

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO PATROCÍNIO
Graduação em Engenharia Civil

**A IMPORTÂNCIA DOS CONTROLES TECNOLÓGICOS PARA A
PREVENÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO**

Victor Humberto Pereira Alves

PATROCÍNIO - MG
2018

VICTOR HUMBERTO PEREIRA ALVES

**A IMPORTÂNCIA DOS CONTROLES TECNOLÓGICOS PARA A
PREVENÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do grau
de Bacharelado em Engenharia Civil, pelo
Centro Universitário do Cerrado Patrocínio.

Orientadora: Prof^ª. Esp. Priscilla Assis
Mendonça.

**PATROCÍNIO - MG
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

624
A477i

Humberto, Victor Pereira Alves.

A importância dos controles tecnológicos para prevenção de manifestações patológicas em alvenaria estrutural com blocos de concreto /Victor Humberto Pereira Alves. – Patrocínio: Centro Universitário do Cerrado, 2018.

Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário do Cerrado Patrocínio. Curso de Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Esp. Priscilla Assis Mendonça.

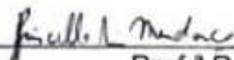
1. Controles tecnológicos. Alvenaria estrutural com blocos de concreto.

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

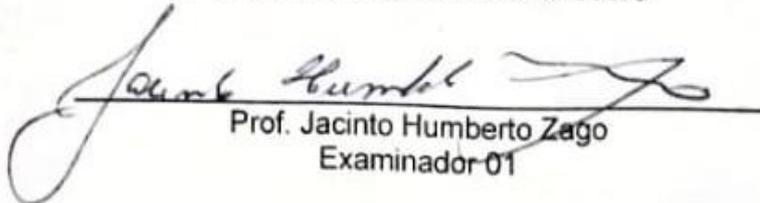
Aos 6 dias do mês de dezembro de 2018, às 19:50 horas, em sessão pública na sala 701-06 deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Priscilla Assis Mendonça e composta pelos examinadores:

1. Prof. Jacinto Humberto Zago
2. Prof. Me. Goubyan Borges Guimarães,

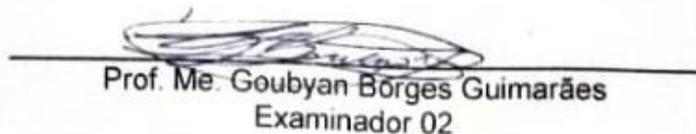
o aluno Victor Humberto Pereira Alves apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: A importância dos controles tecnológicos para a prevenção de manifestações patológicas em alvenaria estrutural com blocos de concreto como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Engenharia Civil. Após reunião em sessão reservada, os professores decidiram da seguinte forma: O Avaliador 01 decidiu pela Aprovação o Avaliador 02 decidiu pela Aprovação, sendo resultado final da Banca Examinadora, a decisão final pela Aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.



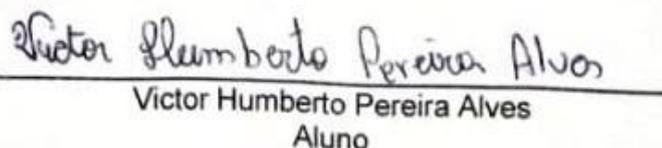
Prof.^a Priscilla Assis Mendonça
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Jacinto Humberto Zago
Examinador 01



Prof. Me. Goubyan Borges Guimarães
Examinador 02



Victor Humberto Pereira Alves
Aluno

DEDICO este trabalho primeiramente a Deus, no qual, em toda sua glória me manteve de pé, e me permitiu chegar até aqui. A minha família, que não se poupou em acreditar e me motivar a sempre seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que tem feito em minha vida, se cheguei até aqui, foi por que a sua destra forte me sustentou, porque tão encarecidamente me amou antes mesmo da fundação do mundo e esquadrinhou os meus caminhos tão perfeitamente para que me guiaste rumo a vitória.

A minha mãe Geralda Garcia Rosa, que nunca poupou uma só gota de suor para me proporcionar um futuro digno, por ter acreditado e me motivado a sonhar com uma graduação tão desejada como esta. Por me dar o privilégio de ser educado por esta mulher tão rica em sabedoria e amor, tornando-me o homem que hoje sou.

Ao meu irmão Vinícius Garcia Alves, que nunca me negou nada, quando mais precisei, ele estava lá para me colocar em pé, agradeço a motivação que me deu, por acreditar em mim e nunca esconder seus olhos perante aos meus esforços.

A minha namorada Fabiola Miranda, por estar comigo em todos os momentos desta trajetória que percorremos juntos, por nunca medir esforços para me motivar, ajudar e principalmente me amar. Por segurar minha mão até o fim, por acreditar nos meus esforços e se orgulhar de mim.

E pôr fim aos demais amigos, e pessoas que estiveram ao meu lado me motivando, a prosseguir até o fim e conquistar esta vitória.

Se subir ao céu, tu aí estás; se fizer no Seol a minha cama, eis que tu ali estás também. Se tomar as asas da alva e habitar nas extremidades do mar, até ali a tua mão, ó Senhor, me guiará e a tua destra me susterá.
(Salmo 139)

RESUMO

Introdução: A alvenaria estrutural é uma tecnologia construtiva milenar, mas também atual, muito utilizada nas estruturas autoportantes, nas quais não se utilizam vigas e pilares, o que proporciona economia, agilidade e trabalhabilidade no momento da execução. A tecnologia alvenaria estrutural é composta por diferentes tipos de blocos, dos quais se destacam os de concreto, cerâmico e sílico-calcário, bem como de outros elementos construtivos, como a argamassa de assentamento, graute, armaduras etc. Estes materiais precisam estar em conformidade com as normas técnicas e com o projeto estrutural, para que seja possível alcançar os requisitos de qualidade exigidos em uma obra. Neste contexto, os blocos estruturais industrializados, devem passar por controles tecnológicos rigorosos no momento em que o material chega à obra, afim de assegurar a qualidade das unidades. Desta forma, torna-se possível evitar manifestações patológicas na edificação por falhas de fabricação dos blocos estruturais industrializados. **Objetivo:** O presente trabalho possui como objetivo a análise dos controles tecnológicos abordados pela ABNT NBR 12.118/2013, além dos requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, para blocos de concreto destinados ao uso em alvenaria estrutural. Bem como das manifestações patológicas que tais avaliações podem evitar na edificação. **Material e Métodos:** O presente estudo foi desenvolvido a partir da pesquisa bibliográfica básica, qualitativa, onde foram pesquisados livros, internet, revistas, acervos, artigos, que abordam o tema das manifestações patológicas em alvenaria estrutural em blocos de concreto, por falta de controle tecnológico. **Resultados:** O presente estudo analisa os controles tecnológicos exigidos pela ABNT NBR 12.118/2013 e apresenta as manifestações patológicas que cada avaliação pode evitar, de forma a enfatizar a importância destes ensaios nas unidades de concreto, que é o foco deste trabalho. Será abordado os requisitos exigidos pela ABNT NBR 6136/2016, para que seja possível comprovar a conformidades dos blocos de concreto, em relação a norma e o projeto estrutural. **Conclusão:** Mediante os controles tecnológicos analisados, bem como das manifestações patológicas apresentadas, torna-se possível constatar a relevância de tais avaliações laboratoriais, uma vez que elas podem identificar um lote de blocos deficientes, evitando que os mesmos sejam alocados na edificação garantindo o não surgimento de anomalias por falhas de fabricação destes elementos construtivos.

Palavras-chave: Blocos estruturais de concreto. Alvenaria estrutural. Controles tecnológicos.

LISTA DE FIGURAS

Figura - 1	Bloco de concreto, cerâmica e sílico-calcário.....	23
Figura - 2	Raio de mísulas de acomodação.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para análise dimensional, quanto as verificações de comprimento, largura e altura das unidades de concreto.....	27
Tabela - 2	Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para análise dimensional, quanto as verificações das espessuras de paredes das unidades de concreto.....	28
Tabela - 3	Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para taxas máximas permitidas de absorção.....	32
Tabela - 4	Requisitos para resistência característica a compressão axial.....	35
Tabela - 5	Número mínimo de corpos de prova destinados ao ensaio de compressão axial.....	36
Tabela - 6	Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, em relação a retração linear por secagem.....	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
BlocoBrasil	Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto;
CaO	Óxido de cálcio;
cm	Centímetros;
cm ³	Centímetros cúbicos;
EUA	Estados Unidos da América;
fbk	Resistencia característica a compressão axial;
g	Gramas;
G	Media do comprimento das bases de medidas;
h	Altura média do corpo de prova;
L	Varição média das dimensões do corpo de prova;
Mpa	Megapascal;
MG	Minas Gerais;
m	Metros;
mm	Milímetros;
mm ²	Milímetros quadrados;
M	Massa;
M1	Massa seca;
M2	Massa saturada;
M3	Massa aparente;
NBR	Norma Brasileira;
N	Newtons;
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil;
sd	Valor do desvio-padrão;
°C	Grau Celsius;
γ	Peso específico;

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	OBJETIVO	17
2.1.	Objetivo Geral.....	17
2.2.	Objetivo Específico.....	17
3.	DESENVOLVIMENTO	18
3.1.	INTRODUÇÃO	19
3.2.	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.3.	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.3.1.	Alvenaria estrutural e suas características gerais.....	21
3.3.1.1.	Alvenarias.....	21
3.3.1.2.	Tipos de alvenarias quanto a função.....	21
3.3.1.3.	Alvenaria estrutural ao longo dos tempos.....	22
3.3.1.4.	Composição da alvenaria estrutural.....	22
3.3.1.5.	Blocos estruturais e suas tipologias.....	22
3.3.1.6.	Argamassa de assentamento.....	24
3.3.1.7.	Graute.....	24
3.3.1.8.	Armaduras.....	25
3.3.1.9.	Elementos pré-fabricados.....	25
3.3.1.10.	Controles tecnológicos	25
3.4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.4.1.	Controles tecnológicos de blocos de concreto.....	26
3.4.1.1.	Análise dimensional.....	26
3.4.1.1.1.	Método de ensaio e requisitos.....	26
3.4.1.1.1.1.	Comprimento, largura e altura.....	26
3.4.1.1.1.2.	Espessura de paredes.....	27
3.4.1.1.1.3.	Dimensões dos furos	28
3.4.1.1.1.4.	Raio de mísulas de acomodação.....	29
3.4.1.1.2.	Manifestações patológicas.....	29
3.4.1.2.	Absorção.....	30

3.4.1.2.1.	Método de ensaio e requisitos.....	30
3.4.1.2.2.	Manifestações patológicas.....	32
3.4.1.3.	Resistência a compressão.....	33
3.4.1.3.1.	Método de ensaio e requisitos.....	33
3.4.1.3.2.	Manifestações patológicas.....	36
3.4.1.4.	Retração linear por secagem.....	37
3.4.1.4.1.	Método de ensaio e requisitos.....	37
3.4.1.4.2.	Manifestações patológicas.....	38
3.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
3.6.	REFERÊNCIAS	39
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXOS	46

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é uma tecnologia construtiva muito utilizada no mundo, por conta do seu sistema autoportante, ou seja, as próprias paredes da edificação, desempenham o papel estrutural e de vedação. A economia gerada por este sistema construtivo é alta, visto que não há necessidade do emprego de vigas e pilares, bem como a agilidade de execução que a mesma proporciona, por conta do seu método de modulação.

Alvenaria autoportante é uma técnica totalmente tradicional, já existente no mundo desde as idades remotas, onde inicialmente empregavam-se blocos de pedra espessos para construir edificações tanto de pequeno, quanto de grande porte. Através do aprimoramento da técnica com o passar dos anos, tornou-se, um sistema muito mais prático, econômico e eficiente, evoluindo-se no que é hoje (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.2).

Com o grande aumento das construções civis executadas em alvenaria estrutural nos últimos anos, obteve-se a elaboração de novos materiais para uso nestas edificações, como por exemplo, os blocos de concreto, cerâmica e sílico-calcário. Essa necessidade de inovação tem suprido a demanda do mercado, porém juntamente com ela, também a necessidade por qualidade, eficiência e durabilidade destes elementos construtivos (FURLAN, 2015, p.16).

Neste contexto, as manifestações patológicas se tornam o grande impasse na construção civil que impedem a obtenção destes requisitos de qualidade. Os blocos estruturais industrializados, são unidades disponibilizadas por fabricantes que as enviam para a obra. Estes elementos podem chegar com falhas de fabricação, e que se não constatadas previamente por controles tecnológicos criteriosos, podem gerar anomalias graves na edificação.

Os controles tecnológicos possuem uma grande relevância, pois quando feitos adequadamente podem evitar manifestações patológicas causadas por falhas da fabricação dos blocos de concreto, que é o foco deste trabalho. Sendo integralmente regidos pela ABNT NBR 12.118/2013 que trata a respeito dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural, métodos de ensaio e ABNT NBR 6136/2016, que aborda sobre os blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural, requisitos. Tais avaliações tem o intuito de obter toda a informação necessária do material a que se está trabalhando, proporcionando segurança, trabalhabilidade, conforto aos usuários futuros do imóvel, além de uma vida útil de projeto

adequada a edificação. Portanto qual seria a relevância da realização dos controles tecnológicos em alvenaria estrutural de blocos de concreto?

O presente trabalho possui como objetivo a análise dos controles tecnológicos abordados pela ABNT NBR 12.118/2013, além dos requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, para blocos de concreto destinados ao uso em alvenaria estrutural, bem como das manifestações patológicas que tais avaliações podem evitar na edificação.

Para tanto, o trabalho obedece um padrão específico de discussão. Em um primeiro momento será apresentado a revisão de literatura, na qual descreve as características gerais da alvenaria estrutural. Neste item serão expostas as tipologias das alvenarias, convencional e autoportante, para que seja possível entender a diferença entre as mesmas.

Neste contexto, é apresentado o histórico da alvenaria estrutural ao longo dos tempos, uma vez que se trata de uma tecnologia construtiva muito utilizada a tempos antigos. Apresenta-se também a composição geral da alvenaria autoportante, no que se refere aos blocos estruturais industrializados existentes no mercado atual. Ainda na revisão de literatura, será apresentado dados importantes que mostram o crescimento das indústrias de blocos de concreto nos últimos anos. Será denotado o conceito da argamassa de assentamento, graute, armaduras etc.

A fim de mostrar a relevância dos controles tecnológicos nestas unidades fabricadas, mostrado logo em seguida, será exposto quais são os controles a serem feitos nestes elementos construtivos, para garantir os padrões de qualidade da obra.

Em um segundo momento, resultados e discussão, o trabalho analisa todos os controles tecnológicos exigidos pela ABNT NBR 12.118/2013 que trata a respeito de blocos vazados de concreto simples para alvenaria, métodos de ensaio, apresentando as informações técnicas descritas pela mesma norma.

Neste item é descrito os métodos de ensaio de cada controle tecnológico, bem como das suas determinadas funções no que se refere a análise de qualidade dos blocos de concreto. Apresenta-se também os requisitos exigidos pela ABNT NBR 6136/2016 que aborda sobre os blocos vazados de concreto simples para alvenaria, requisitos, que devem ser obrigatoriamente respeitados. A fim de que o lote recebido em obra seja de fato aceito, em casos que seja comprovada a conformidade dos elementos com as normas e o projeto estrutural.

Desta forma, logo em seguida serão mostradas as manifestações patológicas que podem se apresentar na edificação caso estes blocos de concreto cheguem a obra com falhas de fabricação e sejam utilizados sem qualquer conhecimento por parte do responsável técnico da obra. Neste contexto, é possível entender a importância da realização de cada controle tecnológico, nas unidades estruturais de concreto

Os procedimentos técnicos do presente estudo, utilizarão da pesquisa bibliográfica, básica, qualitativa e como suporte teórico e instrumentos de análise geral sobre o tema.

Serão pesquisados livros de autores que abordam o assunto, a internet, revistas e acervos que abordam a temática das manifestações patológicas em alvenaria estrutural em blocos de concreto, por falta de controle tecnológico, a fim de abrir caminhos para que se possa provocar a crítica e reflexão.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Esta pesquisa possui como objetivo geral a análise dos controles tecnológicos abordados pela ABNT NBR 12.118/2013, além dos requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, para blocos de concreto destinados ao uso em alvenaria estrutural.

2.2. Objetivo Específico

- Abordar a importância de cada ensaio laboratorial exigido pela ABNT NBR 12.118/2013 e para que são destinados, em relação ao uso de blocos estruturais de concreto na edificação.
- Apresentar as manifestações patológicas causadas na edificação mediante a falta de controles tecnológicos, em blocos recebidos de fornecedores em obra, se porventura as unidades estiverem com suas características gerais fora das exigidas em norma e sejam utilizadas.

3. DESENVOLVIMENTO

A IMPORTÂNCIA DOS CONTROLES TECNOLÓGICOS PARA A PREVENÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

VICTOR HUMBERTO PEREIRA ALVES¹
PRISCILLA ASSIS MENDONÇA²

RESUMO

Introdução: A alvenaria estrutural é uma tecnologia construtiva milenar, mas também atual, muito utilizada nas estruturas autoportantes, nas quais não se utilizam vigas e pilares, o que proporciona economia, agilidade e trabalhabilidade no momento da execução. Os materiais constituintes da alvenaria estrutural precisam estar em conformidade com as normas técnicas e com o projeto estrutural, alcançando os requisitos de qualidade exigidos em uma obra. Neste contexto, os blocos estruturais, devem passar por controles tecnológicos, afim de assegurar a qualidade das unidades. **Objetivo:** O presente trabalho possui como objetivo a análise dos controles tecnológicos abordados pela ABNT NBR 12.118/2013, além dos requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, para blocos de concreto destinados ao uso em alvenaria estrutural. Bem como das manifestações patológicas que tais avaliações podem evitar na edificação. **Material e Métodos:** O presente estudo foi desenvolvido a partir da pesquisa bibliográfica básica, qualitativa, onde foram pesquisados livros, internet, revistas, acervos, artigos referentes ao tema proposto. **Resultados:** O presente estudo analisa os controles tecnológicos exigidos pela ABNT NBR 12.118/2013 e apresenta as manifestações patológicas que cada avaliação pode evitar. Será abordado os requisitos exigidos pela ABNT NBR 6136/2016, para que seja possível comprovar a conformidades dos blocos de concreto, em relação a norma e o projeto estrutural. **Conclusão:** Mediante os controles tecnológicos analisados, bem como das manifestações patológicas apresentadas, torna-se possível constatar a relevância de tais avaliações laboratoriais, uma vez que elas podem identificar um lote de blocos deficientes, evitando que os mesmos sejam alocados na edificação.

Palavras-chave: Blocos estruturais de concreto. Alvenaria estrutural. Controles tecnológicos.

¹Autor, Graduando em Engenharia Civil pelo UNICERP.

²Professora Orientadora, Docente do Curso de Engenharia Civil do UNICERP.

ABSTRACT

Introduction: Structural masonry is a millenarian construction technology, but it is also used today in self-supporting structures, in which no beams and pillars are used, which offers economy, agility and workability is not the moment of execution. The constituents of structural

masonry comply with the technical and structural standards that allow the achievement of quality requirements in a building site. In this panel, all groups will be approved by technical controls, to ensure the quality of the units. **Objective:** The present work was developed based on the research of technological standards developed by ABNT NBR 12.118 / 2013, in addition to the certificates presented by ABNT NBR 6136/2016, the structural data blocks for use in structural masonry. As well as the pathological manifestations that have their own meaning in edification. **Material and Methods:** The present study was developed as a basic and qualitative bibliographical research, in which books, internet, magazines, collections, articles related to the proposed theme were searched. **Results:** The present study analyzed the technological advances required by ABNT NBR 12,118 / 2013 and presents as pathological manifestations that make it increasingly avoided. Advice on the requirements required by ABNT NBR 6136/2016, in order to prove the compatibility of concrete blocks, in relation to standard and structural design. **Conclusion:** By controlling the data as well as the pathological manifestations, it becomes possible to verify the relevance of such laboratory opinions, since they are able to edit the blocks of disability, avoiding those that are consistent in the edification.

Keywords: Concrete structural blocks. Structural masonry. Technological controls.

3.1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é uma metodologia construtiva, na qual, além de proporcionar as finalidades de vedação da alvenaria convencional, também serve como principal suporte estrutural (FURLAN, 2015, p.15).

A alvenaria estrutural é uma das principais técnicas construtivas utilizadas pelo mercado da construção civil, devido aos seus benefícios, como execução rápida, eficiente e econômica de uma estrutura (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.7). Ela possui, na maioria das situações, dispensabilidade de vigas e pilares para resistir aos carregamentos, sendo a própria alvenaria responsável por tornar uma edificação estável, atendendo aos requisitos cruciais de um projeto estrutural.

Alvenaria autoportante é uma tecnologia tradicional, já existente no mundo desde tempos antigos. Inicialmente empregavam-se blocos de pedra espessos para construir as edificações tanto de pequeno, quanto de grande porte (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p. 2). Com o passar dos anos, essa técnica construtiva obteve aprimoramentos em seus métodos de construção, utilizando de materiais mais leves, cálculos racionais de dimensionamento etc.

Segundo Furlan (2015, p.16), a composição da alvenaria se dá por materiais pétreos, artificiais ou naturais que compõem suas unidades. Os componentes mais utilizados são blocos estruturais industrializados, maciços ou vazados: cerâmico, concreto e sílico-calcário. Estas unidades são ligadas umas às outras por meio de uma argamassa de assentamento rigorosamente

dosada, proporcionando uma vedação adequada entre estes elementos. Empregam armaduras a estrutura em conjunto com o graute, no qual, se destaca por ser um concreto de alta fluidez e resistência. Estes elementos são responsáveis por resistir uma parcela dos esforços verticais da edificação e proteger contra o colapso progressivo.

O aprimoramento destes elementos construtivos no passar dos anos, elevou a necessidade por qualidade destes materiais, em destaque os blocos de concreto que é o foco do trabalho. Entretanto as manifestações patológicas dificultam a obtenção dos fatores de qualidade, uma vez que as anomalias, podem surgir em vários pontos da edificação devido a falhas de fabricação destas unidades não constatadas por ensaios laboratoriais criteriosos (FURLAN, 2015, p.25).

A ABNT NBR 12.118/2013 Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio e a ABNT NBR 6136/2016, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos, tratam como devem ser realizados os controles tecnológicos, bem como dos requisitos que devem ser respeitados para que o lote de blocos de concreto recebido em obra seja aprovado e possa ser utilizado com segurança.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos técnicos do estudo, foi da pesquisa bibliográfica básica qualitativa e como suporte teórico e instrumentos de análise geral sobre o tema. Foram pesquisados livros de autores que abordam o assunto, a internet, revistas e acervos que apresentam a temática das alvenarias estruturais em blocos de concreto e das manifestações patológicas causadas pela não realizações dos controles tecnológicos. Será analisado, em especial as normas ABNT NBR 12.118/2013 e ABNT NBR 6136/2016.

O trabalho se divide em duas partes, das quais, são: primeiramente a revisão de literatura, que apresenta as características gerais da alvenaria estrutural, bem como dos seus componentes. Em um segundo instante, será analisado os controles tecnológicos abordados pelas normas ABNT NBR 12.118/2013 e ABNT NBR 6136/2016, além das manifestações patológicas que estas avaliações podem evitar na edificação.

A presente pesquisa possui o intuito de provocar a crítica e reflexão sobre a temática e sua notável importância no que se refere aos controles de qualidade destes materiais.

3.3. REVISÃO DE LITERATURA

3.3.1. Alvenaria estrutural e suas características gerais

3.3.1.1. Alvenarias

A alvenaria se conceitua em um conjunto de unidades sobrepostas umas às outras, unidas por meio de uma argamassa de assentamento, de forma a se obter um elemento vertical coeso. Estas peças unidas têm função de resistir a ação do fogo, vedar espaços vazios, proteger acusticamente ambientes internos, obter conforto térmico, suportar seu peso próprio etc (TAUIL; NESE, 2010 p.19).

O diferencial desta tecnologia construtiva é a sua modulação, podendo ser executada por unidades com diferentes formas e dimensões, com o intuito de proporcionar uma maior trabalhabilidade e economia no momento da execução.

3.3.1.2. Tipos de alvenarias quanto a função

Quanto função em edificações, existem dois tipos de alvenarias, estrutural e vedação.

A alvenaria de vedação, não é dimensionada para resistir a cargas verticais, a não ser seu peso próprio, tendo apenas função de vedação e garantia de isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo etc (MILITO, 2004, p. 59).

Segundo Tauil e Nese (2010, p.20), a alvenaria autoportante é um composto monolítico responsável pelo suporte dos carregamentos, no qual não se utilizam pilares e vigas. Isso acontece por que as paredes chamadas de autoportantes fazem parte do sistema estrutural da edificação de modo que tais elementos distribuem uniformemente as cargas verticais ao longo das fundações.

3.3.1.3. Alvenaria estrutural ao longo dos tempos

Em seu amplo uso na construção civil, a alvenaria autoportante vem sendo utilizada desde os tempos antigos até os dias de hoje. As estruturas eram dimensionadas empiricamente, sem qualquer conhecimento técnico. Isso levou às construções de edificações

superdimensionadas em relação ao que realmente era necessário para tornar a construção estável.

O Coliseu, um grande anfiteatro tendo capacidade para 50.000 pessoas, com um diâmetro de mais de 500m e 50m de altura, dispendo em sua composição construtiva, 80 portais de acesso. Tal monumento foi erguido utilizando a alvenaria estrutural com blocos em meados de 70 d.C. e se mantém até os dias atuais (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.4),

Com o passar dos anos, a alvenaria estrutural foi se aprimorando tecnicamente, substituindo os conhecimentos empíricos por cálculos racionais. Um grande exemplo de edificação moderna em alvenaria estrutural é o Hotel Excalibur, situado em Las Vegas, EUA. Ele consiste em um grande complexo de quatro torres principais, cada qual, com 28 pavimentos e 1.008 apartamentos em cada piso. Atualmente o Hotel Excalibur é o maior edifício em alvenaria autoportante do mundo (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.4).

3.3.1.4. Composição da alvenaria estrutural

A composição da alvenaria estrutural se dá basicamente por blocos estruturais industrializados, argamassa de assentamento, graute, armadura e outros elementos pré-fabricados como por exemplo as vergas, contravergas, coxim etc (SILVA, 2013, p.19).

3.3.1.5. Blocos estruturais e suas tipologias

O componente básico da alvenaria estrutural são os blocos estruturais industrializados. Tais unidades podem ser de cerâmica, concreto e sílico-calcário, conforme a Figura 1. Além do material constituinte eles podem ser vazados ou maciços. Ramalho e Correa (2003, p.7), dizem que os elementos se caracterizam maciços, devem possuir um índice de vazios de até 25% em relação a área total bruta. Os mesmos autores salientam que os blocos se caracterizam vazado, quando a porcentagem de vazios ultrapassar 25%.



Figura – 1: Bloco de concreto, cerâmica e sílico-calcário.

Fonte: SILVA (2013, p.20).

Os blocos cerâmicos, são compostos de matéria prima natural argilosa. Essa matéria prima, depois de devidamente extraída da natureza e adequadamente processada na fabricação, ganha a forma destes elementos estruturais, podendo vazado ou não (TAMAKI, 2010). A ABNT NBR 15270 - 2/2017, Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios, salienta que os blocos cerâmicos estruturais devem possuir uma resistência mínima de 3 MPa.

Os blocos sílico-calcários são compostos principalmente pela cal virgem (CaO), contendo baixo teor de magnésio. Furlan (2015, p.16), denota que essa cal é adequadamente misturada à sílica com a adição de água, promove uma reação de hidratação da cal virgem, e por fim, ganham a forma das unidades estruturais, através de uma prensa hidráulica. A ABNT NBR 14974 - 1/2003 Bloco sílico-calcário para alvenaria Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio, destaca que a resistência mínima destes blocos deve ser de 4,5 MPa.

A alvenaria autoportante também pode ser constituída de blocos estruturais de concreto, que é o foco deste trabalho. Eles são elementos industrializados, maciços ou vazados. Segundo Américo (2007, p.47), os materiais dos blocos de concreto em sua fabricação, são cimento Portland, agregados graúdos e miúdos e água. O mesmo autor denota que há também a dosagem de outros materiais, dos quais são minerais, aditivos etc. Cada material deve ser utilizado e especificado de acordo com as suas propriedades, propiciando maior conformidade ao produto final.

Atualmente no mercado existem diferentes tipos de blocos de concreto quanto às dimensões e cargas suportadas. Estas unidades são classificadas em “famílias”, cada qual, com diferentes dimensões de largura, altura e comprimento adequado para sua integração com outros elementos construtivos. Os principais formatos destes blocos são: blocos inteiros, meios-blocos, compensadores, unidades do tipo canaleta, blocos de amarração L e T, unidades de 45° etc. (ABNT NBR 6136/2016, p.3).

A ABNT NBR 6136/2016 estabelece requisitos mínimos de resistência característica à compressão axial das unidades de concreto, tomadas como base a “classe” de uso de cada bloco. Segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais – SINDUSCON – MG (2014, p.18), são três as classes de uso dos elementos de concreto, A, B e C. A Classe A é destinada para blocos com fim estrutural, sendo seu uso realizado acima ou abaixo do nível do solo. A Classe B é para artefatos com função estrutural, sendo utilizado acima do subsolo. A Classe C, com ou sem função estrutural, deve ser usada somente acima do nível do solo.

A resistência mínima característica a compressão axial, varia entre 8Mpa, 4Mpa e 3Mpa, determinada de acordo com cada classe de uso das unidades de concreto respectivamente (ABNT NBR 6136/2016, p 7).

3.3.1.6. Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento é responsável por solidarizar os blocos uns aos outros formando um componente monolítico. Este material ligante possui bastante relevância, uma vez que, depois de aplicado adequadamente nas juntas, consegue transmitir as tensões entre as unidades além de as uniformizar. Não obstante, a argamassa possui a capacidade de prevenir a entrada de água e de vento para o lado interno da alvenaria, e absorver pequenas deformações (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.7). Segundo a ABNT NBR 13.279/2005, Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, a resistência da argamassa de assentamento deve obrigatoriamente ser de no mínimo 1,5 MPa e no máximo 70% da resistência do bloco estrutural utilizado na edificação.

3.3.1.7. Graute

O graute é um concreto de alta fluidez e resistência, formado por agregados com grãos de pequenas dimensões, que preenchem adequadamente os vazios dos blocos, proporcionando uma elevação na sua capacidade autoportante.

O graute é um concreto com agregados de pequena dimensão e relativamente fluido, eventualmente necessário para o preenchimento dos vazios dos blocos. Sua função é propiciar o aumento da área da seção transversal das unidades ou promover a solidarização dos blocos com eventuais armaduras posicionadas nos seus vazios.

Dessa forma pode-se aumentar a capacidade portante da alvenaria à compressão ou permitir que as armaduras colocadas combatam tensões de tração que a alvenaria por si só não teria condições de resistir (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.8).

A ABNT NBR 15961 – 1/2011, completa que a resistência característica do graute, deve ser maior ou igual as das unidades utilizadas na alvenaria.

3.3.1.8. Armaduras

As armaduras aplicadas em edificações em alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas em estruturas de concreto armado. Tais elementos possuem a capacidade de absorver os esforços de tração, compressão e cisalhamento para tornar a edificação estável. Ramalho e Corrêa (2007, p.8), salientam que estas armaduras são inseridas nos vazios dos blocos e sempre envolvidas por graute, garantindo assim seu desempenho estrutural.

3.3.1.9. Elementos pré-fabricados

Os elementos pré-fabricados que podem ser utilizados na composição da alvenaria estrutural, são: escadas, vergas, contravergas, peças de ajuste dimensional etc. Estes artefatos são utilizados para melhor adequar a edificação, garantindo assim uma durabilidade e uniformidade nas distribuições de tensões (MAMEDE; CORRÊA, 2006, p.2).

3.3.1.10. Controles tecnológicos

Logo após a entrega do lote de blocos de concreto na obra, uma amostra deve ser coletada para passar por controles tecnológicos laboratoriais rigorosos, de forma a verificar sua conformidade quanto as exigências estabelecidas pelas normas técnicas e o projeto estrutural, antes da sua aplicação. Após ser constatada a conformidade da amostra, esses blocos podem de fato, ser utilizados na construção da edificação.

A ABNT NBR 15961 – 2/ 2011 Alvenaria estrutural - Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras, afirma quanto aos controles tecnológicos que, “ os blocos devem atender integralmente às especificações da ABNT NBR 6136/2016, além das resistências e

outras especificações do projeto estrutural. Os blocos devem ser ensaiados conforme especificado na ABNT NBR 12.118/2016”.

Os ensaios tratados pela ABNT NBR 12.118/2013 são a análise dimensional, absorção, resistência a compressão e retração linear por secagem. Tais controles tecnológicos são feitos em laboratório, exigindo etapas criteriosas, com o intuito de obter uma resposta precisa quanto à conformidade de um lote em relação a características exigidas pela norma.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1. Controles tecnológicos de blocos de concreto

3.4.1.1. Análise dimensional

3.4.1.1.1. Método de ensaio e requisitos

A ABNT NBR 12.118/2013 descreve o ensaio de análise dimensional como sendo a “verificação das dimensões do corpo de prova, como largura, comprimento, altura, espessura das paredes, dimensões dos furos e raio de mísulas”. Desta forma é possível certificar-se da conformidade do lote de blocos de concreto recebido em obra, quanto as exigências prescritas na norma e no projeto.

3.4.1.1.1.1. Comprimento, largura e altura

Quanto as conformidades de largura, comprimento e altura, a ABNT NBR 12.118/2013 exige 3 determinações em pontos diferentes realizados na face de maior espessura das paredes do bloco. Deve-se salientar que segundo a ABNT NBR 12.118/2013, as medidas reais de cada dimensão, devem ser tomadas a partir da média de todas as determinações levantadas no momento do ensaio, expresso em milímetros (mm).

As medidas adquiridas no ato do ensaio devem respeitar integralmente aos requisitos exigidos pela ABNT NBR 6136/2016. A mesma norma prescreve as medidas nominais exigidas que devem ser respeitadas para cada elemento estrutural de concreto, segundo sua respectiva

família. A ABNT NBR 6136/2016 também estabelece uma tolerância de $\pm 2\text{mm}$ para dimensões de largura e $\pm 3\text{mm}$ para altura e comprimento, no ato da avaliação com as exigências estabelecidas pela mesma, conforme a Tabela 1.

Tabela – 1: Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para análise dimensional, quanto as verificações de comprimento, largura e altura das unidades de concreto.

FAMÍLIA		20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10X30	7,5X40	
MEDIDA NOMINAL (mm)	LARGURA	190	140		115			90		65	
	ALTURA	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	COMPRIMENTO	INTEIRO	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		MEIO	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		AMARRAÇÃO "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		AMARRAÇÃO "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		COMPENSADOR "A"	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		COMPENSADOR "B"	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		CANALETA INTEIRA	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		MEIA CANALETA	190	190	140	190	115	-	190	140	-

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.5).

3.4.1.1.2. Espessura de paredes

Segundo a ABNT NBR 12.118/2013, deve ser realizado duas determinações em cada parede longitudinal do bloco e uma em cada parede transversal, em relação a espessura das paredes das unidades ensaiadas. A mesma norma estabelece que ela deve ser feita na face de menor espessura de paredes. A ABNT NBR 12.118/2013 exige que “A espessura mínima das paredes deve ser a média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito, sendo separadas em longitudinal e transversal”.

A ABNT NBR 6136/2016 determina que a tolerância permitida é de no máximo 1mm para cada valor individual, conforme a Tabela 2. As exigências apresentadas pela mesma norma, são separadas nas respectivas classes de uso A, B e C, já mencionadas anteriormente

Tabela – 2: Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para análise dimensional, quanto as verificações das espessuras de paredes das unidades de concreto.

CLASSE	LARGURA NOMINAL (mm)	PAREDES LONGITUDINAIS (mm)	PAREDES TRANSVERSAIS	
			PAREDES (mm)	ESPESSURA EQUIVALENTE (mm/m)
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135
	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.5).

3.4.1.1.1.3. Dimensões dos furos

A ABNT NBR 12.118/2013, determina que para a verificação das conformidades das dimensões dos furos do bloco, devem ser realizados duas medidas no centro aproximado de cada furo da unidade, das quais, uma em sentido longitudinal e a outra em sentido transversal. A mesma norma estabelece que tais determinações devem ser tomadas na face de maior espessura do elemento de concreto.

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, a menor dimensão dos furos do bloco, constatada no momento do ensaio, deve respeitar as medidas mínimas exigidas, sendo elas: ≥ 70 mm para unidades de 140 mm de largura e ≥ 110 mm para unidades de 190 mm de largura. A mesma norma salienta que estas exigências abrangem as classes de usos A e B.

3.4.1.1.1.4. Raio de mísulas de acomodação

Os blocos estruturais de concreto recebidos em obra, possuem por fabricação e exigência técnica, mísulas de acomodação, onde as mesmas são compostas por raios mínimos, conforme a Figura 2.

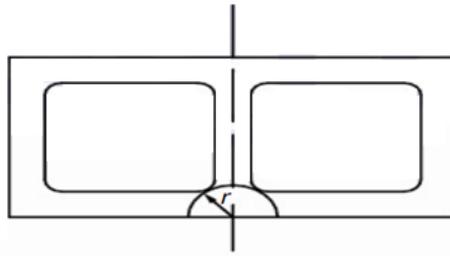


Figura – 2: Raio de mísulas de acomodação.

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.6).

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, unidades das classes de uso A e B devem ter raio mínimo das mísulas de acomodação de 40 mm, enquanto que blocos da classe C, tenham raio mínimo de 20 mm.

Desta forma quando atingido a conformidade de análise dimensional exigidas pelas normas técnicas e pelo projeto, os blocos recebidos em obra estão conformes frente a este parâmetro. Entretanto caso a unidade ensaiada não atinja as exigências já citadas, obtém-se uma resposta negativa quanto a aplicação de tais elementos estruturais na edificação.

3.4.1.1.2. Manifestações patológicas

A importância da realização deste ensaio é facilmente visualizada pelas manifestações patológicas que podem ser geradas na edificação.

Segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais – SINDUSCON – MG (2014, p.20), a não conformidades dos blocos frente as tolerâncias exigidas por normas técnicas e pelo projeto na questão dimensional, acarreta em desaprumos e desalinhamentos das alvenarias.

O mesmo autor salienta que tais desaprumos podem gerar como consequência, custos adicionais em argamassa de revestimento, visto que no momento do assentamento, uma das faces da parede terá deformações causadas pelos blocos deficientes.

3.4.1.2. Absorção

3.4.1.2.1. Método de ensaio e requisitos

Segundo a ABNT NBR 12.118/2013, absorção é “relação entre a massa de água contida no bloco saturado e a massa do bloco seco em estufa até constância de massa, expressa em porcentagem”. Tal ensaio laboratorial mede a capacidade que a unidade tem de absorver umidade exterior, em porcentagem. Um controle tecnológico imprescindível, uma vez que afeta diretamente a vida útil da edificação.

A ABNT NBR 12.118/2013, exige que sejam feitas duas etapas iniciais no ensaio, antes de realizar as medições da absorção do bloco, secagem e saturação. Preliminarmente, realiza-se a secagem da unidade em estufa por um período de 24 horas. Logo após o término deste tempo, faz-se a pesagem do bloco. A mesma norma determina que, o corpo de prova deverá retornar a estufa por um período de mínimo 2 horas.

A ABNT NBR 12.118/2013, diz que logo após o período de 2 horas, deve-se efetuar novamente a pesagem do bloco, e repetir o ciclo de tal forma que as determinações de massa seca não supere variações de 0,5 %, de uma para outra. Quando alcançado este parâmetro, deve-se anotar a massa seca da unidade (M_1).

Logo após a obtenção da massa seca, a mesma norma denota que seja feita a segunda etapa do ensaio, saturação. A ABNT NBR 12.118/2013, salienta que para efetuar o processo, deve-se resfriar o bloco em temperatura ambiente, submergi-lo em água por um período mínimo de 24 horas. A medição da massa saturada (M_2) do elemento, deverá ser obtida logo após tal tempo submerso, tomando a superfície da unidade seca.

A ABNT NBR 12.118/2013, diz que a taxa de absorção das unidades é alcançada através da relação entre massa saturada (M_2) e seca (M_1) dos elementos ensaiados, conforme a equação 1.0.

$$\text{Absorção (\%)} = \left(\frac{M_2 - M_1}{M_1} \right) \times 100 \quad (1.0)$$

Onde:

- M_1 é a massa seca do bloco ensaiado, expressa em gramas (g).
- M_2 é a massa saturada do corpo de prova, expressa em gramas (g).

A ABNT NBR 12.118/2013, determina que o resultado do ensaio de absorção, deve obrigatoriamente conter o valor de área líquida dos corpos de prova ensaiados, expresso em milímetros quadrados (mm²). Para que seja conseguido tal parâmetro, a mesma norma denota que seja feito preliminarmente a pesagem dos elementos em uma balança hidrostática, para medições da massa aparente das unidades ensaiadas, (M₃).

O valor final de área líquida é obtido através da relação entre as massas, saturada (M₂) e aparente (M₃), pela altura média do corpo de prova e o peso específico da água utilizada para a determinação da massa aparente, conforme a equação 2.0.

$$\text{Área liq.} = \left(\frac{M_2 - M_3}{h \times \gamma} \right) \times 1000 \quad (2.0)$$

Onde:

- M₂ é a massa saturada do corpo de prova, expressa em gramas (g).
- M₃ é a massa aparente do corpo de prova, expressa em gramas (g).
- h é a altura média do copo de prova, expresso em milímetros (mm).
- γ é o peso específico da água utilizada no ensaio, expresso em gramas por centímetro cúbico (g/cm³).

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, para unidades com função estrutural da classe de uso A, tendo em sua composição agregados normais, a média (%) aceitável de absorção de água dos elementos deve ser $\leq 8,0\%$. Já para porcentagens individuais de absorção de cada elemento, a ABNT NBR 6136/2016, determina que deve ser $\leq 9,0\%$.

Para unidades com função estrutural da classe de uso B, com agregados normais em sua composição a ABNT NBR 6136/2016 exige que a média da taxa de absorção do lote de corpos de prova ensaiados, deve ser $\leq 9,0\%$. Assim como o percentual individual de cada bloco, no qual deve ser $\leq 10,0\%$.

Para a classe de uso C, contendo na composição dos blocos, agregados normais, a ABNT NBR 6136/2016 prescreve que a média da taxa de absorção do lote ensaiado de corpos de prova, deve ser $\leq 10,0\%$. A mesma norma salienta que a porcentagem de absorção obtida de cada unidade individual, deve ser $\leq 11,0\%$.

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, para blocos de concreto das classes de uso A, B e C, compostos com agregados leves, a média da taxa de absorção de água dos corpos de prova

ensaiados em laboratório, deverá ser $\leq 13,0\%$. A mesma norma prescreve que a porcentagem individual de cada unidade, deverá ser $\leq 16,0\%$, para tais classes de uso, conforme a Tabela 3.

Tabela – 3: Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016 para taxas máximas permitidas de absorção.

ABSORÇÃO (%)				
	AGREGADO NORMAL		AGREGADO LEVE	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
CLASSE A	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$
CLASSE B	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$		
CLASSE C	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$		

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.7).

3.4.1.2.2. Manifestações patológicas

Segundo Américo (2007, p.88), a propriedade de absorção de água em alvenaria é um fator preponderante na questão da durabilidade e qualidade na construção civil. O aumento de permeabilidade pode gerar patologias severas como fissuras, desagregações do revestimento, infiltrações, bolor etc.

Sampaio (2010, p.27), denota que essa absorção exagerada de umidade, também conhecida como movimentação higroscópica, pode acarretar expansão ou contração nos elementos da alvenaria e, conseqüentemente sua deformação excessiva. Essas movimentações intensas dos blocos geram fissuras tanto no sentido vertical como no sentido horizontal, bem como a produção de esforços de flexão laterais, agravando as fissuras.

Deve-se entender igualmente, que a absorção descontrolada do bloco estrutural de concreto, afeta diretamente a argamassa de revestimento e assentamento. Isso acontece, pelo fato das unidades absorverem exageradamente a umidade contida nestes materiais ligantes, gerando retração nas argamassas e, conseqüentemente fissuração. Além da proliferação demasiada de fungos e de eflorescências na alvenaria.

3.4.1.3. Resistência a compressão

3.4.1.3.1. Método de ensaio e requisitos

A propriedade de resistência a compressão do bloco autoportante de concreto é um fator decisivo na questão da qualidade, segurança estrutural e durabilidade de uma edificação tanto de pequeno quanto de grande porte. A ABNT NBR 12.118/2013, define o controle tecnológico de resistência a compressão como sendo a “relação entre a carga de ruptura e a área bruta do corpo de prova quando submetido ao ensaio de compressão axial”.

A ABNT NBR 12.118/2013, salienta que para fins de comprovação da resistência a compressão axial do bloco de concreto, deve ser determinado a umidade relativa média dos corpos de prova (testemunhos), bem como as dimensões da área bruta. Para isso é necessário efetuar a coleta de 3 amostras extras para este fim.

Essas amostras devem incluir tanto os elementos que serão ensaiados a compressão, quanto os testemunhos que serão avaliados a umidade relativa e área bruta. A ABNT NBR 12.118/2013, exige que para procedimentos preliminares é necessário efetuar a regularização das faces de trabalho dos corpos de prova destinados ao ensaio de compressão, exceto os blocos que serão analisados a umidade relativa. Para esse procedimento a regularização pode ser feito com pastas de cimento, argamassas ou retífica.

A ABNT NBR 12.118/2013, diz que a umidade relativa das unidades é dada pela relação das massas dos elementos ensaiados, conforme equação 3.0.

$$\text{Umidade Rel. (\%)} = \left(\frac{M - M_1}{M_2 - M_1} \right) \times 100 \quad (3.0)$$

Onde:

- M é a massa dos blocos testemunhos, preparados por meio de retifica, expressa em gramas (g).
- M₁ é a massa seca do bloco ensaiado, expressa em gramas (g).
- M₂ é a massa saturada do corpo de prova, expressa em gramas (g).

A ABNT NBR 12.118/2013, descreve que para elementos estruturais especificados pelo fabricante com resistência a compressão acima de 8MPa, o teor de umidade relativa média,

deve ser $\leq 40\%$. Para os blocos estruturais de concreto com resistência inferior a 8MPa, o teor de umidade relativa média deve ser $\leq 25\%$.

Quanto a determinação da área bruta dos blocos, a ABNT NBR 12.118/2013 descreve que deve ser determinado pelo valor médio das dimensões totais da seção transversal dos corpos de prova. Não deve ser considerado o desconto das dimensões dos furos ou reentrâncias.

Os corpos de prova destinados ao ensaio de compressão axial, separados e devidamente regularizados, devem ser submetidos a uma prensa hidráulica. A ABNT NBR 12.118/2013, salienta que a força aplicada no elemento, além de coincidir exatamente com o centro de gravidade da unidade, deve ser aplicada progressivamente até o rompimento do bloco, obtendo a carga máxima (Newtons, N), referente a cada corpo de prova ensaiado.

Segundo a ABNT NBR 12.118/2013, o valor da resistência a compressão axial de cada corpo de prova é obtido através da relação entre a carga máxima determinada no momento do colapso do bloco, pela área bruta comprovada dos testemunhos em milímetros quadrados (mm^2).

Para que seja possível analisar a conformidade dos blocos ensaiados, a ABNT NBR 6136/2016 esclarece que o valor de resistência a compressão devera ser “característico”, onde é calculado de acordo com a equação 4.0, em casos que não se conheça o desvio-padrão de fábrica.

$$f_{bk} = 2 \times \left(\frac{f_b(1) + f_b(2) + f_b(i-1)}{(i - 1)} \right) - f_{bi} \quad (4.0)$$

Onde:

- f_{bk} é o valor estimado da resistência característica da amostra, expressa em megapascals (Mpa).
- f_b é o valor de resistência à compressão individual, expressa em megapascals (Mpa).
- $i = n/2$ se n for par ou $(n - 1)/2$ se n for ímpar, sendo “ n ” o número de blocos da amostra ensaiada.

Já para situações que se conheça o desvio-padrão de fábrica, calcula-se conforme a equação 5.0.

$$f_{bk} = f_{bm} - (1,65 \times sd) \quad (5.0)$$

Onde:

- fbm é a resistência média da amostra, expressa em megapascals (Mpa).
- sd é o valor do desvio-padrão.

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, para unidades com função estrutural da classe de uso A, o valor de resistência característica média dos corpos de prova a compressão axial (fbk), deve ser $\geq 8,0$ MPa. Para blocos da classe de uso B, o valor de resistência característica média a compressão axial (fbk), deve ser $4,0 \text{ Mpa} \leq \text{fbk} < 8,0 \text{ Mpa}$. Já para blocos da classe de uso C, o valor de resistência característica média a compressão axial (fbk), deve ser $\geq 3,0$ Mpa, conforme a Tabela 4.

Tabela – 4: Requisitos para resistência característica a compressão axial.

CLASSIFICAÇÃO	CLASSE	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
COM FUNÇÃO ESTRUTURAL	A	$\text{fbk} \geq 8,0$
	B	$4,0 \leq \text{fbk} \leq 8,0$
COM OU SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	C	$\text{fbk} \geq 3,0$

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.7).

Os requisitos exigidos no projeto estrutural devem ser considerados e avaliados criteriosamente em conjunto com os parâmetros estabelecidos pela norma técnica. Isso acontece por que mesmo que a amostra ensaiada receba conformidade com as exigências de resistência estabelecida pela ABNT NBR 6136/2016, porém não atinja a resistência característica mínima requerida no projeto, o lote recebido em obra deverá ser devolvido, não o utilizando na estrutura.

A ABNT NBR 15961 – 2/2011, diz ainda que para a montagem dos corpos de prova que serão submetidos a prensa hidráulica, poderão ser efetuados em modos diferentes, dos quais, são: prisma, pequena parede, parede. A mesma norma, também descreve a quantidade adequada de amostras a serem coletadas para cada tipo de controle, conforme a Tabela 5.

Tabela – 5 Número mínimo de corpos de prova destinados ao ensaio de compressão axial.

TIPO DE ELEMENTO DE ALVENARIA	NUMERO DE CORPOS DE PROVA
PRISMA	12
PEQUENA PAREDE	6
PAREDE	3

Fonte: ABNT NBR 15961 - 2 (2011, p.8).

Segundo a ABNT NBR 15961 – 2/ 2011, o prisma consiste em dois ou mais blocos sobrepostos, preenchidos por graute ou não, e isentos de defeitos, unidos por uma argamassa de assentamento. Deve-se também implementar equipamentos como extensômetros mecânicos e defletômetros, para que seja possível avaliar a deformabilidade do prisma no momento do ensaio.

No que se refere a montagem de pequenas paredes, a ABNT NBR 15961 – 2/2011, salienta que as mesmas tenham um comprimento mínimo de dois blocos e uma altura mínima equivalente a cinco vezes a espessura do bloco não sendo inferior a 70cm.

O ensaio de paredes possui o mesmo modelo de montagem dos elementos de pequenas paredes, diferenciando-se na quantidade de blocos utilizados em sua composição, dos quais, podem ser preenchidos por graute, ou não, conforme a necessidade do projeto estrutural.

3.4.1.3.2. Manifestações patológicas

Segundo Valle (2008, p.28), a ocorrência do assentamento de unidades estruturais que possuem resistência a compressão inferior a necessária, estabelecida em projeto, contribuirá no surgimento de fissuras tanto na horizontal, como na vertical e em uma situação limite, o colapso e ruína da estrutura.

A mesma autora salienta que as anomalias geradas na vertical, são provocadas devido a uma deformação excessiva da seção transversal da argamassa. Isso ocorre sob ação das solicitações de compressão ou de flexão local das unidades de concreto, com resistência inferior requerida em projeto estrutural.

Valle (2008, p.28), também salienta que as fissuras geradas na horizontal, são provenientes da ruptura dos componentes de alvenaria, devido à baixa resistência, sob ação da compressão axial.

Em situações em que tenha cargas concentradas aplicadas na alvenaria autoportante, com deficiência na resistência a compressão axial por parte dos blocos, pode-se gerar fissuras

inclinadas nos pontos atuantes das cargas além da ruptura dos componentes de concreto. Em casos mais graves, ocorrem também o destacamento da alvenaria, podendo levar a ruína parcial ou completa da edificação (VALLE, 2008, p.29).

3.4.1.4. Retração linear por secagem

3.4.1.4.1. Método de ensaio e requisitos

A ABNT NBR 12.118/2013 define o controle tecnológico de retração linear por secagem como sendo ‘‘variações da dimensão longitudinal do corpo de prova devido à secagem a partir de uma condição saturada até uma condição de equilíbrio dimensional e de massa, sob condições de secagem acelerada padronizadas’’.

A ABNT NBR 12.118/2013 exige no mínimo 3 blocos inteiros ou 6 prismas que passarão por etapas criteriosas para a realização do ensaio. A ABNT NBR 12.118/2013 descreve a primeira etapa é o processo de submersão do artefato por um período de 48 horas. Na segunda etapa, logo após o período de 48 horas submerso, deve-se efetuar a leitura do comprimento inicial do corpo de prova totalmente saturado, com uma barra de referência padronizada, com o corpo de prova posicionado ainda no tanque de água.

Na terceira etapa, são realizadas medições da massa do bloco ainda saturado, na condição de superfície seca.

Logo após as medições, na quarta etapa, a ABNT NBR 12.118/2013 estabelece que os corpos de prova devem ser levados a uma estufa com temperatura a 100°C, por um período de 48 horas. Salienta-se que os blocos de concreto devem sofrer rotações com posições diferentes dentro da estufa, para assegurar melhor a uniformidade da secagem. Esse processo deve permanecer por 5 dias, e logo em seguida os elementos devem ser submetidos a resfriamento ao ar e posteriormente realizadas as medições de comprimento e massa.

O cálculo da taxa de retração por secagem apresentado pela ABNT NBR 12.118/2013, deve ser feito como sendo a relação da variação média das dimensões do bloco (L), com o comprimento médio das bases de medidas (G). A unidade de medida será milímetro (mm), em ambas as determinações. Para realização do cálculo, deverá ser utilizado a equação 6.0.

$$\text{Retração (\%)} = \left(\frac{L}{G} \right) \times 100 \quad (6.0)$$

Onde:

- L é a variação média das dimensões do corpo de prova, em circunstâncias de saturação e constância de massa ou comprimento, expressa em milímetros (mm).
- G é a média do comprimento das bases de medida expressa em milímetros (mm).

Segundo a ABNT NBR 6136/2016, a taxa de retração linear por secagem obtida no momento do ensaio do corpo de prova, deve ser $\leq 0,065$ %. Segundo a mesma norma, este parâmetro é preponderante para todos as classes de uso dos blocos, sendo elas: A, B e C, conforme a Tabela 6.

Tabela – 6 Requisitos apresentados pela ABNT NBR 6136/2016, em relação a retração linear por secagem.

CLASSE		RETRAÇÃO (%)
COM FUNÇÃO ESTRUTURAL	A	$\leq 0,065$
	B	
COM OU SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	C	

Fonte: ABNT NBR 6136 (2016, p.7).

3.4.1.4.2. Manifestações patológicas

A aplicação de blocos não conformes em relação a retração linear por secagem, na edificação pode acarretar anomalias estruturais graves na mesma, prejudicando a durabilidade da construção. Segundo Magalhães (2004, p.36), a retração exagerada nos blocos estruturais de alvenaria, gera movimentações nos componentes de alvenaria, produzindo fissuras, debilitando a edificação.

Essas fissuras podem ter dois tipos de configurações: vertical e horizontal, causadas pela movimentação da parede. Todavia, a maior parte das fissuras causadas pela perda de água acelerada da alvenaria autoportante, origina-se devido a retração dos componentes da mesma especialmente os blocos de concreto (MAGALHÃES 2004, p. 62).

O mesmo autor ainda complementa que as restrições existentes na alvenaria autoportante de blocos de concreto, e tomando em consideração a movimentação destes

componentes na estrutura, gera tensões de tração e cisalhamento. Magalhaes (2004, p. 63), salienta que estas tensões nos blocos acarretam em fissuras com diferentes configurações, uma vez que tais unidades não têm boa resistência a esses tipos de esforços.

3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho expôs as características gerais e importância dos controles tecnológicos da alvenaria estrutural para o controle de qualidade e segurança estrutural de uma obra.

O estudo apresentou todos os controles tecnológicos exigidos pela ABNT NBR 12.118/2013, como também mostrou os requisitos de cada ensaio prescritos pela ABNT NBR 6136/2016 que as unidades de concreto ensaiadas devem respeitar para receberem aprovação. Portanto, foi possível expor a função de cada ensaio, no que diz respeito ao controle de qualidade dos blocos de concreto.

Diante das manifestações patológicas apresentadas, mediante ao assentamento de unidades de concreto com falhas de fabricação não previstas, pela não realização destes ensaios, torna-se notável a importância dos mesmos, uma vez que com a constatação das falhas por meio destes controles tecnológicos, pode-se evitar tais anomalias.

3.6. REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. A. S. F. **BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS**. 2007. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia das Estruturas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 15270 – 2/2017**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, nov. 2017. 29 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 14974 – 1/2003**: Blocos sílico-calcário para alvenaria Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. set. 2003. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 13.279/2005:**
Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro out. 2005. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961 – 2/2011:**
Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, out. 2011. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961 – 1/2011:**
Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, out. 2011. 50 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.118/2013:**
Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, mai. 2013. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6136/2016:**
Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, dez. 2016. 10 p.

BLOCO BRASIL. Blocos de concreto: Fabricantes preveem estabilidade, com potencial de crescimento no primeiro semestre de 2014. Disponível em:
<<http://www.blocobrasil.com.br/noticias/481-blocos-de-concreto-fabricantes-preveem-estabilidade-com-potencial-de-crescimento-no-primeiro-semester-de-2014>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FURLAN, C. C. Patologia das anomalias das alvenarias e revestimentos argamassados. São Paulo: Pini 2015.

FERRONATO H. N. Comparação de custos na execução de prédio com estrutura pré-moldada e estrutura convencional em concreto armado. 2016. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.

MAGALHÃES, E. F. Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Profissionalizante) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MAMEDE, F. C.; CORRÊA, M. R. S. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Paulo, v. 8, n. 33, p. 1-27, ago. 2006.

MILITO, J. A. **Apostila de técnicas de construção civil e construção de edifícios.** Campinas, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas, 2004. 303 p. (Apostila xerocopiada).

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

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural.** 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVA, L. B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico.** 2013. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

SUAOBRA. **Traço utilizados para argamassa de assentamento.** Disponível em: <[http://www.suaobra.com.br/dicas/levan tamento-obra/confira-qual-traco-usar-na-argamassa-para-assentamento-de-blocos](http://www.suaobra.com.br/dicas/levan-tamento-obra/confira-qual-traco-usar-na-argamassa-para-assentamento-de-blocos)>. Acesso em: 21 nov. 2018.

SINDUSCON – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Bloco vazado de concreto para alvenaria estrutural.** Disponível em: <[http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2016/11/ Blocos _de_Concreto_para_Alvenaria_Estrutural.pdf](http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Blocos_de_Concreto_para_Alvenaria_Estrutural.pdf)>. Acesso em: 03 jun. 2018.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. **Alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2010.

TAMAKI, L. **Blocos cerâmicos.** Disponível em: < <http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/31/como-se-faz-blocos-ceramicos-186417-1.aspx>>. Acesso em: 23 out. 2018.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, 1989.

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias: causas, diagnósticos e previsibilidade.** 2008. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÃO

O presente trabalho expôs as características gerais e importância dos controles tecnológicos da alvenaria estrutural para o controle de qualidade e segurança estrutural de uma obra.

O estudo apresentou todos os controles tecnológicos exigidos pela ABNT NBR 12.118/2013, como também mostrou os requisitos de cada ensaio prescritos pela ABNT NBR 6136/2016 que as unidades de concreto ensaiadas devem respeitar para receberem aprovação. Portanto, foi possível expor a função de cada ensaio, no que diz respeito ao controle de qualidade dos blocos de concreto.

Diante das manifestações patológicas apresentadas, mediante ao assentamento de unidades de concreto com falhas de fabricação não previstas, pela não realização destes ensaios, torna-se notável a importância dos mesmos, uma vez que com a constatação das falhas por meio destes controles tecnológicos, pode-se evitar tais anomalias.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. A. S. F. **BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS**. 2007. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia das Estruturas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 15270 – 2/2017**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, nov. 2017. 29 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 14974 – 1/2003**: Blocos sílico-calcário para alvenaria Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. set. 2003. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 13.279/2005**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro out. 2005. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961 – 2/2011**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, out. 2011. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961 – 1/2011**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, out. 2011. 50 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.118/2013**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, mai. 2013. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6136/2016**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, dez. 2016. 10 p.

BLOCO BRASIL. **Blocos de concreto: Fabricantes preveem estabilidade, com potencial de crescimento no primeiro semestre de 2014**. Disponível em:

<<http://www.blocobrasil.com.br/noticias/481-blocos-de-concreto-fabricantes-preveem-estabilidade-com-potencial-de-crescimento-no-primeiro-semester-de-2014>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FURLAN, C. C. **Patologia das anomalias das alvenarias e revestimentos argamassados**. São Paulo: Pini 2015.

FERRONATO H. N. **Comparação de custos na execução de prédio com estrutura pré-moldada e estrutura convencional em concreto armado**. 2016. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Profissionalizante) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MAMEDE, F. C.; CORRÊA, M. R. S. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Paulo, v. 8, n. 33, p. 1-27, ago. 2006.

MILITO, J. A. **Apostila de técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Campinas, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas, 2004. 303 p. (Apostila xerocopiada).

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

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVA, L. B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico**. 2013. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

SUAOBRA. **Traço utilizados para argamassa de assentamento**. Disponível em: <<http://www.suaobra.com.br/dicas/levantamento-obra/confira-qual-traco-usar-na-argamassa-para-assentamento-de-blocos>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

SINDUSCON – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Bloco vazado de concreto para alvenaria estrutural**. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Blocos_de_Concreto_para_Alvenaria_Estrutural.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

TAMAKI, L. **Blocos cerâmicos**. Disponível em: < <http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/31/como-se-faz-blocos-ceramicos-186417-1.aspx>>. Acesso em: 23 out. 2018.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias: causas, diagnósticos e previsibilidade**. 2008. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- ANEXOS

ANEXO I – TIPOS DE ALVENARIA QUANTO A FUNÇÃO



Figura - 3: Alvenaria de vedação.

Fonte: FERRONATO (2016)



Figura - 4: Alvenaria estrutural.

Fonte: FERRONATO (2016)

ANEXO II – COMPOSIÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

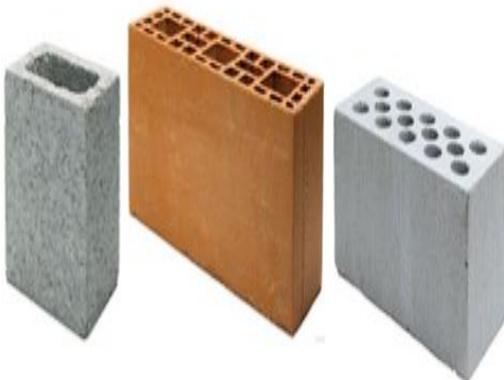


Figura - 5: Bloco estruturais.

Fonte: SILVA (2013, p. 20).



Figura - 6: Argamassa de assentamento.

Fonte: SUAOBRA (2016).

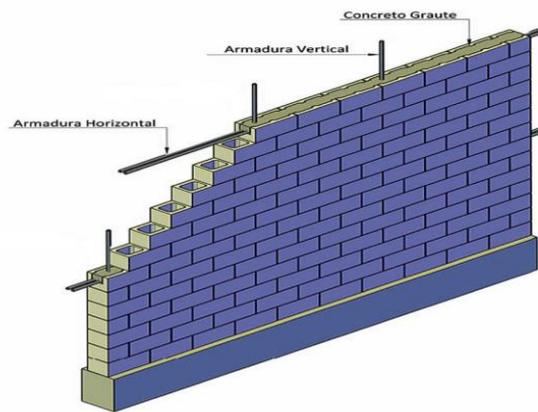


Figura - 7: Graute e armaduras.

Fonte: TAUIL E NESSE (2010, p.72).

ANEXO III – CONTROLES TECNOLÓGICOS (ANÁLISE DIMENSIONAL)



Figura - 8: Métodos de ensaio (COMPRIMENTO, LARGURA E ALTURA).

Fonte: AUTOR

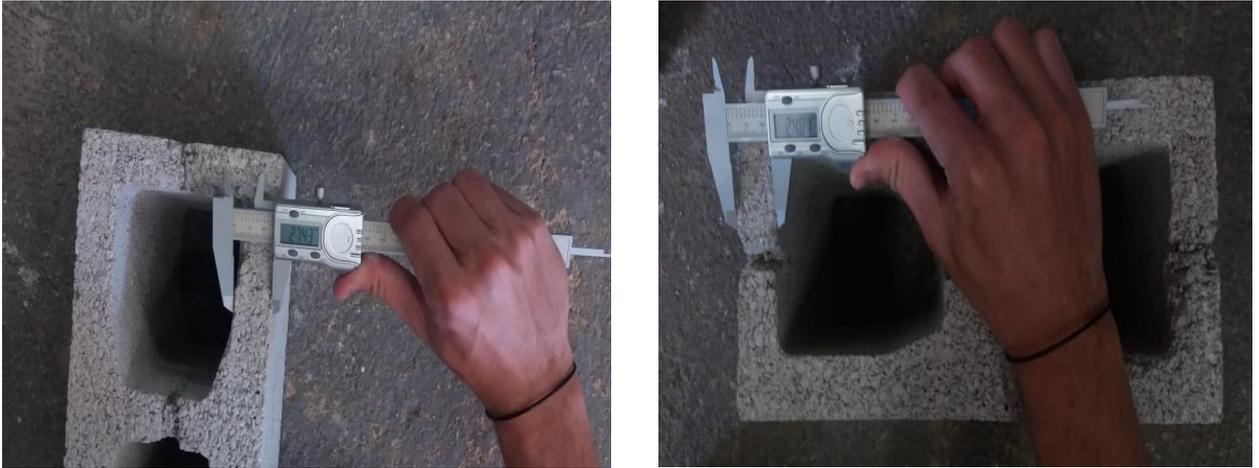


Figura - 9: Métodos de ensaio (ESPESSURA DE PAREDES LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS).

Fonte: AUTOR



Figura - 10: Métodos de ensaio (DIMENSÕES DOS FUROS).

Fonte: AUTOR



Figura - 10: Métodos de ensaio (MÍSULAS DE ACOMODAÇÃO).

Fonte: AUTOR

ANEXO IV – MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MEDIANTE A FALTA DE CONTROLES TECNOLÓGICOS (ANÁLISE DIMENSIONAL)

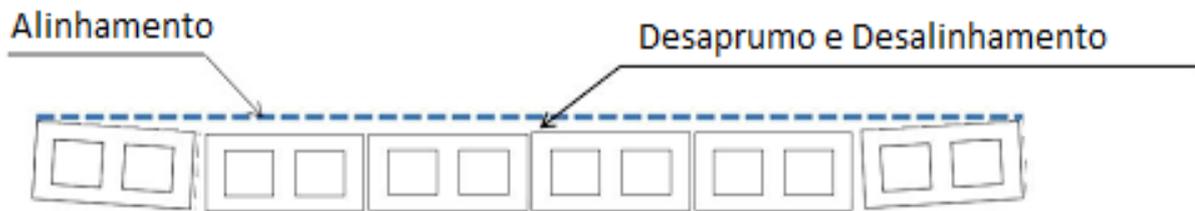


Figura - 11: Desaprumos e desalinhamentos em alvenaria estrutural.

Fonte: ABNT NBR 15961 - 2 (2011, p.21).

ANEXO V – CONTROLES TECNOLÓGICOS (ABSORÇÃO)



Figura - 11: Métodos de ensaio (MASSA SECA, SATURADA E APARENTE).

Fonte: AUTOR.

ANEXO VI – MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MEDIANTE A FALTA DE CONTROLES TECNOLÓGICOS (ABSORÇÃO)

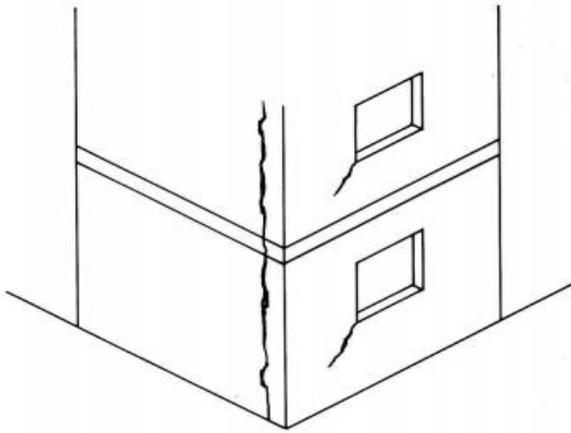


Figura – 12: Fissuras verticais.
Fonte: THOMAZ (1989, p. 38).

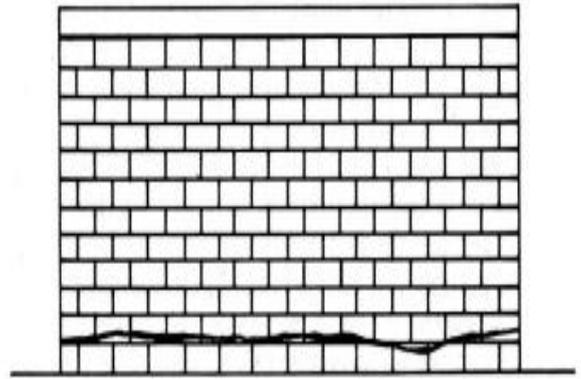


Figura – 13: Fissuras horizontais.
Fonte: THOMAZ (1989, p. 40).



Figura – 14: Eflorescências.
Fonte: SILVA (2013)



Figura – 15: Eflorescências.
Fonte: SILVA (2013).

ANEXO VII – CONTROLES TECNOLÓGICOS (RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO)

Figura – 16: Métodos de ensaio (RESISTENCIA A COMPRESSÃO).

Fonte: AUTOR.

ANEXO VIII – MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MEDIANTE A FALTA DE CONTROLES TECNOLÓGICOS (RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO)

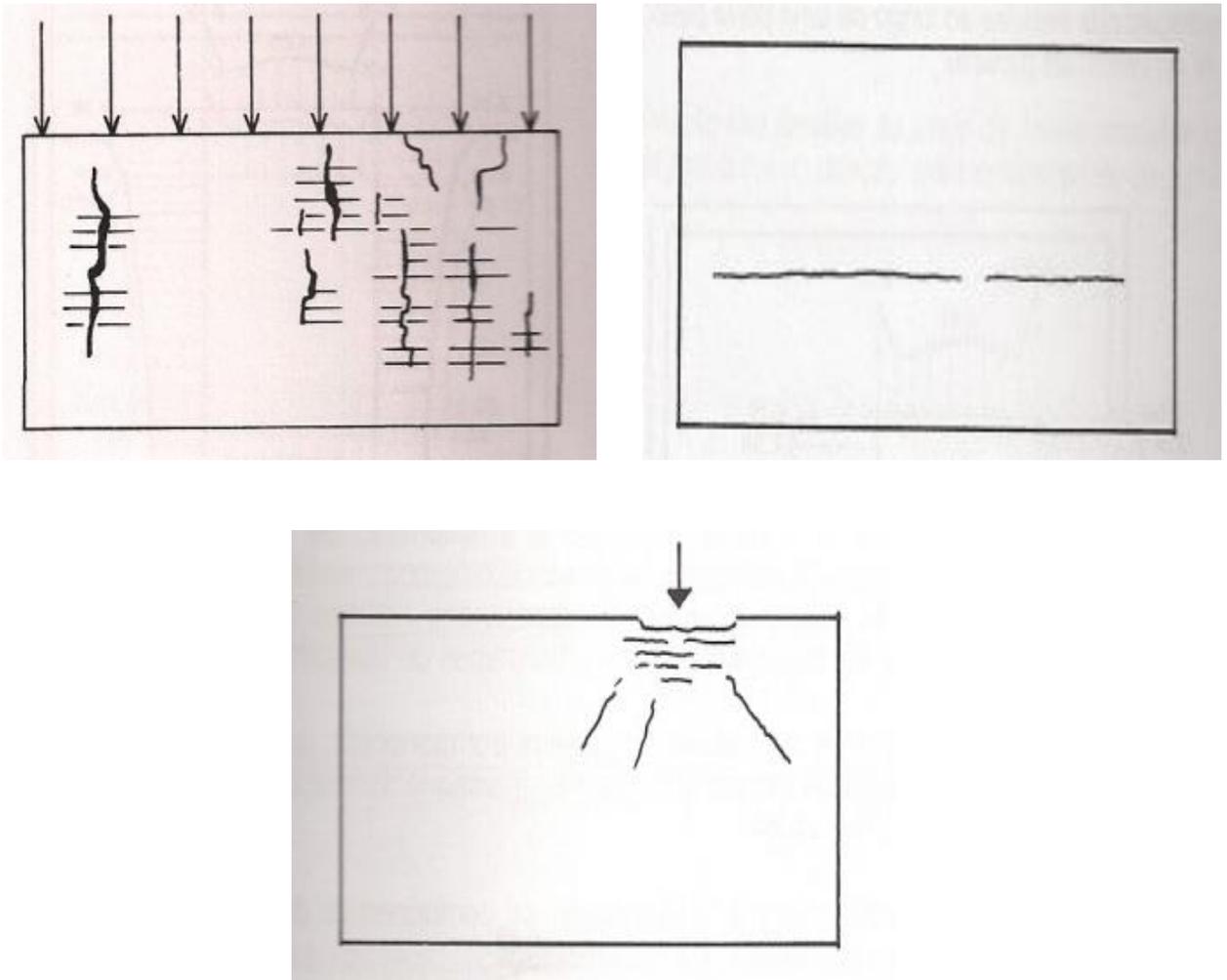


Figura – 17: Manifestações patológicas (resistência a compressão)

Fonte: VALLE (2008, p.29).

ANEXO VIII – MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MEDIANTE A FALTA DE CONTROLES TECNOLÓGICOS (RETRAÇÃO LINEAR POR SECAGEM)

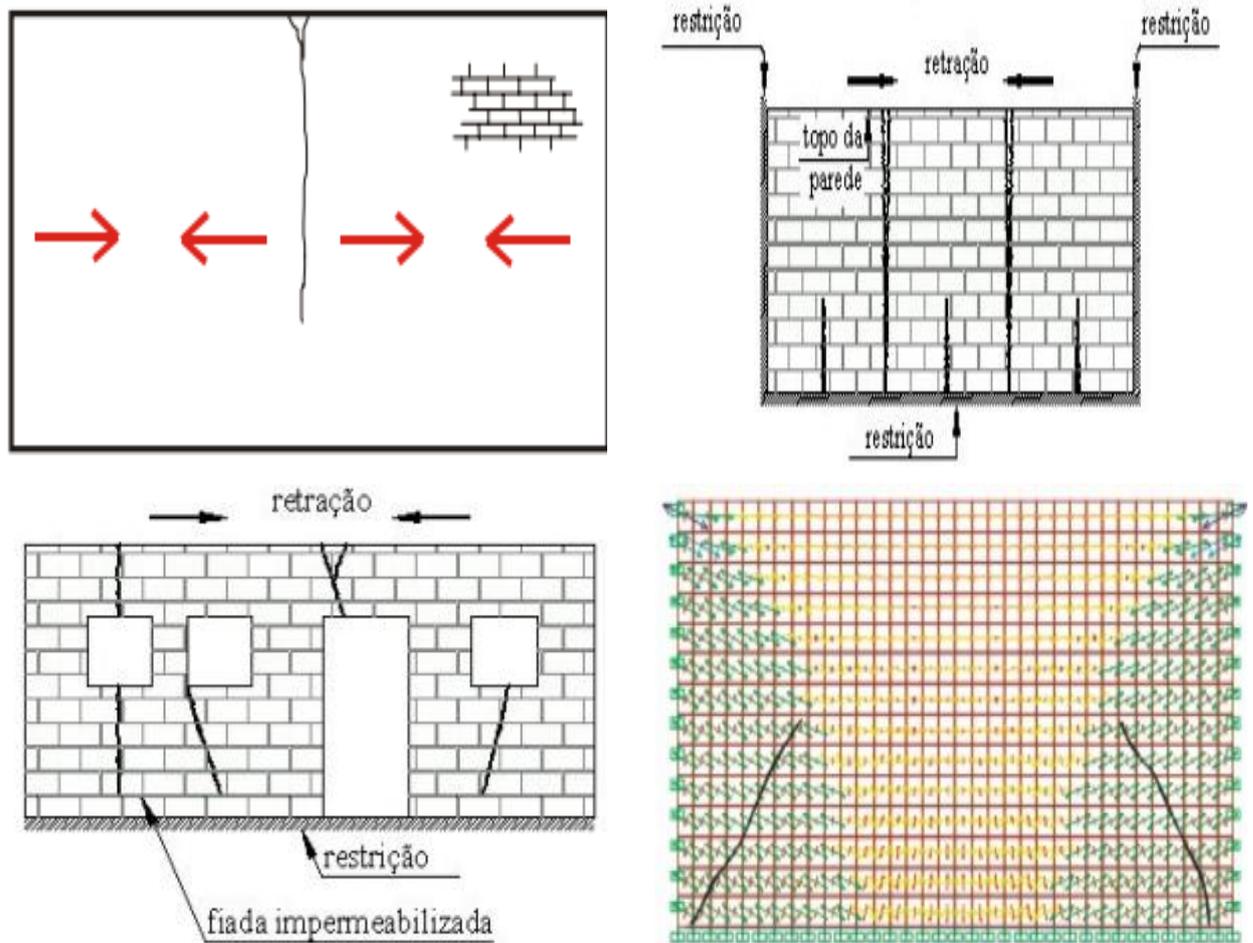


Figura – 18: Manifestações patológicas (RETRAÇÃO LINEAR POR SECAGEM)

Fonte: MAGALHÃES (2004, p.63).