da norma de desempenho. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, 2013.
- FRANCO, L.S. **Alvenaria Estrutural**. 2004. Apresentações Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MOHAMMAD, G. **Construções em alvenaria estrutural**: materiais, projetos e desempenho. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2020.
- MOHAMMAD, G; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. **Alvenaria estrutural: construindo conhecimento**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017.
- OLIVEIRA, A.M. **Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- PARSEKIAN, G. A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. Edufscar, 2012.
- PEDROSO, M. A. T. **Estudo comparativo entre as modernas composições de pisos flutuantes quanto ao desempenho no isolamento ao ruído de impacto**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- PRUDÊNCIO, Luiz R.; OLIVEIRA, Alexandre L., BEDIM, Carlos A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland, Florianópolis. 2002.
- RAMALHO, M.; CORRÊA, M. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003. 174 p.
- ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1999.
- ROMAN, Humberto; PARIZOTTO FILHO, Sergio. **Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos**.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico:** Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal. 2003 – Caixa Econômica Federal. Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano.

SANTOS, P. V. S. **Ações evolutivas em edifícios de paredes de concreto e de alvenaria, considerando a interação com o solo.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, S.A. **A evolução dos edifícios em alvenaria auto-portante.** Seminário - Universidade de São Paulo, 2004.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo, Ed. PINI, 1992.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção.** Porto Alegre: Sagra, 1985.