



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS VIII  
CENTRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JONATHAN EDSON DA COSTA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS ERROS OCORRIDOS EM PEQUENAS OBRAS DE  
ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO**

**ARARUNA  
2017**

**JONATHAN EDSON DA COSTA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS ERROS OCORRIDOS EM PEQUENAS OBRAS DE  
ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, com requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Construção Civil

**Orientador:** Prof. Marinaldo dos Santos Júnior

**ARARUNA  
2017**

C837a Araújo, Jonathan Edson da Costa.  
Avaliação dos principais erros ocorridos em pequenas obras de alvenaria estrutural [manuscrito] : estudo de caso / Jonathan Edson da Costa Araújo. - 2017.  
58 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2017.

"Orientação : Prof. Esp. Marinaldo dos Santos Júnior, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Alvenaria estrutural. 2. Erros executivos. 3. Manifestações patológicas.

21. ed. CDD 624.171

**JONATHAN EDSON DA COSTA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS ERROS OCORRIDOS EM PEQUENAS  
OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso em  
Engenharia Civil da Universidade  
Estadual da Paraíba, com requisito  
parcial à obtenção do título de  
Bacharelado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Aprovado em: 07/12/2014

**BANCA EXAMINADORA**

Marinaldo dos Santos Júnior  
Prof. Marinaldo dos Santos Júnior (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Leonardo Medeiros da Costa  
Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pedro Filipe de Luna Cunha  
Prof. Me. Pedro Filipe de Luna Cunha  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família e a todos os meus amigos, pelo  
companheirismo e amizade, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, por tudo de bom que tem acontecido nela e por ter me capacitado para que eu possa ter chegado até aqui.

Aos meus pais, Edson Araújo Silva e Verônica da Costa Araújo, por todo apoio, amor, educação e dedicação em toda minha vida.

As minhas irmãs, Priscilla Costa e Julianny Costa e a minha avó, Analice (in memoriam), que sempre de alguma forma colaboraram para que eu pudesse passar por todas as dificuldades e concluir essa etapa da minha vida.

A minha namorada, Milena Thays, por todo apoio, compreensão e companheirismo em boa parte dessa grande etapa.

Aos meus amigos, em especial, Camila Marques, Paloma Colmana, Augusto Sergio, Pedro Henrique, Pedro Leitão, João Vitor, Cledson Abrantes, Luiz Ricardo, Mateus Vasconcelos, a turminha e a choppecoense, que sempre estiveram comigo nos momentos de lazer e nas preocupações decorrentes da universidade e que fizeram com que essa experiência se tornasse algo realmente importante.

Aos Professores e todos os funcionários do campus VIII da UEPB, que contribuíram ao longo do curso, com o aperfeiçoamento dos meus conhecimentos.

Agradeço ao professor Marinaldo dos Santos Júnior, pelos conselhos e por ter me orientado nesse processo de conclusão de curso.

Aos colegas de classe pela amizade e apoio.

À todos, meus sinceros agradecimentos.

*“O sucesso é um professor perverso. Ele seduz as pessoas inteligentes e as faz pensar que jamais vão cair.”*

## RESUMO

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo bastante antigo, em que as paredes de alvenaria substituem o uso dos pilares e vigas tradicionais, passando a ter elas a função estrutural além da função de vedação. É um tipo estrutural que vem crescendo no mercado Brasileiro, principalmente na construção de habitação popular. Porém, apesar desse crescimento, não se tem uma demanda de profissionais capacitados para execução desse tipo de estrutura, evidenciadas pelos erros construtivos observados na construção desse tipo de edificação. Este trabalho tem como objetivo apontar detalhadamente os principais erros encontrados na fase de execução em pequenas obras de alvenaria estrutural. Será analisado se a execução segue o projeto através de inspeção visual e mapeamento da execução da alvenaria estrutural em cada etapa, para o levantamento dos possíveis erros na construção de um condomínio de habitação multifamiliar. Os principais erros encontrados no levantamento foram a falta de modulação das paredes, os rasgos na alvenaria, o armazenamento indevido dos materiais e o preenchimento inadequado das juntas horizontais e verticais, sendo este último o mais comum. Todos esses erros podem vir a causar problemas tanto no aparecimento de manifestações patológicas quanto na segurança estrutural da obra. Podendo ainda vir causar danos irreparáveis a estrutura, afetando diretamente o usuário. Uma medida importante que pode ser tomada para amenizar a maioria desses erros é a utilização de ferramentas adequadas e padronizadas e o emprego de mão-de-obra qualificada e preparada para esse tipo específico de sistema construtivo.

**Palavras chaves:** Alvenaria estrutural. Erros executivos. Manifestações patológicas.



## ABSTRACT

Structural masonry is a very old construction system in which masonry walls replace the use of traditional abutments and beams, which have the structural function beyond the function of sealing. It is a structural type that has been growing in the Brazilian market, mainly in the construction of popular housing. However, despite this growth, there is no demand for trained professionals to execute this type of structure, evidenced by the constructive errors observed in the construction of this type of construction. This work has the objective of detailing the main errors found in the execution phase in small structural masonry works. It will be analyzed if the execution follows the project through visual inspection and mapping of the execution of the structural masonry in each step, for the survey of possible errors in the construction of a multifamily housing condominium. The main errors found in the survey were the lack of modulation of the walls, the tears in the masonry, the undue storage of the materials and the inadequate filling of the horizontal and vertical joints, the latter being the most common. All of these errors may cause problems both in the appearance of pathological manifestations and in the structural safety of the work. It may still cause irreparable damage to the structure and directly affect the user. An important measure that can be taken to alleviate most of these errors is the use of appropriate and standardized tools and the use of skilled labor for this particular type of construction system.

**Key words:** Structural masonry. Executive errors. Pathological manifestations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:Edficio Monadnock, Chicago, EUA. ....	18
Figura 2: Blocos estruturais de cerâmicos da família 29 (cm). ....	21
Figura 3: Blocos estruturais de cerâmicos da família 39 (cm). ....	21
Figura 4: Blocos estruturais de concreto da família 29 e 39. ....	22
Figura 5: Blocos compensadores.....	22
Figura 6: Escantilhão.....	27
Figura 7: Régua de prumo e nível. ....	28
Figura 8: Nível alemão. ....	28
Figura 9: Carrinho alemão.....	29
Figura 10: Bisnaga.....	29
Figura 11: Canaletas de argamassar. ....	30
Figura 12: Gabarito.....	31
Figura 13:Andaimes. ....	31
Figura 14: Esticador de linha.....	32
Figura 15: Locação das Paredes. ....	33
Figura 16: Primeira Fiada. ....	33
Figura 17: Locação das aberturas. ....	34
Figura 18: Assentamento da primeira fiada.....	35
Figura 19: Elevação das Fiadas. ....	35
Figura 20:Verga Pré-Moldada.....	36
Figura 21:Variações máximas da espessura das juntas de argamassa.....	38
Figura 22: Limites máximos para o desaprumo e desalinhamentos das paredes. ....	38
Figura 23: Juntas com preenchimento inadequado.....	40

Figura 24: Modulação inadequada. ....	41
Figura 25: Falta de prumo na parede. ....	41
Figura 26: Rasgo indevidos na alvenaria. ....	42
Figura 27: Ponto com grauteamento inadequado. ....	43
Figura 28: Mapa de localização da obra. ....	44
Figura 29: Estado atual da obra. ....	45
Figura 30: Locação. ....	47
Figura 31: Fundação. ....	48
Figura 32: Primeira fiada. ....	49
Figura 33: Grauteamento das armaduras. ....	50
Figura 34: Conta-verga. ....	50
Figura 35: Modulação inadequada. ....	51
Figura 36: Modulação inadequada. ....	52
Figura 37: Blocos sem espaço para junta de argamassa. ....	53
Figura 38: Falta de junta de argamassa entre os blocos. ....	53
Figura 39: Excesso da junta de argamassa ....	54
Figura 40: Rasgo na alvenaria para instalações elétricas. ....	55
Figura 41: Rasgo na alvenaria para instalações hidráulicas. ....	55
Figura 42: Armazenamento indevido de materiais. ....	56
Figura 43: Blocos quebrados pelo mau armazenamento ....	56

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tipos de Modulação para Diferentes Famílias de Blocos.....	26
Tabela 2 – Variáveis de controle na produção da alvenaria.....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR Norma Brasileira.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
2.1	OBJETIVO GERAL .....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
3.1	HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	18
3.2	CONCEITOS BÁSICOS.....	19
3.2.1	<b>Elemento de alvenaria não armado</b> .....	19
3.2.2	<b>Elemento de alvenaria armado</b> .....	19
3.2.3	<b>Elemento de alvenaria protendido</b> .....	20
3.3	COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	20
3.3.1	<b>Unidade</b> .....	20
3.3.2	<b>Argamassa</b> .....	23
3.3.3	<b>Graute</b> .....	23
3.3.4	<b>Armaduras</b> .....	23
3.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	24
3.4.1	<b>Principais vantagens:</b> .....	24
3.4.2	<b>Principais Desvantagens:</b> .....	24
3.5	MODULAÇÃO .....	25
3.6	FERMENTAS APROPRIADAS .....	27
3.6.1	<b>Escantilhão</b> .....	27
3.6.2	<b>Régua de prumo e nível</b> .....	28
3.6.3	<b>Nível alemão</b> .....	28
3.6.4	<b>Carrinho garfo</b> .....	29
3.6.5	<b>Bisnaga para argamassa</b> .....	29
3.6.6	<b>Canaleta de argamassar</b> .....	30
3.6.7	<b>Palheta</b> .....	30
3.6.8	<b>Gabaritos para portas e janelas</b> .....	31
3.6.9	<b>Andaimes</b> .....	31
3.6.10	<b>Esticador de linha</b> .....	32
3.7	EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	32

3.7.1	Locação das paredes .....	33
3.7.2	Nível da primeira fiada.....	33
3.7.3	Locação da cota e posição das aberturas .....	34
3.7.4	Assentamento da primeira fiada.....	34
3.7.5	Elevação das demais fiadas .....	35
3.7.6	Execução das vergas, contra-vergas e cintas nas canaletas.....	36
3.8	CONTROLE TECNOLÓGICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	36
3.8.1	Argamassa .....	36
3.8.2	Juntas verticais e horizontais .....	37
3.8.3	Assentamento.....	37
3.8.4	Prumo.....	37
3.8.5	Espessuras das juntas horizontais e verticais.....	37
3.8.6	Prumo, nível e alinhamento dos elementos de alvenaria.....	38
3.8.7	Assentamento dos blocos .....	39
3.9	PRINCIPAIS ERROS CONSTRUTIVOS.....	40
3.9.1	Espessura e preenchimento das juntas .....	40
3.9.2	Erro na modulação dos blocos .....	41
3.9.3	Desaprumo.....	41
3.9.4	Rasgos em Paredes .....	42
3.9.5	Falta de ferramentas adequadas.....	42
3.9.6	Grauteamento incorreto .....	42
4	ESTUDO DE CASO .....	44
4.1	OBRA EM ESTUDO .....	44
4.2	METODOLOGIA .....	45
4.2.1	Etapas da execução da obra .....	46
4.2.1.1	Locação .....	47
4.2.1.2	Fundação .....	48
4.2.1.3	Primeira fiada.....	48
4.2.1.4	Elevação da alvenaria .....	49
4.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	51
4.2.1	Modulação dos blocos .....	51
4.2.2	Preenchimento das juntas horizontais e verticais.....	52
4.2.3	Rasgos nas paredes .....	54
4.2.4	Armazenamento indevido de materiais .....	56
5	CONCLUSÃO .....	57

## REFERENCIAS

### 1 INTRODUÇÃO

Alvenaria é o conjunto de blocos unidos entre si coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso que serve para vedar espaços, promover segurança, além de impedir a entrada de vento e chuva (TAUIL e NESSE, 2010).

Romam (2007) afirma que a alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes de alvenaria substituem o uso dos pilares e vigas tradicionais, passando a ter elas a função estrutural além da função de vedação, proporcionando maior simplicidade e nível de racionalização.

A alvenaria estrutural apesar de ser uma forma antiga de construção, vem ganhando força nos últimos anos por gerar economia e rapidez de execução ainda que necessite de uma mão de obra qualificada e controle na execução.

Arcari (2010) afirma que a alvenaria estrutural vem ganhando grande impulso no Brasil pela sua racionalização. Segundo este autor, “o sistema reduz consideravelmente o consumo de materiais e o desperdício, porém requer a utilização de mão de obra qualificada, visto que as paredes possuem função estrutural e necessitam de adequado controle de execução.”

O procedimento de execução da alvenaria estrutural deve ser realizado de maneira adequada, seguindo todas as especificações do projeto, desde da fundação adequada, passando pela mão de obra qualificada até o revestimento das mesmas, pois qualquer erro nas etapas pode acarretar em problemas futuros na construção.

O crescimento de obras em alvenaria estrutural também acompanha o grande número de manifestações patológicas. Observa-se que uma série de erros são cometidos principalmente na execução da alvenaria, como: a falta de prumo, direções inadequadas de juntas verticais e horizontais, modulação diferente da que é exigida em projeto entre outros, que se não forem sanados ainda durante a fase de elevação, certamente causarão alguma patologia trazendo prejuízos, incômodos aos usuários, dentre outros (SOUSA MICHEL, 2011, p.3).

Este trabalho se propõe a apresentar os principais aspectos sobre a execução e a mão de obra qualificada na alvenaria estrutural em obras de pequeno porte, realizando um estudo de



caso no condomínio de habitação multifamiliar, bem como mostrar possíveis erros de execução devido à alguns fatores, dentre eles a falta de modulação e mão de obra especializada.

## **2 OBJETIVOS**

Apresentam-se a seguir os objetivos propostos para o estudo em questão subdividido-os em objetivo geral e objetivos específicos.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Apontar detalhadamente os principais erros encontrados na fase de execução em pequenas obras de alvenaria estrutural de bloco cerâmico.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mostrar e levantar erros referente a modulação da alvenaria;
- Mostrar e levantar erros referentes as juntas de argamassa;
- Mostrar e levantar erros devido a uma mão de obra não qualificada;
- Mostrar e levantar quebra e rasgos inadequados na alvenaria.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentado um panorama do tema como um todo com o intuito de fundamentar o assunto apresentando o conceito de alvenaria estrutural.

#### 3.1 HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

As mais antigas formas de construção empregadas pelo homem são as estruturas de alvenaria, desde as civilizações assírias e persas por volta de 10.000 a.C. Já entre os séculos XIX e XX, modelos mais racionais foram utilizados para a construção de um edifício com 16 pavimentos e 65 metros de altura, que no seu interior possuíam paredes de 1,8m de espessura, tem como exemplo clássico o edifício "Monadnock" (CAMPOS, 2012, p.6).

**Figura 1:**Edfício Monadnock, Chicago, EUA.



Fonte: <http://www.valegandara.com/blog/nov/monadnock.php>. Acessado dia 05 outubro de 2017.

A alvenaria estrutural teve de fato seu marco inicial no ano de 1951, quando foi construído um prédio na suíça de 13 andares com paredes de 37 cm de espessura em alvenaria estrutural não armada (RAMALHO E CORRÊA, 2003 p.4)

No Brasil, a alvenaria estrutural chegou por volta da década de 60 com a construção de alguns edifícios na cidade de São Paulo, mas só na década de 80 teve um crescimento significativo com o surgimento de fábricas de blocos cerâmicos (CAMPOS, 2012, p.8)

Campos (2012) afirma que hoje edifícios de alvenaria variam de 12 a 22 pavimentos com limite teórico para 30 a 40 pavimentos dependendo o material utilizado.

## 3.2 CONCEITOS BÁSICOS

A alvenaria estrutural segue o princípio de que as cargas serão sustentadas pelas paredes, dimensionadas para suportar as tensões de compressão, diferente dos edifícios de concreto estrutural convencional que, normalmente, tem suas cargas suportadas por um conjunto de elementos como lajes, vigas e pilares (SOUSA, 2011, p.6).

As alvenarias de uma construção em alvenaria estrutural podem ser classificadas em três categorias, conforme apresentado nos itens a seguir.

### 3.2.1 Elemento de alvenaria não armado

Elemento de alvenaria que compõe apenas de blocos e de juntas de argamassa, a armadura é desconsiderada e não recebe graute. Esse tipo de elemento de alvenaria só possui armadura com a finalidade construtiva ou de amarração. Sua finalidade é basicamente para que se possa evitar patologias futuras.

### 3.2.2 Elemento de alvenaria armado

Quando além dos blocos e das juntas de argamassa, é utilizada armadura passiva que são consideradas para resistir aos esforços. Esses elementos são imersos em graute em regiões pré-definidas pelos projetistas para absorver os esforços calculados e proporcionar maiores vãos e maior rigidez da alvenaria.

### **3.2.3 Elemento de alvenaria protendido**

Quando o elemento de alvenaria possui armadura ativa (pré-tensionada), submetendo a alvenaria a esforços de compressão. Esse tipo de alvenaria é pouco utilizado, pois são necessários materiais, dispositivos e mão de obra para protensão.

Franca (2017) afirma que não existe mais “Alvenaria Parcialmente Armada”. Uma obra de alvenaria pode conter tanto elementos de alvenarias armados como não armados.

## **3.3 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

Ramalho e Corrêa (2003) afirma que um componente de alvenaria estrutural é algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura. Alguns componentes serão descritos a seguir.










### **3.3.1 Unidade**

Unidades ou blocos são as principais responsáveis por suportar os esforços de compressão da alvenaria estrutural.

Para permitir uma alvenaria mais racionalizada os furos são sempre na vertical, sem rasgos posteriores a sua produção. Como os furos estão na vertical, a tubulação elétrica e hidráulica vai “caminhar” por esses furos (SELECTA BLOCOS, 2017).







As unidades mais utilizadas para edificações de alvenaria estrutural no Brasil são os blocos de concreto e os blocos cerâmicos. Os blocos são agrupados em famílias que são fundamentais importância para a modulação da modulação do projeto, independente do material encontramos usualmente duas famílias de blocos de alvenaria estrutural, são elas Família 39 e Família 29, conforme as figuras a seguir.

**Figura 2:** Blocos estruturais de cerâmicos da família 29 (cm).

					
	Bloco Inteiro	½ Bloco	Canaleta Compensada	Bloco Amarração	Canaleta
Dimensão (cm)	14 x 19 x 29	14 x 19 x 14	14 x 07/09 x 29	14 x 19 x 44	14 x 19 x 29
Peso (Kg)	5,6	3,1	3,5	8,6	6,6
					
	Canaleta J	Bloco Elétrico	Bloco Hidráulico	Bloco de 45°	
Dimensão (cm)	14 x 19 x 07/09 x 29	14 x 19 x 29	14 x 19 x 29	14 x 19 x 15	
Peso (Kg)	6,6	5,3	6,0	4,0	

Fonte: SOUSA (2011).

**Figura 3:** Blocos estruturais de cerâmicos da família 39 (cm).

			
	Bloco Inteiro	½ Bloco	Canaleta J
Dimensão (cm)	14 x 19 x 39	14 x 19 x 19	14 x 19 x 07 x 29
Peso (Kg)	7,5	3,9	8,8
			
	Canaleta	Canaleta Compensada	Bloco para Canto
Dimensão (cm)	14 x 19 x 39	14 x 07 x 29	14 x 19 x 34
Peso (Kg)	8,8	5,2	6,2

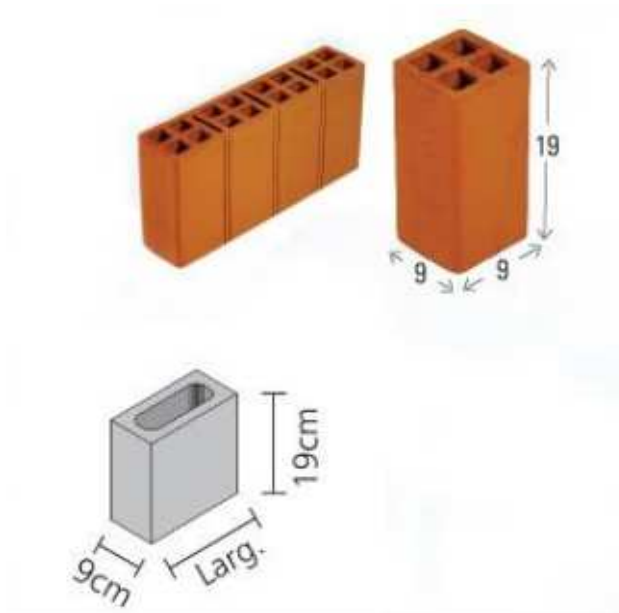
Fonte: SOUSA (2011).

**Figura 4:** Blocos estruturais de concreto da família 29 e 39.



Fonte: <http://www.sahara.com.br/ideias-e-negocios/familia-dos-blocos-de-concreto/>. Acessado em: 30 de outubro de 2017.

**Figura 5:** Blocos compensadores



Fonte: <http://muralhablocos.com.br/detalhes/compensador-classe-a-classe-b/>. acessado dia 28 de novembro de 2017

### **3.3.2 Argamassa**

Argamassa de assentamento é o componente utilizado na ligação entre os blocos, normalmente constituídas de cimento, areia e cal. Possui as funções básicas de solidarizar os blocos, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de agentes externos como a água e o vento nas edificações. Como principais características devem fornecer boa trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade.

### **3.3.3 Graute**

É um concreto de alta plasticidade formado com agregado de pequenas dimensões e relativamente fluido, eventualmente necessário para o preenchimento dos vazios dos blocos. Sua função é aumentar as seções transversais das unidades e promover a solidarização dos blocos com eventuais armaduras. Com essas medidas torna-se possível aumentar a capacidade portante da alvenaria à compressão ou permitir que com as armaduras seja possível combater tensões de tração que a alvenaria por si só não seria capaz de resistir.

### **3.3.4 Armaduras**

Nas alvenarias estruturais, o aço utilizado é o mesmo utilizado para estruturas de concreto armado. Sua utilização na alvenaria estrutural pode ser tanto estrutural, absorvendo principalmente os esforços de tração e também alguns esforços de compressão, como pode ser usada somente para cobrir algumas necessidades construtivas. Sempre são envolvidas por graute para garantir o trabalho conjunto com o restante da alvenaria. Seu uso mais comum ocorre nas cintas, vergas, contra-vergas, pontos de amarração, etc.

### 3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A alvenaria estrutural assim como qualquer sistema construtivo apresenta vantagens e desvantagens, as quais devem ser conhecidas para que se possa potencializar as características positivas e minimizar as negativas (FRANCA, 2017, p.5).

#### 3.4.1 Principais vantagens:

- Menor desperdício de material e de mão de obra;
- Redução do tempo de execução com diminuição dos custos e possibilidade de antecipação de ganho;
- Canteiro de obra limpo;
- Ideal para construções residenciais de baixa renda e de pequena altura;
- Menor diversidade de subempreiteiras na obra;
- Menor volume de concreto;
- Utilização de fundações rasas;
- Custo reduzido em mais de 25%.

#### 3.4.2 Principais Desvantagens:

- Menor liberdade arquitetônica;
- A construção deve ser modulada, limitando assim as dimensões dos vãos e posicionamento das paredes;
- Maior dificuldade em se realizar adaptações e reformas;
- Menor flexibilidade arquitetônica comparada ao concreto armado;
- Limitação quanto à altura do edifício;
- Exigência de mão de obra mais qualificada na execução da alvenaria;
- Exigência de controle rigoroso em todas as etapas da construção.



### 3.5 MODULAÇÃO

Na alvenaria estrutural a modulação é de fundamental importância para edificação por razão econômica e racional. A partir da escolha do bloco se definem a modulação, as juntas de controle e as juntas de dilatação.

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que a modulação é um procedimento absolutamente fundamental. Segundo estes autores “Se as dimensões de uma edificação não forem moduladas, como os blocos não devem ser cortados, os enchimentos resultantes certamente levarão a um custo maior e uma racionalidade menor para a obra em questão.”

Na alvenaria estrutural pode -se concluir que coordenar modularmente é organizar peças e componentes de forma que atendem uma medida de base padronizada (TAUIL e NESSE, 2010).

Na tabela 1 mostra os blocos para alvenaria estrutural usualmente utilizados, bem como a modulação indicada para eles. Considera-se para qualquer dos casos, que a espessura das juntas de argamassa é de 1cm (FRANCA, 2017, p.41).

Os blocos mais encontrados no Brasil são os com a modulação longitudinal de 15 cm e 20 cm, na região do Nordeste é comum o modulo de 12 cm. Já em termos de altura não é comum encontra valores diferentes de 20 cm, exceto para blocos compensadores (TAUIL e NESSE, 2010).

Franca (2017) afirma que os blocos que permitem melhor coordenação modular são aqueles em que o comprimento é o dobro da largura. Os blocos em que o comprimento não coincide com o dobro o dobro da sua largura apresentam dificuldade na amarração das paredes, pois tem que se utilizar blocos especiais.

**Tabela 1:** Tipos de Modulação para Diferentes Famílias de Blocos

BLOCO	DIMENSÕES DO BLOCO (cm) (A x B x C)	DIMENSÕES DO MÓDULO (cm)	MÓDULO (cm)		MALHA BÁSICA DA PLANTA	OBS
			HORIZ.	VERT.		
CERÂMICO	14 x 19 x 29	15 x 20 x 30	15	20	15 x 15	-
	14 x 19 x 39	15 x 20 x 40	20	20	20 x 20	-
	19 x 19 x 39	20 x 20 x 40	20	20	20 x 20	-
	11,5 x 19 x 29	12,5 x 20 x 30	15	20	15 x 15	TERREO +1
	11,5 x 19 x 24	12,5 x 20 x 25	12,5	20	12,5 x 12,5	TERREO +1
CONCRETO	14 x 19 x 29	15 x 20 x 30	15	20	15 x 15	-
	14 x 19 x 39	15 x 20 x 40	20	20	20 x 20	-
	19 x 19 x 39	20 x 20 x 40	20	20	20 x 20	-
	11,5 x 19 x 29	12,5 x 20 x 30	15	20	15 x 15	TERREO +1
	9 x 19 x 29	10 x 20 x 30	10	20	10 x 10	TERREO

Fonte: Alvenaria estrutural: Do Projeto à Construção racional (FRANCA MARCELO P. DE AQUINO, 2017)

Franca (2017) ainda cita diversos problemas causados pela falta de modulação em um projeto de alvenaria estrutural, entre eles se destacam:

- Necessidade de grande número de peças especiais de ajuste dimensional;
- Menor produtividade no assentamento das alvenarias;
- Dificuldade de amarração direta das paredes;
- Maior possibilidade de aparecimento de patologias;
- Juntas verticais diferenciadas;
- Quebra do bloco e desperdício de material;
- Maior consumo de argamassa de assentamento;
- Diminuição da resistência das alvenarias.

### 3.6 FERMENTAS APROPRIADAS

A qualidade da alvenaria passa por vários fatores, e um deles é a utilização de ferramentas adequadas que auxiliarão a equipe tanto na qualidade quanto na produtividade do serviço.

Franca (2017) descreve as principais ferramentas utilizadas na alvenaria estrutural, como se segue.

#### 3.6.1 Escantilhão

Peça metálica utilizada para auxiliar o pedreiro no assentamento da alvenaria. Esta ferramenta proporciona o assentador da alvenaria condições de manter a parede no prumo, alinhadas e com fiadas niveladas.

**Figura 6:** Escantilhão.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.6.2 Régua de prumo e nível

Consiste em uma régua (metálica, de PVC ou de alumínio) com bolhas de referência de nível e de prumo dispostas em seu comprimento. Esta ferramenta agrega bastante qualidade na execução das alvenarias. Os tamanhos adequados são de 1,2m a 1,8m.

**Figura 7:** Régua de prumo e nível.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.6.3 Nível alemão

Este equipamento constituído por um tripé com reservatórios de líquidos e uma mangueira acoplada a uma régua de alumínio com uma escala móvel, possibilita que uma única pessoa preceda a conferencia dos níveis de diversos pontos da obra, reduzindo o tempo de serviço e garantido maior precisão do mesmo.

**Figura 8:** Nível alemão.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.4 Carrinho garfo

Este carrinho é utilizado para transportar blocos. Permite o carregamento de pilhas de mais de dezesseis elementos. Agiliza o transporte e evita perdas por quebras.

**Figura 9:** Carrinho alemão.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.5 Bisnaga para argamassa

A bisnaga possibilita a colocação de argamassa, sobre as paredes dos blocos, com a espessura padronizada. Apresenta bom controle do consumo de argamassa. Seu uso vem sendo desaconselhado pela alta incidência de tendinite, devido à repetição do movimento.

**Figura 10:** Bisnaga.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.6.6 Canaleta de argamassar

Ferramenta em forma de cantoneira utilizada para colocação de argamassa sobre paredes dos blocos viabilizando maior produtividade e regularidade na espessura das juntas. Suas desvantagens são a necessidade de outra ferramenta para o preenchimento dos septos transversais e maior dificuldade para os verticais.

**Figura 11:** Canaletas de argamassar.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.7 Palheta

Utilizada para assentar a argamassa sobre o bloco, ela se caracteriza por ter alta produtividade. Os melhores índices de produtividade na execução da alvenaria foram alcançados com a palheta associada a colher de pedreiro.

**Figura:** Palheta.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.8 Gabaritos para portas e janelas

O uso de gabaritos para as portas e janelas possibilita vãos com dimensões precisas e perfeita regularidade das laterais, praticamente abolindo a regularização excessiva dos mesmos com argamassa.

**Figura 12:** Gabarito.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.9 Andaimes

Após a quinta fiada, é comum a necessidade da instalação de andaimes. Uma opção bastante interessante é a utilização das plataformas metálicas para andaime com altura regulável.

**Figura 13:** Andaimes.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.6.10 Esticador de linha

Uma simples ferramenta, fabricada no próprio canteiro de obras, possibilitando ao pedreiro fixar a linha de auxílio para a colocação das fiadas de blocos com a maior rapidez, dispensando a fixação de pregos nas paredes.

**Figura 14:** Esticador de linha.



Fonte: SOUSA (2011).

## 3.7 EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A execução da alvenaria estrutural deve seguir criteriosamente o projeto, que deve indicar: os materiais a serem empregados, marcações juntas elevações, aberturas de vãos, dentre outros detalhes construtivos. (SOUSA, 2011, p.6).

Franca (2017) afirma que a mão de obra exerce um papel fundamental na qualidade das alvenarias estruturais. Sendo necessário um treinamento, para utilização de técnicas adequadas de execução. Segundo esse autor “a união da técnica com o ferramental apropriado visa maior controle das etapas de execução associado a um menor valor de consumo de material e maior velocidade de execução.”

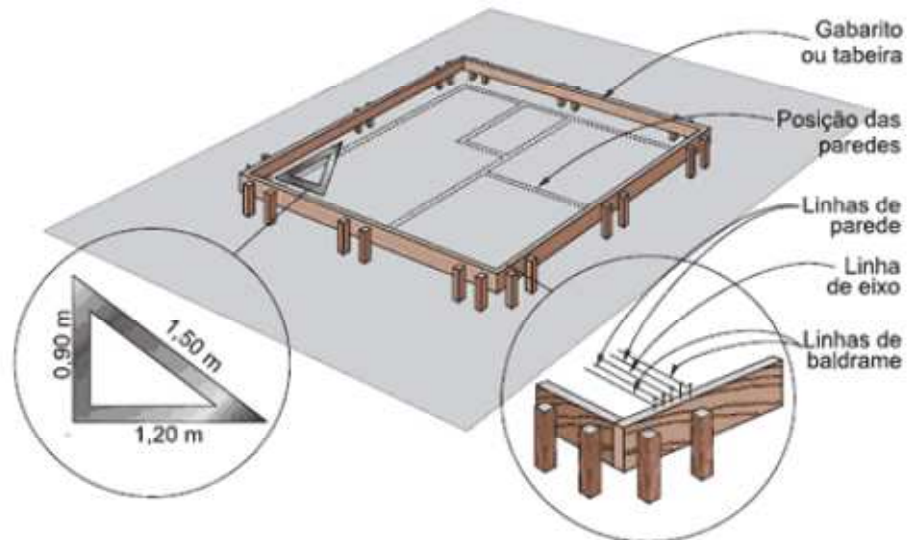
SOUSA (2011), listam as principais etapas de execução de alvenaria:



### 3.7.1 Locação das paredes

Etapa onde serão conferidas as posições dos primeiros blocos que formarão a parede, que devem ser locadas pelo eixo ou pela face do bloco.

**Figura 15:** Locação das Paredes.

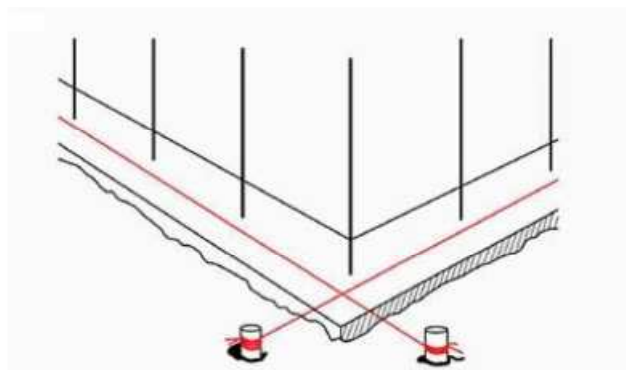


**FONTE:** <https://www.ihouses.com.br/single-post/2016/06/09/Loca%C3%A7%C3%A3o-de-obra-Como-fazer>.  
Acessado em: 05 de novembro de 2017.

### 3.7.2 Nível da primeira fiada

Será feita a demarcação vertical da alvenaria de acordo com o projeto. Essa fase é executada com o auxílio do escantilhão.

**Figura 16:** Primeira Fiada.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.7.3 Locação da cota e posição das aberturas

Locação das portas, janelas, espaços para colocação de ar-condicionado, e também as tubulações horizontais.

**Figura 17:** Locação das aberturas.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.7.4 Assentamento da primeira fiada

Assentam-se inicialmente os blocos das extremidades de paredes, os blocos dos encontros entre paredes, e os blocos que delimitarão juntas de controle. A precisão da execução nessa fase influenciará na qualidade de todo o serviço.

**Figura 18:** Assentamento da primeira fiada.



Fonte: <https://www.brasil247.com/pt/247/bahia247/116252/Programa-entrega-mais-244-casas-na-Bahia.htm>. Acesso em Acesso em 05 de Novembro de 2017.

### 3.7.5 Elevação das demais fiadas

Nessa etapa tem-se a elevação das paredes simultaneamente em todos os vãos da estrutura, ou de acordo com indicações do projeto.

**Figura 19:** Elevação das Fiadas.



Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

### 3.7.6 Execução das vergas, contra-vergas e cintas nas canaletas

As posições das janelas e portas e na última fiada, onde serão usadas as canaletas, após posicionamento das armaduras estas deverão ser totalmente preenchidas com graute.

**Figura 20:** Verga Pré-Moldada.



Fonte: ROMAN (2007).

## 3.8 CONTROLE TECNOLÓGICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

SOUSA (2011) afirma que os principais fatores relacionados à fase executiva, que devem ser controlados para obtenção da qualidade, são:

### 3.8.1 Argamassa

Traços padronizados, mudando apenas em algumas ocasiões especiais exigidas no projeto. SOARES (2009) afirma que o traço mais comum utilizado para alvenaria estrutural de pequeno porte é de (1:1:6), e para casos que a alvenaria estrutural esteja sujeita a esforços de compressão utiliza-se o traço de (1:0,5:4,5).

### **3.8.2 Juntas verticais e horizontais**

Sempre preenchidas totalmente com espessura constante e dentro dos valores de tolerância, as propriedades desejáveis das juntas de argamassa para alvenaria estrutural são de resistência mecânica adequada, capacidade de absorção de deformabilidade e durabilidade.

### **3.8.3 Assentamento**

Deve ser evitado permutações nos blocos logo após seu assentamento para não alterar na aderência dos blocos-argamassa, pode ocorrer também fissuras na argamassa alterando a resistência final da alvenaria SOARES (2009).

### **3.8.4 Prumo**

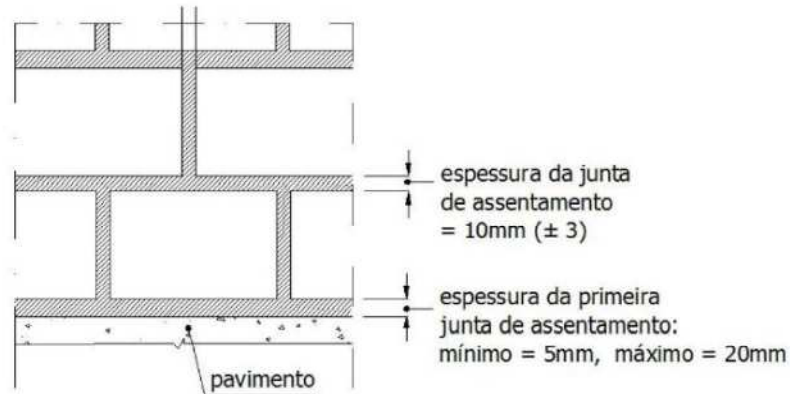
Alinhamento e prumo da parede deve ser verificado na medida que a alvenaria vai sendo executada, evitando excentricidades e correção e eventuais erros de prumo com batidas nos blocos tentando recoloca-la na posição correta.

A aceitabilidade da alvenaria estrutural está relacionada aos fatores executivos. A NBR 15812-2 (ABNT,2010) exige os seguintes requisitos para esses fatores serem atendidos:

### **3.8.5 Espessuras das juntas horizontais e verticais**

As juntas verticais e horizontais de argamassa de assentamento de blocos devem ter espessuras de 10 mm, com variação máxima da espessura das juntas de argamassa deve ser de  $\pm 3$  mm, exceto para juntas da primeira fiada que é de 5 mm e o valor máximo não deve ultrapassar 20 mm.

**Figura 21:** Variações máximas da espessura das juntas de argamassa.

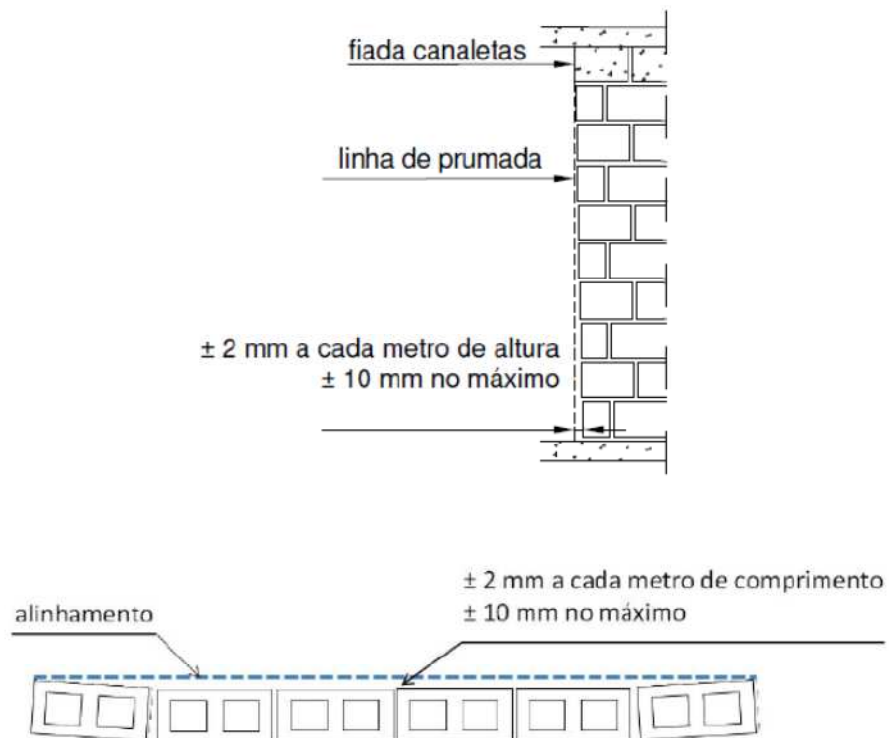


Fonte: NBR 15812-2, ABNT (2010).

### 3.8.6 Prumo, nível e alinhamento dos elementos de alvenaria

A falta de prumo e desalinhamento máximo das paredes e pilares do pavimento não podem superar 13 mm, além de atender aos limites de 5 mm a cada 3 mm e 10 mm a cada 6 m.

**Figura 22:** Limites máximos para o desaprumo e desalinhamentos das paredes.



Fonte: NBR 15812-2, ABNT (2010).

A NBR 15812-2 (ABNT,2010) traz de forma resumida os critérios de aceitabilidades da alvenaria estrutural, de acordo com a tabela a seguir.

**Tabela 2:** Variáveis de controle na produção da alvenaria.

<b>Fator</b>		<b>Tolerância</b>
Junta horizontal	Espessura	$\pm 3$ mm
	Nível	2 mm/mm 10 mm no máximo
Junta vertical	Espessura	$\pm 3$ mm
	Alinhamento vertical	2 mm/mm 10 mm no máximo
Alinhamento da parede	Vertical	$\pm 2$ mm/mm $\pm 10$ mm no máximo $\pm 25$ mm na altura total
	Horizontal	$\pm 2$ mm/mm $\pm 10$ mm no máximo

Fonte: NBR 15812-2, ABNT (2010).

### 3.8.7 Assentamento dos blocos

Durante a elevação das paredes, os blocos devem ser assentados e alinhados segundo especificado em projeto e de forma a exigir o mínimo de ajuste possível. Devem ser posicionados enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica e, em caso de necessidade de reacomodação do bloco, a argamassa deve ser removida e o componente assentado novamente de forma correta.

### 3.9 PRINCIPAIS ERROS CONSTRUTIVOS

Os erros na execução da alvenaria estrutural são uma das principais causas do aparecimento de patologias na estrutura, proveniente da falta de mão de obra qualificada.

“Nota-se um número considerável de falhas executivas na alvenaria estrutural, sendo a maioria delas provenientes da falta de orientação, conhecimento ou de acompanhamento. Essas falhas, além de geralmente colocarem toda a qualidade do processo em risco, comprometem a economia que se esperava com a utilização da alvenaria estrutural” (SOUSA MICHEL, 2011, p.6).

Segundo SOUSA (2011) os principais erros encontrados na fase de execução da alvenaria estrutural são citados abaixo.

#### 3.9.1 Espessura e preenchimento das juntas

Um erro muito comum na execução da alvenaria estrutural é o preenchimento incompleto ou irregular das juntas de argamassa de alvenaria estrutural. O não preenchimento das juntas verticais afeta pouco a resistência à compressão, mas tem um efeito considerável na resistência à flexão e ao cisalhamento da parede, afetando a deformabilidade principalmente para prédios com mais de 5 pavimentos. Nas juntas horizontais, esse procedimento acarreta na diminuição da resistência à compressão da alvenaria.

**Figura 23:** Juntas com preenchimento inadequado.



Fonte: SOUSA (2011).



### 3.9.2 Erro na modulação dos blocos

SOUSA (2011) cita que as paredes de alvenaria somente poderão ser executadas com blocos inteiros, não admitindo a quebra ou corte de blocos para obtenção de uma “peça ajuste”, trazendo assim uma consequência desagradável para o arranjo estrutural.

**Figura 24:** Modulação inadequada.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.9.3 Desaprumo

As paredes que não tem o prumo mantido aparecem excentricidade, acarretando assim redução da compressão, além de um gasto maior nas etapas sucessoras para correção.

**Figura 25:** Falta de prumo na parede.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.9.4 Rasgos em Paredes

Deve-se tomar os devidos cuidados com instalações elétricas e hidráulicas para que evite rasgos em locais inapropriados e de forma indevida, acarretando na diminuição do desempenho da alvenaria estrutural. Os rasgos posteriores não estabelecidos no projeto resulta na redução da resistência da mesma, comprometendo assim seu desempenho.

**Figura 26:** Rasgo indevidos na alvenaria.



Fonte: SOUSA (2011).

### 3.9.5 Falta de ferramentas adequadas

Ferramentas adequadas na execução da alvenaria estrutural além de trazer qualidade para o serviço executado tem-se também ganho na agilidade, conseqüentemente na produtividade.

### 3.9.6 Grauteamento incorreto

Algumas falhas ocorrem quando não é realizado corretamente o grauteamento em locais que necessitam do mesmo, enfraquecendo assim o ponto que deveria ser reforçado.

**Figura 27:** Ponto com grauteamento inadequado.



Fonte: SOUSA (2011).

## 4 ESTUDO DE CASO

O presente Estudo de Caso tem como estratégia de investigação, do ponto de vista teórico e metodológico, focalizar as condições específicas de utilização de alvenaria estrutural em obras de pequeno porte.

### 4.1 OBRA EM ESTUDO

O estudo de caso foi desenvolvido no condomínio de habitação multifamiliar situado na rua Clotilde Maria da Silva, S/N, Geisel, João Pessoa/PB.

**Figura 28:** Mapa de localização da obra.



FONTE: Google Maps, 2017.

O edifício é composto por dois blocos com 3 pavimentos cada, sendo dois apartamentos por pavimento. Existem 4 tipologias de apartamentos na edificação que diferenciam pelo tamanho, número de quartos e suítes em cada unidade, dependendo da torre onde elas se encontram, totalizando 12 apartamentos com 2 ou 3 quartos, que variam de 40,85m<sup>2</sup> a 47,38

m<sup>2</sup>. No total a construção possui uma área de 250.15 m<sup>2</sup>. Além dos demais, o primeiro pavimento foi construído com alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.

Quando do início do presente estudo a obra se encontrava na etapa do término das fundações e início do levantamento das paredes de alvenaria estrutural.

**Figura 29:** Estado atual da obra.



Fonte: Autor.

## 4.2 METODOLOGIA

Fundamenta-se basicamente em: analisar se a execução seguia conforme o projeto, inspeção visual e mapeamento da execução da alvenaria estrutural em cada etapa para levantamento dos seus possíveis erros, aplicada ao condomínio de habitação multifamiliar situado na rua Clotilde Maria da Silva, S/N, Geisel, João Pessoa/PB, cujo os dados foram obtidos durante o estágio curricular obrigatório.

Nesse estudo de caso foram analisados os seguintes itens para a alvenaria estrutural:

- Modulação das paredes;

- Juntas horizontais e verticais;
- Rasgos e quebra na alvenaria;
- Armazenamento dos materiais.

A obra não tinha a disponibilidade de um engenheiro responsável pela execução da obra. Todas as etapas da execução da alvenaria foram acompanhadas pelo mestre de obras responsável, que coordena as atividades desenvolvidas pelos funcionários na execução da obra. A importância desse acompanhamento ocorre pela necessidade de garantir o desempenho, minimizar os possíveis erros por falta de mão de obra qualificada e a qualidade na execução da alvenaria estrutural.

A execução da construção seguiu a sequência padrão de execução de uma edificação em alvenaria:

- Locação do gabarito;
- Execução da fundação em pedra argamassada;
- Locação da primeira fiada, seguida das demais fiadas;
- Concretagem da laje.

Esse processo, a partir da locação da primeira fiada, se repetiu pelos pavimentos subsequentes. Com relação as instalações hidráulicas e elétricas, não se dispunha de projetos específicos para a execução das mesmas, de maneira que essas instalações foram executadas por funcionários terceirizados. Como a construção era dividida em dois blocos, todos os funcionários eram empenhados na execução de um bloco para posteriormente executarem o bloco seguinte.

#### **4.2.1 Etapas da execução da obra**

A seguir, será apresentado algumas etapas citadas do processo de execução do condomínio de habitação multifamiliar.

#### 4.2.1.1 Locação

Foi feita a montagem do gabarito no terreno onde deveria ser levantado as paredes de alvenaria estrutural conforme o projeto.

**Figura 30:** Locação.



Fonte: Autor.

#### 4.2.1.2 Fundação

A fundação foi feita em pedra argamassada

**Figura 31:** Fundação.



Fonte: Autor.

#### 4.2.1.3 Primeira fiada

Iniciou-se a primeira fiada através do assentamento dos blocos de cantos extremos, seguindo as medidas do projeto. Em seguida foi realizado o assentamento dos blocos dos encontros das paredes internas, buscando manter o prumo e alinhamento dos mesmos.



**Figura 32:** Primeira fiada.



Fonte: Autor.

#### 4.2.1.4 Elevação da alvenaria

Iniciou-se após o assentamento da primeira fiada com o assentamento da segunda fiada em diante. Durante a elevação, foi feito o grauteamento das armaduras e execução das vergas e contra-vergas.

**Figura 33:** Grauteamento das armaduras.



Fonte: Autor.

**Figura 34:** Contra-verga.



Fonte: Autor.

## 4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a execução da obra foram encontrados alguns erros, sejam eles de execução ou por falta de mão de obra qualificada. Dentre eles: modulação dos blocos, locação das paredes, preenchimento das juntas, rasgos na alvenaria estrutural, prumo e alinhamento das paredes.

Os registros feitos serão apresentados a seguir especificamente para cada um dos itens que foram analisados na construção dos apartamentos do estudo de caso.

### 4.2.1 Modulação dos blocos

Na análise da modulação dos blocos foram observadas as paredes em que se foi feito o ajuste com o uso de blocos quebrados para, de certa forma, compensar erros provenientes de uma mão de obra não qualificada e falta de fiscalização na construção. As figuras 35 e 36 mostram registros fotográficos de paredes com a utilização de “peça de ajuste”. Porém, como já discutido anteriormente, a alvenaria estrutural deve ser executada com blocos inteiros.

**Figura 35:** Modulação inadequada.



Fonte: Autor.

**Figura 36:** Modulação inadequada.



Fonte: Autor.

O uso de peças de “ajustes” no estudo de caso foi um do erro com menor incidência, mas ainda sim gerando perdas significativas na racionalização do sistema construtivo, conseqüentemente no custo. Entretanto, quando essa condição não é atendida se faz necessário a utilização de blocos especiais, os quais não se tinha a disposição.

#### **4.2.2 Preenchimento das juntas horizontais e verticais**

Em relação as juntas foram analisadas o excesso e a pouca ou até mesmo a falta de argamassa nos blocos. Os blocos cerâmicos de algumas paredes apresentavam blocos muito próximos uns dos outros com quase nenhum espaçamento entre eles e argamassa abaixo do limite permitido pela NBR 15812-2 (ABNT, 2010) de 10mm (+/-3), conforme mostrado na figura 37. Em outras paredes, mesmo encontrando espaçamento suficiente entre eles, não se foi devidamente preenchido o espaço entre os blocos, conforme figura 38. É importante salientar também que esse é o erro mais comum ocorrido nessa obra. Pelo menos uma parede de cada ambiente se encontrou o mau preenchimento das juntas.

O não preenchimento dessas juntas acarretam em problemas já citados anteriormente, como a redução da resistência das estruturas, menor rigidez à flexão e ao cisalhamento, além da facilidade da entrada de intempéries nocivas à construção.

**Figura 37:** Blocos sem espaço para junta de argamassa.



Fonte: Autor.

**Figura 38:** Falta de junta de argamassa entre os blocos.



Fonte: Autor.

A junta com excesso de argamassa também foi um erro muito recorrente, com valores acima do permitido pela NBR 15812-2 (ABNT, 2010) de 10mm (+/-3). Na maioria dos casos, esse excesso é para fazer uma espécie de compensação para que seja completada a paginação das paredes como mostrado na figura 39.

**Figura 39:** Excesso da junta de argamassa



Fonte: Autor.

### 4.2.3 Rasgos nas paredes

Os rasgos nas paredes são comuns em obras de alvenaria estrutural de pequeno porte, principalmente para execução das instalações elétricas e hidráulicas. A NBR 15812 (2010) não admite cortes horizontais de comprimento superiores a 40 cm, e cortes verticais de comprimento superior 60cm em paredes de alvenaria estrutural. Os rasgos na alvenaria acarretam na diminuição da resistência da alvenaria, podendo levar até a ruptura, em casos extremos, além de gerar desperdícios com a mão de obra

Na elevação da alvenaria não se foi feita a colocação prévia dos eletrodutos e das caixas elétricas. Assim, como não se utilizou blocos hidráulicos e a construção não dispunha de shafts, foi necessário a quebra e rasgos das alvenarias para passagem das instalações hidráulicas e elétricas, conforme mostrado nas figuras 40 e 41.

**Figura 40:** Rasgo na alvenaria para instalações elétricas.



Fonte: Autor.

**Figura 41:** Rasgo na alvenaria para instalações hidráulicas.



Fonte: Autor.

#### 4.2.4 Armazenamento indevido de materiais

O controle dos materiais segundo a NBR 15812-2 (ABNT, 2010) inicia-se no ato do recebimento. Todos os materiais devem ser inspecionados no recebimento e antes do uso.

Um dos defeitos mais observados são blocos quebrados ou fissurados. Isso ocorre pela própria qualidade do material e pelo mau controle no armazenamento e transporte dentro da obra sem o procedimento adequado. O uso de dois tipos de blocos (concreto e cerâmico) também é um procedimento não é indicado, pois os dois tipos de materiais possuem coeficiente de dilatação térmica diferentes.

**Figura 42:** Armazenamento indevido de materiais.



Fonte: Autor.

**Figura 43:** Blocos quebrados pelo mau armazenamento



Fonte: Autor.



## 5 CONCLUSÃO

De acordo com o que foi estudado, uma construção em alvenaria estrutural em que se tem eficiência com blocos de alta resistência, redução de custos e tempo de execução, ela se torna viável quando o cumprimento das exigências dos processos construtivos e especificações das normas técnicas são seguidos, caso contrário o método não é viável, devendo apresentar qualidade na execução para excluir, ou pelo menos minimizar as patologias futuras. Para isso é necessário um projeto bem elaborado, com modulação correta, além dos projetos elétricos e hidráulicos trabalhando em conjunto com o projeto estrutural.

Na execução se faz necessária uma mão de obra qualificada seguindo os procedimentos de execução e ferramentas adequados para desempenhar um serviço de qualidade evitando, ou pelo menos amenizando, muitos desses erros.

Muitos dos erros encontrados no estudo de caso acabam perdendo o sentido da racionalização da alvenaria estrutural, acarretando em um aumento significativo do custo final da construção, pela perda de material e de tempo. Dentre os erros o mais recorrentes o preenchimento inadequado das juntas horizontais e verticais foi o que mais se observou.

Todos esses erros e negligências causam problemas tanto no aparecimento de manifestações patológicas quanto a segurança estrutural da obra podendo causar danos irreparáveis a estrutura, gerando uma desconfiança tanto nos usuários como nos construtores.

## REFERENCIAS

ARCARI, Andrey . **Alvenaria Estrutural e Estruturas Aporticada de concreto armado: estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social**. 2010. 76 p. alvenaria estrutural (engenharia civil)- UFRGS, Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812: Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL 247. **Bahia 247**. Disponível em:  
<https://www.brasil247.com/pt/247/bahia247/116252/Programa-entrega-mais-244-casas-na-Bahia.htm>. Acesso em 05 de Novembro de 2017.

CAMPOS, João Carlos. **Alvenaria Estrutural: Especialização em Engenharia de Estruturas**. 2012.

CERAMICA VALE DA GÂNDARA. **Edifício Monadnock em Chicago**. Disponível em:  
<http://www.valegandara.com/blog/nov/monadnock.php>. Acesso em 05 de Novembro de 2017.

FRANCA Prof. M.Sc Marcelo Pessoa de Aquino. **Alvenaria estrutural: Do Projeto a construção racionalizada**. 2017.

IHOUSES. **Locação de obra. Como fazer?** Disponível em:  
<https://www.ihouses.com.br/single-post/2016/06/09/Loca%C3%A7%C3%A3o-de-obra-Como-fazer>. Acesso em 05 de Novembro de 2017.

MURALHA BLOCOS. **Compensador (classe A/ classe B)**. Disponível em:  
<http://muralhablocos.com.br/detalhes/compensador-classe-a-classe-b/>. Acesso em 28 de novembro de 2017.

PARSEKIAN Guilherme Aris. **Parametros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Paulo : EDUFSCAR, 2012.

ROMAN, HUMBERTO. Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. 2007.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

SAHARA. **Famílias dos blocos de concreto**. Disponível em:  
<http://www.sahara.com.br/ideias-e-negocios/familia-dos-blocos-de-concreto/>. Acesso em 30 de Outubro de 2017

SELECTA BLOCOS. **Soluções em blocos**. Disponível em:  
[http://www.selectablocos.com.br/perguntas\\_frequentes.html](http://www.selectablocos.com.br/perguntas_frequentes.html). acesso 28 de Novembro de 2017.

SOARES, Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria estrutural**. Rio Grande do Sul. PUCRS, 2009

SOUSA, Michel Wendell Silva. **Levantamentos de erros executivos em edifícios em alvenaria estrutural de bloco cerâmico**. Fortaleza. 2011

TAUIL Carlos Alberto e NESE Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo : PINI, 2010.