

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

ROBERT MORAIS FERREIRA

ALVENARIA ESTRUTURAL: análise da nova norma
ABNT NBR 16868-2:2020

BELO HORIZONTE

2023

ROBERT MORAIS FERREIRA

**ALVENARIA ESTRUTURAL: análise da nova norma
ABNT NBR 16868-2:2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Gestão e Tecnologia na Construção Civil do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Chahud.

BELO HORIZONTE

2023

F383a Ferreira, Robert Morais.
Alvenaria estrutural [recurso eletrônico] : análise da nova norma ABNT
NBR 16868-2:2020 / Robert Morais Ferreira. – 2023.
1 recurso online (36 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Eduardo Chahud.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

Bibliografia: f. 35-36.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Alvenaria. 3. Projetos de engenharia.
4. Administração de projetos. I. Chahud, Eduardo. II. Universidade Federal
de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: ROBERT MORAIS FERREIRA

MATRÍCULA: 2021666128

RESULTADO

Aos 10 dias do mês de julho de 2023 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“ALVENARIA ESTRUTURAL: ANÁLISE DA NOVA NORMA ABNT NBR 16868-2:2020”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 85

CONCEITO: B

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Eduardo Chahud

Assinatura

Eduardo
Chahud

Assinado de forma digital
por Eduardo Chahud
Dados: 2023.07.16 11:20:51
-03'00'

Nome

Profª. Drª. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Assinatura

gov.br

Documento assinado digitalmente
SIDNEA ELIANE CAMPOS RIBEIRO
Data: 16/07/2023 11:31:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 10 de julho de 2023

Antônio Neves
de Carvalho
Júnior

Assinado de forma digital
por Antônio Neves de
Carvalho Júnior
Dados: 2023.07.18
15:45:07 -03'00'

Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me permitir superar as dificuldades encontradas ao longo deste percurso.

A Universidade Federal de Minas Gerais pela oportunidade de realizar a especialização, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram o aprimoramento dos meus conhecimentos.

A minha família por me apoiar em todos os períodos da vida, em especial minha namorada Cássia, por me incentivar a concluir o curso, além de estar do meu lado na elaboração deste trabalho.

RESUMO

Atualmente o sistema construtivo de alvenaria estrutural é bastante utilizado em comparação com os demais sistemas. Tal sistema se torna sistema se torna interessante principalmente do ponto de vista econômico, desde que seja bem planejado e executado; pois trata-se de um sistema com diversas particularidades, mas que pode ser adotado pois proporciona uma obra prática e rápida. Nesse cenário o objetivo desse trabalho foi realizar uma análise da segunda parte da norma ABNT NBR 16868-2:2020 – Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras. Com base na análise conclui-se que com o surgimento da nova norma houve mudanças significativas, eliminando dúvidas e validando procedimentos específicos para execução da obra.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. ABNT NBR 16868-2:2020. Sistema construtivo.

ABSTRACT

Actually the constructive system from structural masonry is very used in comparison with the others system. This system is the more interesting in the economy vision since that planned and executed with excellence. It this is a system what treats with particularities varied, but will be used because provides a fast and practice work. In this scenery the goals that work was to do a analysis from the second part of the rules ABNT NBR 16868-2-2020- Structural masonry second part. Execution and control of works. According to analysis is right what the creation the new rules have significant changes, cleaning doubts and validating specific procedures for the execution of the work.

Keywords: Structural masonry. ABNT NBR 16868-2:2020. Constructive system.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Normas Brasileiras

ABNT NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos

ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

ABNT NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos

ABNT NBR 7175: Cal hidratada para argamassas – Requisitos

ABNT NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação

ABNT NBR 7480: Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos

ABNT NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio

ABNT NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento

ABNT NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

ABNT NBR 15270-1: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos

ABNT NBR 15270-2: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios

ABNT NBR 15812-2: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras

ABNT NBR 15961-2: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras

ABNT NBR 16300: Galvanização por imersão a quente de barras de aço para armadura de concreto armado – Requisitos e métodos de ensaio

ABNT NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos

ABNT NBR 16868-1: Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto

ABNT NBR 16868-2: Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras

ABNT NBR 16868-3: Alvenaria estrutural Parte 3: Métodos de ensaio

ABNT NBR 11768-1: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: Requisitos

ABNT NBR 11768-2: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 2: Ensaio de desempenho

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PIRÂMIDES DE GUIZÉ	14
FIGURA 2 – COLISEU DE ROMA - ITÁLIA.	15
FIGURA 3 – CATEDRAL DE REIMS - FRANÇA.....	16
FIGURA 4 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL PARQUE DA LAPA.	17
FIGURA 5 – QUADRÍCULA MODULAR 1M/ 2M/ 3M.....	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMBINAÇÃO DE PEÇAS MODULARES – FAMÍLIA DE 20 E 40.19

TABELA 2 – COMBINAÇÃO DE PEÇAS MODULARES – FAMÍLIA DE 15 E 3020

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Aspectos históricos e desenvolvimento do sistema	14
3.1.1	Pirâmides de Guizé – Egito	14
3.1.2	Coliseo – Itália	15
3.1.3	Catedral de Reims – França	16
3.1.4	Primeiros edifícios residenciais em alvenaria estrutural – Brasil	17
3.2	Coordenação modular	18
3.2.1	Combinações de peças e suas dimensões modulares	19
3.3	ABNT NBR 16868-2:2020	21
3.3.1	Requisitos gerais de controle	21
3.3.2	Materiais e componentes	22
3.3.3	Recebimento e armazenamento dos materiais e componentes	23
3.3.4	Produção da argamassa de assentamento e do graute	26
3.3.5	Controle da resistência dos materiais, componentes e das alvenarias à compressão axial	28
3.3.6	Produção da alvenaria	30
4	METODOLOGIA	32
5	DISCUSSÕES	33
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem apresentando constantes mudanças, cujo os motivos podem estar relacionados à: expansão do mercado, surgimento de novas técnicas e a necessidade de otimização das mesmas. Para conseguir adaptar e acompanhar tais mudanças, cabe aos profissionais da construção civil, a aplicação de métodos mais eficientes para a execução segura e ágil da obra.

Para que isso ocorra existe um trabalho especializado, que envolve estudos, pesquisas, projetos, gerenciamento, orçamentos e qualificação dos profissionais envolvidos. Dentre esses estudos, um muito relevante é a definição do sistema construtivo a ser adotado para a execução da obra. É importante ressaltar que cada método possui suas vantagens, desvantagens e necessidades particulares para cada tipo de obra.

Para realização desse estudo foi escolhido o sistema construtivo de alvenaria estrutural. Este sistema quando bem planejado, utilizado e gerenciado é ideal para redução de tempo e custo de obra.

De acordo com Prudêncio, Oliveira e Pedin (2002), a alvenaria estrutural é a estrutura onde as paredes trabalham como elementos portantes unidos por argamassas colantes e compostos por alvenaria e são capazes de resistir outras além do próprio peso.

Além da escolha do sistema construtivo, optou-se também por realizar uma análise da norma ABNT NBR 16868-2:2020 – Alvenaria estrutural Parte 2: Execução de obras. Justifica-se a escolha devido a nova norma apresentar soluções específicas para algumas demandas técnicas que não existiam nas antigas normas. Além disso tal norma é de extrema importância pois substituiu e cancelou as normas anteriores que tratavam do sistema construtivo de alvenaria estrutural.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise sistemática da nova norma ABNT NBR 16868-2: 2020.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, têm-se:

- Conhecer os aspectos históricos e desenvolvimento do sistema de alvenaria estrutural.
- Avaliar a coordenação modular da alvenaria estrutural.
- Analisar a nova norma ABNT NBR 16868-2: 2020, execução e controle de obras.
- Constatar a viabilidade da alvenaria estrutural na construção civil demonstrando as principais vantagens e desvantagens.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos históricos e desenvolvimento do sistema.

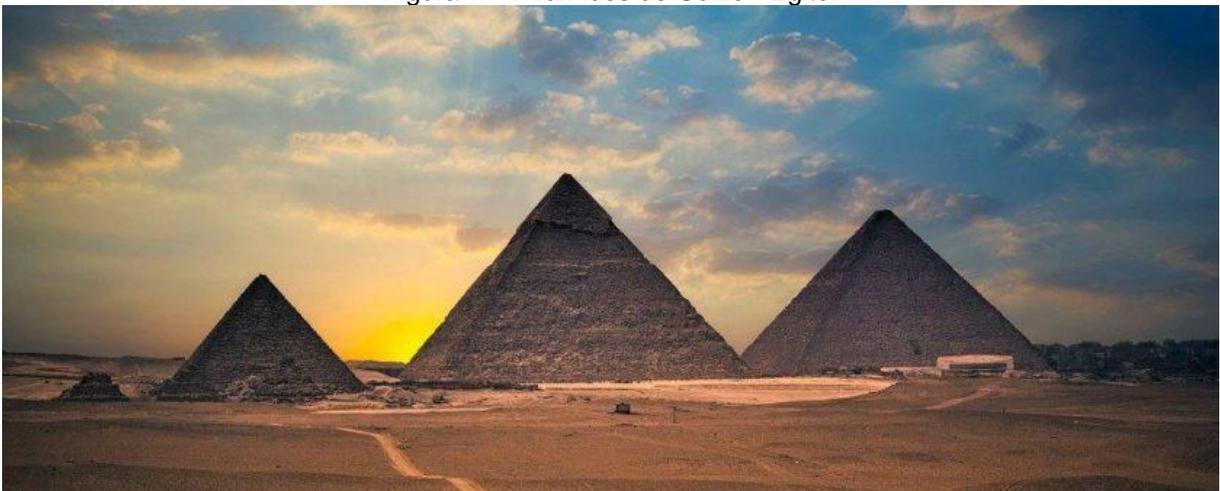
Sabe-se que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, tendo sido utilizado desde o início da atividade humana de executar estruturas para os mais variados fins. Com a utilização de blocos de diversos materiais, como argila, pedra e outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos e chegando até os dias atuais como verdadeiros monumentos de grande relevância histórica. Outras edificações não possuem tanta relevância histórica, porém, dentro do sistema construtivo estudado, se tornaram marcos a serem mencionados (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A seguir serão apresentadas algumas edificações que utilizaram a alvenaria estrutural como sistema construtivo. cujo o objetivo é apresentar a evolução do sistema, destacando seus aspectos estruturais.

3.1.1 Pirâmides de Guizé – Egito

As pirâmides de Guizé localizadas no Egito (Figura 1), trata-se de um conjunto de três grandes pirâmides, Quéfren, Queóps e Miquerinos. Construídas em blocos de pedra calcária que datam de aproximadamente 2600 anos antes de Cristo.

Figura 1 – Pirâmides de Guizé - Egito.



Fonte: Natasha Romanzoti, 2015.

A Grande Pirâmide, construída para túmulo do faraó Queóps, medindo 147 metros de altura e sua base é um quadrado de 230 metros de lado. Em sua construção foram utilizados milhares de blocos, com peso médio de 25 kN. Mostrando a capacidade dos faraós de mobilizarem verdadeiros exércitos de trabalhadores durante longos anos (RAMALHO; CORRÊA,2003).

Entretanto segundo os autores, as pirâmides não apresentavam inovações do ponto de vista estrutural, foram construídas com blocos sobrepostos criando o formato de pirâmide, que é sua principal característica.

3.1.2 Coliseu – Itália

Localizado em Roma, o Coliseu (Figura 2), é o maior e mais famoso símbolo do império romano, era um enorme anfiteatro, com capacidade para 50.000 pessoas, com mais de 500 metros de diâmetro e 50 metros de altura.

Figura 2 – Coliseu de Roma - Itália.



Fonte: Yuri Vasconcelos, 2020.

Construído por volta do ano 70 depois de Cristo. Possuía 80 portais, de forma que todas as pessoas que estivessem assistindo aos espetáculos pudessem entrar e sair com grande rapidez. Outra característica interessante, relacionada ao aspecto estrutural, é que os teatros romanos eram suportados por pórticos formados por

pilares e arcos. Esse sistema estrutural concedia uma maior liberdade em termos de localização, podendo estar situados até mesmo nos centros das grandes cidades (RAMALHO; CORRÊA,2003).

3.1.3 Catedral de Reims – França

Segundo Ramalho e Corrêa, (2003), a catedral de Reims (Figura 3), trata-se de um grande exemplo de catedral gótica. Construída entre 1211 e 1300 depois de Cristo, demonstra o aprimoramento da técnica do sistema construtivo.

Figura 3 – Catedral de Reims - França.



Fonte: Laura Prieto Fernández, 2012.

Conseguindo vãos relativamente amplos utilizando-se apenas estruturas comprimidas. As estruturas internas formadas por arcos que sustentam o teto sendo apoiados em pilares esbeltos, que, por sua vez, são contraventados adequadamente por arcos externos. As catedrais góticas em geral, podem ser citadas como os grandes

exemplos de alvenarias estruturais com interiores que conferem sensação de amplitude e grandeza.

Analisando estas edificações, percebe-se que os arquitetos e engenheiros da época inovaram o sistema estrutural construtivo, driblando as limitações de seu tempo. O que trouxe resultados surpreendentes.

3.1.4 Primeiros edifícios residenciais em alvenaria estrutural – Brasil

O sistema construtivo em alvenaria estrutural é utilizado no Brasil desde o período colonial. Porém a utilização da alvenaria com blocos estruturais, pode ser visto como um sistema construtivo mais detalhado e demorou a encontrar o seu espaço. A cronologia das edificações realizadas com blocos estruturais vazados é um pouco divergente, mas supõe-se que os primeiros edifícios construídos no Brasil tenham surgido em São Paulo no ano de 1966 (Figura 4). Sendo executados com blocos de concreto com apenas quatro pavimentos (RAMALHO; CORRÊA,2003).

Figura 4 – Edifício residencial parque lapa.



Fonte: RAMALHO; CORRÊA, 2003.

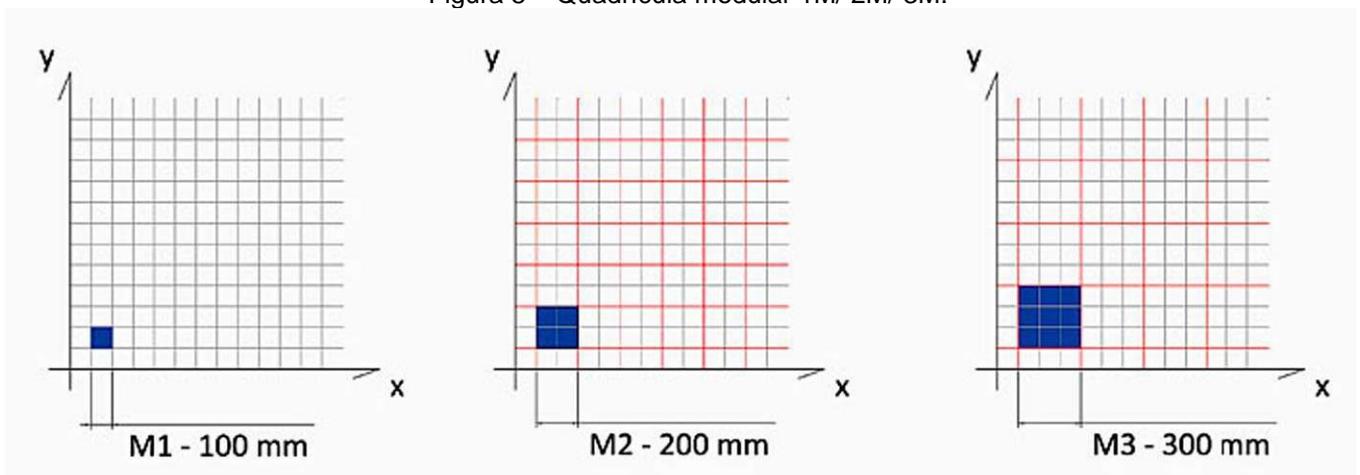
Edificações maiores foram construídas, também em São Paulo, em 1972, surge um condomínio residencial constituído por 12 blocos de 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto. Posteriormente, em 1977 surgem os primeiros edifícios em alvenaria estrutural não armada, constituído por 9 pavimentos. Que foram construídos utilizando blocos sílico-calcário com 24 centímetro de espessura (RAMALHO; CORRÊA,2003).

Analisando o contexto histórico supracitado pode se concluir que apesar da utilização da alvenaria estrutural em blocos ter demorado a cair no gosto dos brasileiros, se tornou um sistema consolidado no mercado, devido sua economia e tempo do processo construtivo.

3.2 Coordenação modular.

Entende-se que coordenar modularmente é organizar todas as peças e componentes existentes em uma edificação, afim de atender uma medida de base padrão. O modulo utilizado na maioria das literaturas sobre alvenaria estrutural é o $M=100$ mm, significando que M é a menor unidade de medida modular inteira da quadrícula de referência igual a 100×100 mm (Figura 5). Projetar de maneira modular possibilita uma organização perfeita dos espaços, além de compatibilizar os elementos construtivos com a flexibilidade exigida a proposta técnica do projeto de arquitetura (TAIUL; NESSE,2010).

Figura 5 – Quadrícula modular 1M/ 2M/ 3M.



Fonte: TAIUL; NESSE, 2010.

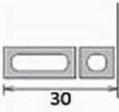
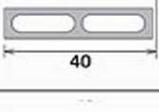
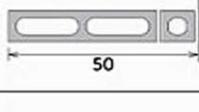
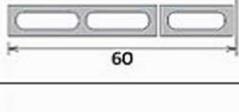
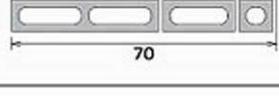
Segundo Taiul e Nesse, (2010), após a definição do módulo tendo como ponto de partida o bloco de concreto disponível no mercado, o processo de organização modular irá ocorrer de forma automática, assim todos os ambientes do projeto terão suas medidas múltiplas do módulo de referência adotado. Essa forma de projetar possui diversas vantagens, tais como: definições dos ambientes e das instalações, além de ser flexível caso houver alguma alteração de projeto, tanto no seu processo de desenvolvimento, quanto após a sua finalização.

3.2.1 Combinações de peças e suas dimensões modulares

Se tratando da Modulação de 20 (espessura de paredes 10/15/20 centímetros) pode se afirmar que:

Todas as dimensões de 1 centímetro referem-se aos ajustes de coordenação entre os componentes modulares, e a combinação abaixo demonstra as possibilidades de ajustes modulares para atender ao projeto de arquitetura e aos demais projetos de outras disciplinas. Caso seja necessário um ajuste menor que o módulo, é possível a utilização de peças chamadas compensadoras que são incrementos submodulares, no caso do bloco de concreto onde a medida modular é $M = 10\text{ cm}$, o incremento submodular terá sua medida igual a $M/2 = 5\text{ cm}$ ou $4\text{ cm} + 1\text{ cm}$ (ajuste de coordenação) (TAIUL; NESE,2010).

Tabela 1 – Combinação de peças modulares – família de 20 e 40.

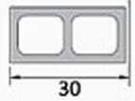
	Medida modular = 2M Medida de coordenação = 20 cm ou 19 cm + 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 3M Medida de coordenação = 30 cm ou 19 cm + 9 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 4M Medida de coordenação = 40 cm ou 39 cm + 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 5M Medida de coordenação = 50 cm ou 39 cm + 9 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 6M Medida de coordenação = 60 cm ou 39 cm + 19 cm + 2 x 1 cm (ajuste de coordenação)
	Medida modular = 7M Medida de coordenação = 70 cm ou 39 cm + 19 cm + 9 cm componente modular + 3 x 1 cm (ajuste de coordenação)

Fonte: TAIUL; NESE, 2010.

De acordo com Taiul e Nesse, (2010), na Tabela 1 aborda-se os seguintes pontos:

- As dimensões de 1 centímetro fazem referência aos ajustes de coordenação entre os componentes modulares.
- Tais combinações descritas a cima, retratam as diversas possibilidades de ajustes modulares, que atendem tanto aos projetos de arquitetura quanto aos demais projetos de outras disciplinas.
- Caso houver necessidade de realizar um ajuste menor que o módulo, pode se utilizar as peças chamadas compensadoras que são incrementos submodulares.
- No bloco de concreto, em que a medida modular é $M = 10$ centímetros. O incremento submodular terá sua medida modular igual a $M/2 = 5$ centímetros ou 4 centímetros + 1 centímetro para ajuste de coordenação.

Tabela 2 – Combinação de peças modulares – família de 15 e 30.

	Medida modular = $1M$ e $1/2M$ Medida de coordenação = 15 cm ou 14 cm + <u>1 cm (ajuste de coordenação)</u>
	Medida modular = $3M$ Medida de coordenação = 30 cm ou 29 cm + <u>1 cm (ajuste de coordenação)</u>
	Medida modular = 4 e $1/2M$ Medida de coordenação = 45 cm ou 44 cm + <u>1 cm (ajuste de coordenação)</u>

Fonte: TAIUL; NESE. Alvenaria estrutural, 2010.

Se tratando da Modulação de 30 (espessura de paredes de 15 centímetros) apresentada na Tabela 2, conclui se que:

As combinações apresentadas possibilitam atender a uma grande variedade de vãos modulares utilizando peças da mesma família de blocos de concreto. Devemos entender essas combinações como sendo o ajuste necessário para que as medidas internas do ambiente sejam respeitadas conforme a planta de prefeitura Vale lembrar que as peças compensadoras, como o próprio nome diz, servem para compensar, complementar ou ajustar espaços e vãos com dimensões fora da modulação múltipla do M10, ou seja, compensadores são peças complementares ou de encaixe para projetos que não nasceram modulados ou projetos que não foram desenvolvidos dentro da quadrícula modular de referência (TAIUL; NESSE,2010).

A Modulação vertical em blocos de concreto de acordo com a norma de coordenação modular e a norma de especificação de blocos de concreto ABNT NBR 6136. A modulação vertical é o multimódulo 2M (20 centímetros), (TAIUL; NESSE,2010).

3.3 ABNT NBR 16868-2:2020.

Neste subcapítulo descreve-se fielmente a norma ABNT NBR 16868-2:2020 Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras. Para posteriormente realizar-se a discussão a respeito da mesma no capítulo 5. Esta norma se faz de suma importância para entendimento do sistema construtivo, pois substituiu as normas que eram utilizadas anteriormente, sendo elas ABNT NBR 15812-2:2010 e ABNT NBR 15961-2:2011. Esta parte da norma estabelece os requisitos para execução e controle de obras de alvenaria estrutural.

3.3.1 Requisitos gerais de controle

Segundo definição da ABNT NBR 16868-2:2020 os requisitos gerais de controle são divididos em dois tópicos, sendo eles: planejamento de controle e procedimentos de controle.

Planejamento de controle: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o controle da execução da alvenaria estrutural deve ser planejado, levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- Atendimento a um projeto estrutural elaborado conforme a ABNT NBR 16868-1 e devidamente compatibilizado com os projetos das demais especialidades técnicas;
- Determinação dos responsáveis pela execução do controle e circulação das informações;
- Determinação dos responsáveis pelo tratamento e resolução das não conformidades;
- Definição da forma de registro e arquivamento das informações;
- Estabelecimento de procedimentos específicos para o controle dos materiais e componentes, do processo de execução da alvenaria e para a sua aceitação.

Procedimentos de controle: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que os procedimentos devem contemplar:

- Controle dos materiais, componentes e alvenaria, considerando:
 - Especificações dos materiais e componentes;
 - Recebimento e armazenamentos dos materiais e componentes;
 - Controle de produção da argamassa de assentamento e do graute;
 - Caracterização prévia dos materiais, componentes e da alvenaria;
 - Controle sistemático dos blocos ou tijolos, quando aplicável;
 - Controle sistemático da argamassa e do graute;
 - Controle sistemático da resistência do prisma, quando aplicável.
- Controle do processo de execução da alvenaria, considerando:
 - Locação das paredes;
 - Elevação das paredes;
 - Grauteamento.
- Aceitação da alvenaria.

3.3.2 Materiais e componentes

Segundo definição da ABNT NBR 16868-2:2020 os materiais e componentes são divididos em Quatro tópicos, sendo eles: bloco ou tijolo, argamassa de assentamento, graute e aço para as armaduras.

Bloco ou tijolo: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que os blocos ou tijolos devem atender integralmente às especificações das ABNT NBR 6136, ABNT NBR 15270-1 além das resistências e outras especificações do projeto estrutural.

Argamassa de assentamento: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que a argamassa deve atender integralmente às especificações da ABNT NBR 13279, além da resistência e outras especificações do projeto estrutural. O ensaio de resistência à compressão deve ser realizado conforme a ABNT NBR 13279. A aderência da argamassa com o bloco ou tijolo deve ser determinada pelos ensaios de resistência de tração na flexão do prisma, conforme a ABNT NBR 16868-3. Esses procedimentos devem ser atendidos tanto pelas argamassas preparadas em obra quanto pelas industrializadas.

No caso das argamassas preparadas em obra, que utilizem os materiais listados abaixo, as seguintes normas devem ser atendidas nas suas especificações:

- Cimento: ABNT NBR 16697;
- Cal: ABNT NBR 7175;

- Areia: ABNT NBR 7211.

Graute: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o graute deve atender às especificações do projeto estrutural. A resistência à compressão do graute deve assegurar que a resistência do prisma grauteado atinja a especificada pelo projetista. O graute deve ser ensaiado quanto à resistência à compressão, conforme a ABNT NBR 5739. O graute deve ter características no estado fresco que garantam o completo preenchimento dos furos e não pode apresentar retração que provoque o seu descolamento das paredes dos blocos.

A critério do projetista, pode-se empregar argamassa de assentamento utilizada na obra para preenchimento dos vazados, em elementos de alvenaria não armados e sem qualquer tipo de armadura, seja construtiva ou dimensionada, e desde que os ensaios do prisma apresentem os resultados especificados pelo projetista. No caso dos grautes preparados em obra, que utilizem os materiais listados abaixo, as seguintes normas devem ser atendidas nas suas especificações:

- Cimento: ABNT NBR 16697;
- Cal: ABNT NBR 7175;
- Areia: ABNT NBR 7211;
- Aditivos: ABNT NBR 1768-1 e ABNT NBR 1768-2.

Aço para as armaduras: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o aço utilizado na estrutura de alvenaria deve atender à ABNT NBR 7480. As armaduras imersas em juntas de argamassa devem ser de aço galvanizado ou de metal resistente à corrosão, exceto no caso de elementos construídos em regiões da classe I de agressividade ambiental, conforme definido na ABNT NBR 6118. No caso da utilização de armaduras galvanizadas, estas devem atender ao especificado na ABNT NBR 16300.

3.3.3 Recebimento e armazenamento dos materiais e componentes

Segundo definição da ABNT NBR 16868-2:2020 o recebimento e armazenamento dos materiais e componentes são divididos em Seis tópicos, sendo eles: disposições gerais, blocos e tijolos, argamassa e graute, aço para armaduras, aditivos, concreto estrutural.

Disposições Gerais: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que todos os materiais e componentes devem ser inspecionados no recebimento, de forma a detectar não conformidades. Os materiais e componentes devem ser armazenados

de forma que permita a sua reinspeção a qualquer momento e sejam identificados conforme o controle a ser realizado. No caso de materiais com prazo de validade (argamassa e graute industrializados), deve-se atentar para que o seu armazenamento permita a utilização daqueles com o prazo mais próxima de expirar.

Blocos ou Tijolos: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o recebimento dos blocos ou tijolos deve atender às ABNT NBR 6136 e ABNT NBR 15270-1. O Armazenamento dos blocos ou tijolos devem ser descarregados em uma superfície plana e nivelada que assegure a estabilidade da pilha. Deve haver indicação das resistências, identificando o número do lote de obra. Recomenda-se a identificação física dos blocos ou tijolos, incluindo a classe de resistência e o local de sua aplicação.

Os blocos ou tijolos devem ser armazenados sobre lajes devidamente cimbradas ou sobre o solo, desde que seja evitada a contaminação direta ou indireta por ação da capilaridade da água. Os blocos ou tijolos devem ser protegidos da chuva e de outros agentes que possam prejudicar o desempenho da alvenaria.

Argamassa e Graute: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que a argamassa e graute não industrializados no momento do recebimento e no armazenamento dos insumos, devem-se tomar as seguintes medidas:

- Assegurar que a cal e o cimento atendam, respectivamente, às ABNT NBR 7175 e ABNT NBR 16697;
- Verificar se o cimento e a cal estão dentro do prazo de validade e acondicionados em sacos secos e íntegros;
- Armazenar o cimento e a cal em espaços cobertos, de preferência com piso argamassado ou de concreto. Os produtos devem ser mantidos secos e protegidos da umidade do solo e não podem estar em contato com paredes, tetos e outros agentes que possam afetar as suas características. Devem ser armazenados sobre superfícies impermeáveis e protegidos da ação do tempo. Devem ser descartados se estiverem úmidos;
- Evitar o empilhamento de mais de dez sacos de cimento ou de cal. No caso específico de tempo de armazenamento de até 15 dias, as pilhas podem ser de até 15 sacos;

As argamassas e grautes industrializados a granel secos deve-se verificar na embalagem se a argamassa e o graute recebidos estão dentro do prazo de validade e em sacos secos e íntegros. A argamassa e o graute devem ser armazenados em espaços cobertos, de preferência em piso argamassado ou de concreto. Os produtos

devem ser mantidos secos e protegidos da umidade do solo e não podem estar em contato com paredes, tetos e outros agentes nocivos às suas qualidades. Devem ser armazenados sobre superfícies impermeáveis e protegidos da ação do tempo. Devem ser descartados se estiverem úmidos.

Em qualquer caso, produtos diferentes devem ser armazenados separadamente por lote e por tipo, impedindo misturas acidentais. A sequência de uso deve ser a mesma do recebimento, ou seja, produtos mais antigos devem ser utilizados em primeiro lugar. Pilhas de sacos de argamassa industrializada devem ter a altura recomendada pelo fabricante, desde que não ultrapassem dez sacos. Argamassas e grautes dosados em central, as especificações, os procedimentos de armazenamento, o prazo e a forma de utilização devem assegurar o atendimento aos requisitos desta norma ABNT NBR 16868-2:2020.

Aço para as armaduras: a ABNT NBR 16868-2:2020 diz que no momento do recebimento e no armazenamento do aço, devem-se tomar as seguintes medidas:

- Estar de acordo com a legislação vigente;
- Armazenar o aço de forma a manter inalteradas suas características geométricas e suas propriedades, desde o recebimento até o seu posicionamento final na estrutura;
- Armazenar por cada tipo e classe de aço especificado no projeto, identificando-os claramente logo após seu recebimento, de modo que não ocorra troca involuntária quando de seu posicionamento na estrutura;
- Impedir, durante o seu armazenamento, o contato com qualquer tipo de contaminante (solo, óleos, graxas, entre outros);
- Colocar as barras cortadas e dobradas em locais que impeçam a ocorrência de danos e deformações que possam prejudicar seu uso no local especificado.

No caso do emprego de barras de aço galvanizado nas juntas de assentamento, cuidados especiais precisam ser tomados no seu armazenamento e também em relação à sua movimentação no canteiro de obra, devendo atender a ABNT NBR 16300.

Aditivos: a ABNT NBR 16868-2:2020 diz que os aditivos devem ser armazenados nas embalagens fornecidas pelos fabricantes em locais secos, frescos e ao abrigo das intempéries. Devem atender aos requisitos das ABNT NBR 11768-1 e ABNT NBR 11768-2. Diferentes lotes devem ser identificados, armazenados isoladamente e empregados na ordem do recebimento.

Concreto estrutural: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o controle de recebimento de concretos de uso estrutural (utilizados em lajes, fundações, pilares e vigas etc.) deve ser feito de acordo com os procedimentos descritos na ABNT NBR 12655, inclusive a definição de lotes. Não é estabelecida, para a construção de edifícios em alvenaria estrutural, especificação adicional alguma para este controle de recebimento.

3.3.4 Produção da argamassa de assentamento e do graute

De acordo com a definição da ABNT NBR 16868-2:2020 a produção da argamassa de assentamento e do graute são divididos em dois tópicos, sendo eles: argamassa de assentamento, graute.

Argamassa de assentamento: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que a produção da argamassa deve ser acondicionada em recipiente metálico ou plástico que assegure a estanqueidade. O volume do recipiente deve ser tal que toda a argamassa seja consumida no prazo máximo de 2 horas e 30 minutos, exceto se houver uso de aditivos retardadores de pega. A trabalhabilidade da argamassa deve ser compatível com as características dos materiais constituintes da alvenaria e com os equipamentos a serem empregados na mistura, transporte e aplicação.

Durante o período de uso, a argamassa pode ter a consistência ajustada mediante a adição de água no máximo uma vez. Em climas quentes ou com ventos acentuados, é recomendável que a perda de água seja amenizada cobrindo-se o recipiente da argamassa. Dosagem: a proporção dos materiais deve ser conforme descrita a seguir:

- Cimento e cal hidratada: medidos em massa ou volume, com tolerância de 3% quando utilizados a granel; quando ensacados, pode ser considerado o peso nominal do saco;
- Agregados miúdos: medidos em massa ou volume, ambos com tolerância de 3 %;
- Água: medida em volume ou massa com tolerância de 3 %;
- Aditivo: medido em volume ou massa com tolerância de 5 %;
- Produtos a granel: medidos em massa ou volume com tolerância de 3 %. No caso de produtos úmidos, deve-se levar em conta a água presente neles.

Mistura: A argamassa deve ser misturada, com auxílio de misturador mecânico para argamassa. O misturador deve assegurar a mistura homogênea de todos os materiais. A mistura não pode ser realizada manualmente. A argamassa deve ser armazenada durante suas etapas de produção em locais limpos e secos. O tempo recomendado de mistura, em segundos, é de 240/d, 120/d, 60/d, conforme a posição do eixo do misturador, inclinado, horizontal e vertical, respectivamente, sendo d o diâmetro máximo em metros do misturador. Nos misturadores contínuos, as primeiras partes da produção devem ser descartadas até que se obtenha um produto continuamente homogêneo. Durante o transporte, a argamassa não pode sofrer perda de seus componentes ou segregação. Recomenda-se que seja remisturada manualmente no local de aplicação.

Graute: a ABNT NBR 16868-2:2020 diz que a produção do graute deve ser feita de modo a assegurar o valor característico especificado no projeto. São considerados estruturais e aplicáveis à alvenaria estrutural grautes com resistência a partir de 15 MPa (classe C15 e acima). A consistência do graute deve ser adequada para preencher todos os vazios sem que haja segregação. Caso seja utilizada cal, o teor não pode ser superior a 10 % em volume em relação ao cimento. Os agregados devem ter dimensão inferior a 1/4 da menor dimensão dos vazados a serem preenchidos.

Os aditivos devem estar de acordo com a das ABNT NBR 11768-1 e ABNT NBR 11768-2 para serem utilizados ou, na falta destas, apenas se suas propriedades tiverem sido verificadas experimentalmente. A dosagem deve considerar a absorção dos blocos e das juntas de argamassa, o que pode proporcionar uma redução na quantidade de água. Dosagem: A medida dos materiais deve ser feita conforme descrito a seguir:

- Cimento e cal hidratada: medidos em massa ou volume com tolerância de 3 % quando utilizado a granel; quando ensacado, pode ser considerado o peso nominal do saco;
- Agregados miúdos: medidos em massa ou volume, ambos com tolerância de 3 % e sempre considerando o inchamento por influência da umidade;
- Agregados graúdos: medidos em massa ou volume, ambos com tolerância de 3 %;
- Água: medida em volume ou massa com tolerância de 3 %;
- Aditivo: medido em volume ou massa com tolerância de 5 %;

➤ Produtos a granel: medidos em massa ou volume com tolerância de 3 %. No caso de produtos úmidos, deve-se levar em conta a água contida neles.

Mistura: A mistura dos materiais deve ser feita conforme descrito a seguir:

- O graute deve ser produzido com misturador mecânico;
- O tempo recomendado de mistura, em segundos, é de 240/d, 120/d, 60/d, conforme a posição do eixo do misturador, inclinado, horizontal e vertical, respectivamente, sendo do diâmetro máximo em metros;
- O graute deve ser utilizado dentro 2 horas e 30 minutos, contadas a partir da adição de água, a não ser que seja utilizado um aditivo retardador de pega, neste caso, devem ser seguidas as instruções do fabricante do aditivo;
- O graute deve ser transportado sem que haja segregação e perda de componentes, não sendo recomendado o uso de depósitos intermediários.

3.3.5 Controle da resistência dos materiais, componentes e das alvenarias à compressão axial

De acordo com a definição da ABNT NBR 16868-2:2020 o controle da resistência dos materiais, componentes e das alvenarias à compressão axial são divididos em dois tópicos, sendo eles: caracterização prévia dos materiais, componentes e da alvenaria e controle dos materiais, componentes e alvenaria em obra.

Caracterização prévia dos materiais, componentes e da alvenaria: a ABNT NBR 16868-2:2020 diz que antes do início da obra, deve ser feita a caracterização da resistência à compressão dos materiais, componentes e da alvenaria a serem utilizados na construção. Os blocos ou tijolos, argamassa e graute devem ser ensaiados. No caso de argamassa industrializada, o ensaio pode ser fornecido pelo fabricante, sendo aceitos resultados realizados com o mesmo tipo de bloco ou tijolo e argamassa.

A caracterização da alvenaria deve ser feita por meio de ensaios de prisma, ou pequena parede ou parede, executados com blocos ou tijolos, argamassas e grautes de mesma origem e iguais características dos que serão efetivamente utilizados na estrutura. Os ensaios dos elementos de alvenaria devem ser realizados de acordo com a ABNT NBR 16868-3. Para projetos em que há grauteamento para aumento de

resistência à compressão da alvenaria, o ensaio de elementos da alvenaria deve ser realizado em igual número e com corpos de prova completamente grauteados.

Controle dos materiais, componentes e alvenarias em obra: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que o controle dos blocos ou tijolos pela obra pode ser dispensado nas seguintes condições:

- Se os blocos ou tijolos possuem certificação de conformidade com as ABNT NBR 15270 e ABNT NBR 6136;
- Se o fbk for menor ou igual a 14 MPa;
- Se forem realizados ensaios de controle de prisma em todos pavimentos.

Quando alguma condição anterior não for atendida, devem ser controladas ao menos as dimensões e a resistência característica à compressão dos blocos ou tijolos.

Definição da amostra: O número de exemplares da amostra de cada lote é estabelecido pelas seguintes condições:

- Se todo o lote de obra for composto por blocos ou tijolos do mesmo lote de fábrica, o número mínimo de exemplares deve atender à ABNT NBR 6136 ou ABNT NBR 15270-1;
- O lote de obra for formado por mais de um lote de fábrica, o número mínimo de exemplares deve atender à ABNT NBR 6136 ou ABNT NBR 15270-1, e deve também ser assegurada a quantidade mínima de cinco exemplares por lote de fábrica na amostra.

A especificação dos blocos ou tijolos deve atender as ABNT NBR 6136 e ABNT NBR 15270-1 e os procedimentos de ensaio as ABNT NBR 12118 e ABNT NBR 15270-2. O lote de bloco ou tijolo é aceito se o valor da resistência à compressão característica da amostra ou contraprova for maior ou igual ao especificado no projeto, e se as suas dimensões estiverem de acordo com as ABNT NBR 6136 e ABNT NBR 15270-1.

Controle da produção de argamassa e graute: Devem ser controlados em obra ao menos a resistência característica à compressão do graute e a resistência à compressão média da argamassa. Não há a necessidade do controle da alvenaria por ensaio de prisma quando a resistência característica do prisma obtida no ensaio de caracterização, seja maior ou igual ao dobro da resistência característica especificada para o prisma no projeto

3.3.6 Produção da alvenaria

Segundo definição da ABNT NBR 16868-2:2020 para assegurar que a alvenaria seja construída conforme projetada, devem seguir os seguintes tópicos: requisitos, locação das paredes de alvenaria, elevação e respaldo das paredes de alvenaria.

Requisitos: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que antes do início da elevação, deve-se verificar:

- A locação, esquadros e nivelamento da base de assentamento da alvenaria conforme tolerâncias descritas nesta Seção ou especificadas no projeto;
- O posicionamento dos reforços metálicos e das tubulações de acordo com o projeto;
- A limpeza da laje, ou viga, sobre os quais a alvenaria é executada, quanto a materiais que possam prejudicar a aderência da argamassa entre o bloco ou tijolo e a laje, ou viga;
- A limpeza dos blocos ou tijolos e peças pré-fabricadas, que devem estar isentos de materiais que prejudiquem sua aplicação e desempenho.

Durante a elevação, deve-se assegurar que: os blocos e tijolos depois de assentados não sejam movidos da sua posição para não perder a aderência com a argamassa; as paredes de alvenaria sejam executadas apenas com blocos inteiros e seus complementos. Para serem utilizadas peças cortadas, pré-fabricadas ou pré-moldadas, estas devem estar previstas no projeto de produção e obtidas mediante condições controladas.

Locação das paredes de alvenaria: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que os eixos de referência das medidas que localizam as paredes, a cada pavimento, devem estar indicados no projeto. Tolerâncias da variação do nível da superfície de apoio da alvenaria não pode ultrapassar+ 10 mm em relação ao plano especificado. Espessura da junta horizontal da primeira fiada: Caso seja verificada a necessidade de espessura superior ao valor máximo, deve ser feito um nivelamento com material com a mesma resistência da laje ou da viga.

Elevação e respaldo das paredes de alvenaria: a ABNT NBR 16868-2:2020 afirma que são considerados essenciais para o desempenho da parede o cumprimento das tolerâncias de prumo (alinhamento vertical da parede), de nível (alinhamento horizontal da parede), a execução correta das espessuras das juntas de

argamassas de assentamento dos blocos e dos reforços na alvenaria especificados. Assentamento dos blocos e tijolos durante a elevação das paredes, os blocos ou tijolos devem ser assentados e alinhados segundo especificado em projeto e de forma a exigir o mínimo possível de ajuste.

Os blocos ou tijolos devem ser posicionados enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica e, em caso de necessidade de reacomodação do bloco ou tijolo, a argamassa deve ser removida e o componente deve ser assentado novamente de forma correta. Espessura das juntas horizontais e verticais devem ter espessuras de 10 mm, exceto se forem especificados valores diferentes no projeto. A variação máxima da espessura das juntas de argamassa deve ser de ± 3 mm.

Execução das juntas de argamassa e da fiada de respaldo: A junta vertical deve sempre ser preenchida. Para edifícios de até cinco pavimentos, o preenchimento da junta pode ser posterior à elevação total da parede. Esse deve ser feito com argamassa não retrátil após a construção da parede, utilizando bisnaga aplicada com compressão suficiente para assegurar largura mínima do filete de argamassa vertical. A argamassa não pode obstruir os vazios dos blocos ou tijolos e aquela retirada em excesso das juntas pode ser misturada novamente à argamassa fresca.

Prumo, nível e alinhamento dos elementos de alvenaria, o desaprumo e o desalinhamento máximo das paredes e pilares do pavimento não podem superar 10 mm, além de atender ao limite de 2 mm/m. A descontinuidade vertical de pilares e paredes de um pavimento para outro pode ser no máximo de 5 mm, no caso das alvenarias periféricas, a tolerância do desalinhamento em relação à laje é de 5 mm. O nível superior da fiada de respaldo deve ser tal que a variação do pé-direito final do pavimento não seja menor do que 5 mm ou maior do que 10 mm do pé-direito especificado em projeto.

Vigas, contravergas e cintas: As contravergas em vãos de janela e as vergas sobre vãos de porta e janela podem ser executadas com canaletas preenchidas com graute e armadura, peças moldadas no local ou peças pré-moldadas, conforme especificado no projeto. Em cada pavimento, preferencialmente na fiada de respaldo, deve ser executada uma cinta contínua, solidarizando todas as paredes. As armaduras devem ser colocadas de tal forma que se mantenham na posição especificada durante o grauteamento para garantir o cobrimento especificado em projeto conforme a ABNT NBR 16868-2:2020.

4 METODOLOGIA

O estudo proposto e realizado foi permeado pela revisão bibliográfica, com intuito de buscar informações acerca do tema, enfatizando os aspectos históricos e características do sistema construtivo. Também foi realizada uma análise da norma ABNT NBR 16868-2:2020 afim de esclarecer como o processo de execução e controle de obras em alvenaria estrutural e realizado na atualidade.

Desse modo, através da metodologia estabelecida foi possível promover a devida discussão referente aos objetivos de estudo propostos no presente trabalho. As informações coletadas e analisadas têm o objetivo de possibilitar o desenvolvimento de novos estudos.

5 DISCUSSÕES

Fazendo uma análise dos aspectos históricos e de desenvolvimento do sistema construtivo, notasse que a evolução foi fundamental para os dias atuais. Iniciando com um método simples, mas bem audacioso para época, que foi o de sobreposição de blocos de pedras calcárias na construção das pirâmides de Gizé no Egito. Que necessitavam de milhares de operários para a construção das edificações, a montagem das estruturas era feita de forma manual e os blocos de pedra pesavam várias toneladas. Fazendo com que a edificação demorasse séculos para ficarem prontas.

Com o passar dos séculos e o aprimoramento das construtivas, começaram a surgir construções de grande imponência nas antigas civilizações, o Coliseu de Roma pode ser considerado uma inovação da época. Pois foi construído em terreno com desníveis naturais, construção que ainda não existiam, isto foi possível porque se utilizou pórticos com pilares e arcos estruturais para aproveitar os desníveis, fazendo com que portais sobrepostos facilitassem a entrada locomoção de milhares de pessoas que frequentavam o anfiteatro.

A arquitetura religiosa se fez de suma importância para evolução da construção civil, tanto no método quanto no uso dos materiais. A catedral de Reims é um sinônimo disso, com suas estruturas ousadas que remetiam sensações de grandeza e amplitude. Utilizou-se de pilares estruturais longos e contraventados para suportar a o peso da cobertura que eram de abobadas comprimidas.

No Brasil a registros da utilização do sistema construtivo em alvenaria deste a época colonial, porem um sistema mais elaborado só surgiu na década de 60, onde se iniciou as construções dos primeiros edifícios verticais da época, sendo eles feitos por blocos de concreto e tendo até quatro pavimentos. Mas posteriormente com a evolução dos materiais começaram a surgir grandes edificações de alvenaria estrutural.

Atualmente o sistema de alvenaria estrutural é bastante utilizado para fins residenciais e comerciais, pois se trata de um método econômico, prático e rápido perante de outros métodos. Para conseguir tais resultados se faz necessário ter um bom planejamento projetual e gerenciamento de obra, utilizando bons materiais e mão de obra qualificada visando a melhor execução do sistema devido as suas particularidades e técnicas.

Para a realização da construção de alvenaria de blocos estruturais é necessário ter uma coordenação modular. Esta pode ser entendida como uma organizadora de espaços, que permite relacionar as medidas do projeto com as medidas da produção industrial, fazendo com que a montagem da edificação se faça exata, com objetivo de facilitar a compatibilização de medidas, dessa maneira a combinação de componentes construtivos fica mais flexível apesar de ter diversas origens. Além de poder proporcionar alterações durante o percurso de execução.

Analisando as combinações de peças e dimensões modulares referente a blocos de concreto, verificasse que existem dois tipos de modulações, sendo elas: a modulação de 20 e a modulação de 30. Elas têm o objetivo de atender diferentes formas de projetos, não se limitando a um projeto padrão. Pois com estes tipos de modulações podemos alcançar medidas exatas, evitando erros na execução e na finalização.

No ano de 2020, as normas que eram usadas como base para realização da alvenaria estrutural, foram canceladas e substituídas pela nova norma **ABNT NBR 16868:2020 – Alvenaria estrutural**, que foi dividida em três partes, sendo elas:

- NBR 16868-1: Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto;
- NBR 16868-2: Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras;
- NBR 16868-3: Alvenaria estrutural Parte 3: Métodos de ensaio.

A atualização da norma ocorreu basicamente pela necessidade do setor da construção civil em ter normas regulamentadoras específicas para alvenaria estrutural, o que não ocorria anteriormente, além disso o objetivo também é facilitar e garantir de forma adequada a execução no canteiro de obras.

A análise deste trabalho enfatizou especificamente a segunda parte da norma que é **ABNT NBR 16868-2:2020 – Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras**. Que traz o esclarecimento de como proceder com a execução e controle no canteiro de obras deste tipo de sistema construtivo. Que ao longo deste capítulo iremos dissertar os principais entendimentos dos tópicos existentes na norma regulamentadora acima citada. A norma tem como tópico os requisitos gerais de controle que aborda como deve ser planejado o controle da execução da alvenaria estrutural. Apontando como o responsável técnico deve atender os aspectos da norma, dentre eles: o atendimento ao projeto de estruturas compatibilizado com os demais projetos complementares, como determinar e definir os responsáveis pela forma de registros das informações. Estabelecer execução e controle de

procedimentos a serem seguidos para obter um controle de forma assegurada na obra, visando controlar os materiais e componentes de todo o processo construtivo.

Seguindo para o tópico de materiais e componentes, se faz normatizado como deve se proceder e utilizar os materiais e componentes de forma correta atendendo as exigências de suas normas específicas, dentre eles: os blocos ou tijolos, argamassa de assentamento, graute e aço para as armaduras. Sendo que todos eles têm suas especificações detalhada em norma, para o uso e emprego corretamente no processo construtivo. Este tópico se faz necessário para esclarecer todos os materiais a serem utilizados em uma obra de alvenaria estrutural.

A norma também aborda o tópico de recebimento e armazenamento dos materiais e componentes, que se torna fundamental para fazer a inspeção dos mesmos em seu recebimento e armazenamento em obra, afim de detectar as não conformidades. Trazendo de forma específica como cada material deve ser armazenado e identificado. Facilitando o controle e gerenciamento logístico para o uso e emprego de cada um na execução da obra.

Já no tópico de produção da argamassa de assentamento e do graute, a norma traz o processo de manuseio e produção de cada um. Especificando o modo de preparo, as medidas, os componentes, os tipos de agregados e os prazos de consumação de cada um. Fazendo com que eles não percam a trabalhabilidade dentro da obra, após serem preparados. Esse tópico auxilia muito para que não haja perda significativa destes materiais na execução de obra, pois ele reforça o tempo de consumo de cada um. Facilitando no planejamento da execução diária.

Também se faz presente o tópico de controle da resistência dos materiais, componentes e das alvenarias à compressão axial, que retrata quais os procedimentos devem ser seguidos para uma boa execução de obra. Sendo feitos ensaios de corpos de prova para ter resultados das resistências de cada material quando não vierem especificações do fabricante. Este processo é de suma importância para avaliar se os materiais utilizados estão de acordo com as normas regulamentadoras específicas e se resistirão ao longo de sua vida útil.

A norma finaliza com o tópico de produção da alvenaria, este fundamental para se ter uma execução sem perdas significantes. Estabelecendo que se utilize da norma regulamentadora específica para assegurar que a execução da alvenaria seja conforme foi projetada. Focando em medidas, formas e métodos de produção da alvenaria estrutural como um todo.

6 CONCLUSÃO

Atualmente, a alvenaria estrutural vem ocupando lugar de destaque na construção civil brasileira. Percebe-se que o atual nível de desenvolvimento de tal sistema é fruto de uma evolução que iniciou no país na década de 60, quando os primeiros edifícios foram executados, evoluindo através de pesquisas nas décadas de 70 e 80, acentuando na década de 90, quando ocorreu no Brasil o início de um crescimento da assimilação do sistema construtivo até a sua condição atual.

Através da realização do presente trabalho acerca do sistema construtivo de alvenaria estrutural fazendo uma análise técnica da norma ABNT NBR 16868-2:2020 – Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras. Percebe-se que a alvenaria estrutural para ser utilizada de forma conceitual e projetual é preciso ter conhecimento das diretrizes, métodos e das normas regulamentadoras para exercer uma execução perfeita do sistema construtivo.

Os temas abordados na norma fazem com que os profissionais da área de construção civil, realize obras de forma correta com economia de tempo e custo, fazendo uma execução de excelência. Além disso, esse sistema construtivo proporciona um controle em todas as etapas da construção, seguindo as normativas consegue-se obter um bom gerenciamento, otimização e organização do canteiro, evitando assim desperdício de materiais e de mão de obra.

Por fim através das discussões apresentadas pode-se concluir que a alvenaria estrutural é um sistema simples de execução quando utilizado. Possui poucos pontos negativos, porém, nada que não seja passível de progresso através de um trabalho de monitoramento contínuo pautando-se no planejamento de todas as ações e da prática das mesmas. Dessa forma é possível obter uma execução de qualidade, tornando este método mais acessível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Elaine *et al.* **Avaliação e Proposta de Melhoria dos Projetos Arquitetônico e Estrutural de Habitação de Interesse Social em Alvenaria Estrutural – Estudo de Caso.** São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-1: **Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-2: **Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-3: **Alvenaria estrutural Parte 3: Métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro, 2006.

Banco de Obras (2013). **Sistemas Construtivos: Alvenaria Estrutural.** Disponível em:<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural/>.

CAMACHO, J.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, São Paulo, 2006.

CAMPOS, I.M. (2012) **O que é alvenaria estrutural?** Disponível em:<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=40>.

CAVALHEIRO, O. P. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual.** Santa Maria. SILVA, A.S. A Evolução dos Edifícios em Alvenaria Auto-Portante. 14f. Seminário, Departamento de Estruturas e Fundação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2009).

IZQUIERDO, OS (2015). **Estudo da interface bloco/graute em elementos de alvenaria estrutural**.290f. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos,2015.

PRUDÊNCIO JUNIOR, L. R; OLIVEIRA, A.L; BEDIN, C.A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: Pallotti,2002.

SILVA, Moema Ribas. **Materiais de construção**. Ed. Pini, São Paulo, 1985.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Marcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ed. Pini, São Paulo, 2003.

TAIUL, Carlos Alberto.; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria estrutural**. Ed. Pini, São Paulo, 2010.

TAIUL, Carlos Alberto.; VIEIRA, Glécia R. S. **Manual de desempenho- Alvenaria com blocos de concreto**. Ed. Pini, São Paulo, 2016.