

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PEDRO HENRIQUE BORGES COSTA**

**ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE  
VEDAÇÃO E AUTOPORTANTES UTILIZADOS NA REGIÃO  
DE ANÁPOLIS**

**ANÁPOLIS / GO**

**2018**

**PEDRO HENRIQUE BORGES COSTA**

**ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE  
VEDAÇÃO E AUTOPORTANTES UTILIZADOS NA REGIÃO  
DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADORA: KÍRIA NERY ALVES DO E. S. GOMES**

**ANÁPOLIS / GO: 2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, PEDRO HENRIQUE BORGES

Estudo de qualidade dos blocos cerâmicos de vedação e autoportantes utilizados na região de Anápolis

85P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Bloco cerâmico

2. Tijolo de vedação

3. Tijolo maciço

4. Materiais de construção

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, Pedro Henrique Borges. Estudo de qualidade dos blocos cerâmicos de vedação e autoportantes utilizados na região de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 85p. 2018.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Pedro Henrique Borges Costa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de qualidade dos blocos cerâmicos de vedação e autoportantes utilizados na região de Anápolis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Pedro Henrique Borges Costa

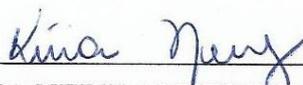
E-mail: engpedrohborges@hotmail.com

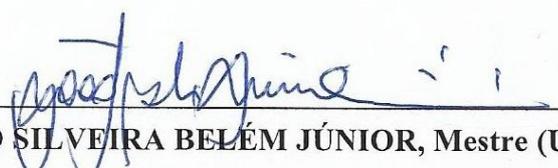
**PEDRO HENRIQUE BORGES COSTA**

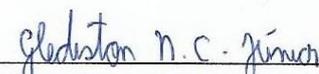
**ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERAMICOS DE  
VEDAÇÃO E AUTOPORTANTES UTILIZADOS NA REGIÃO  
DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**KÍRIA NERY ALVES DO E. S. GOMES, Mestra (UniEvangélica)  
(ORIENTADORA)**

  
\_\_\_\_\_  
**JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR, Mestre (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

  
\_\_\_\_\_  
**GLEDISTON NEPOMUCENO COSTA JÚNIOR, Mestre (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 27 de novembro de 2018.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois, o Senhor me deu forças e sabedoria para concluir mais esta fase em minha vida. Agradeço a professora Kíria, minha orientadora, por ter me auxiliado desde a escolha do tema até o final do trabalho me dando todo o suporte necessário, aos técnicos laboratoriais que me ajudaram em todos os ensaios realizados e aos demais professores que me assistiram nas partes estatísticas e práticas desta pesquisa. Agradeço a minha família e a Andressa que me apoiaram em todos os momentos e me deram todo o suporte para completar minha pesquisa.

Pedro Henrique Borges Costa

## RESUMO

Este trabalho, realizado na cidade de Anápolis no estado de Goiás, tem como objetivo verificar a qualidade dos blocos cerâmicos de vedação e autoportantes fornecidos na cidade. Estes materiais de construção foram escolhidos pois Anápolis possui muitas olarias circunvizinhas. Outro fator importante a ser considerado é a falta de fiscalização no país que permite aos fabricantes produzirem um produto de baixa qualidade e sem responsabilidade. Entretanto, um dos fatores chaves para a realização desta pesquisa é a recente atualização da norma técnica NBR 15.270, que normatiza os blocos cerâmicos estruturais, de vedação e tijolos maciços usados na construção civil, no final do ano de 2017. A pesquisa dividiu-se em quatro etapas, sendo a primeira a realização de um levantamento teórico sobre a cerâmica, sua composição e utilização na construção civil. Na segunda fez-se um levantamento quantitativo de quantas casas de materiais de construção existem na cidade. A terceira aplicou-se questionários em uma amostragem das casas de materiais para realizar um levantamento sobre o tipo de cliente tipo da região, obter mais informações sobre os fornecedores/fabricantes e ainda adquirir corpos de prova para serem realizados os ensaios exigidos pela norma atualizada. Já a quarta etapa realizou-se os ensaios previstos na norma e avaliou-se o controle de qualidade dos materiais fornecidos na região. Verificou-se através dos ensaios uma baixa qualidade dos blocos quando analisados à luz da norma, pois, apenas alguns blocos foram aprovados em determinados itens específicos, porém, todos reprovados quando analisou-se o contexto geral de características individuais necessárias por bloco. Considerando os resultados da pesquisa, confirmou-se que existe uma baixa qualidade dos blocos cerâmicos produzidos/fornecidos na região devido aos motivos citados anteriormente.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Blocos cerâmicos. Tijolo de vedação. Tijolo maciço. Materiais de construção. Estudo de qualidade.

## **ABSTRACT**

This work, carried out in the city of Anápolis in the state of Goiás, aims to verify the quality of the ceramic and self-supporting ceramic blocks supplied in the city. These building materials were chosen because Annapolis has many surrounding potteries. Another important factor to consider is the lack of supervision in the country that allows manufacturers to produce a low quality product without liability. However, one of the key factors for this research is the recent updating of technical standard NBR 15.270, which regulates the structural, sealing and solid bricks used in civil construction, at the end of 2017. The research was divided into four stages, the first being the realization of a theoretical survey on ceramics, its composition and use in civil construction. In the second one was made a quantitative survey of how many houses of building materials exist in the city. The third one applied questionnaires in a sampling of the houses of materials to carry out a survey on the type of client type of the region, to obtain more information about the suppliers / manufacturers and still to acquire bodies of evidence to be carried out the tests required by the updated norm. The fourth stage was carried out the tests provided for in the standard and the quality control of the materials supplied in the region was evaluated. It was verified through the tests a low quality of the blocks when analyzed in the light of the norm, because only a few blocks were approved in certain specific items, but all failed when the general context of individual characteristics required by block was analyzed. Considering the results of the research, it was confirmed that there is a low quality of the ceramic blocks produced / supplied in the region due to the reasons previously mentioned.

### **KEYWORDS:**

Ceramic blocks. Sealing brick. Solid brick. Construction materials. Quality Study.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Locais para medição de largura .....	36
Figura 2 – Locais para medição de altura.....	36
Figura 3 – Locais para medição de comprimento .....	36
Figura 4 – Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos.	37
Figura 5 – Desvio em relação ao esquadro – Representação esquemática.....	38
Figura 6 – Representação esquemática de desvio côncavo .....	39
Figura 7 – Representação esquemática de desvio convexo.....	39
Figura 8 – Compressão axial de blocos e tijolos .....	43
Figura 9 – Mapa de concentração de fornecedoras de materiais de construção.....	48
Figura 10 – Mapa de concentração com regiões subdivididas .....	49
Figura 11 – Amostras de blocos coletadas das oito empresas.....	50
Figura 12 – Características visuais – Identificação .....	52
Figura 13 – Características visuais – Comprimento.....	53
Figura 14 – Características visuais – Esquadro .....	53
Figura 15 – Características geométricas – Planeza das faces .....	54
Figura 16 – Características físicas – Massa úmida.....	54
Figura 17 – Ensaio de resistência a compressão.....	55
Figura 18 – Blocos submersos.....	55
Figura 19 – Bloco resistindo após sua ruína.....	70
Figura 20 – Elemento resultante dos destroços do bloco .....	70
Figura 21 – Bloco cerâmico estrutural sendo submetido ao ensaio de compressão.....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Público alvo das casas de materiais de construção.....	56
Gráfico 2 – Quantidade de material vendido por cliente.....	57
Gráfico 3 – Características mais importantes na escolha do fornecedor.....	58
Gráfico 4 – Lojistas que possuem ciência da norma NBR 15.270.....	58
Gráfico 5 – Grupo com maior capacidade de influenciar os produtores segundo os entrevistados .....	59
Gráfico 6 – Resistência característica de cada lote (MPa) .....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Determinação das características – Sumário dos métodos de ensaio .....	51
Quadro 2 – Determinação das características físicas e mecânicas – Sumário dos métodos de ensaio .....	51
Quadro 3 – Corpos de prova aprovados na vistoria das características visuais .....	60
Quadro 4 – Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção em Anápolis realizada em setembro de 2018 .....	81

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Dimensões nominais dos blocos cerâmicos de vedação - VED .....	28
Tabela 2 – Classificação dos blocos cerâmicos VED conforme a resistência e teor de absorção de água.....	29
Tabela 3 – Classificação dos blocos cerâmicos EST conforme modelo, classe e definição ....	32
Tabela 4 – Classificação dos blocos cerâmicos EST conforme a resistência e teor de absorção de água.....	32
Tabela 5 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos estruturais e de vedação para alvenaria racionalizada - EST .....	33
Tabela 6 – Resultado da determinação de características geométricas .....	61
Tabela 7 – Resultado dos ensaios de características físicas .....	65
Tabela 8 – Valores de $\Phi$ em função da quantidade de blocos.....	67
Tabela 9 – Cálculo de $f_{bk}$ e resistência média à compressão.....	67
Tabela 10 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão (MPa).....	68
Tabela 11 – Resultados dos ensaios de tijolos cerâmicos maciços .....	69
Tabela 12 – Resultados dos ensaios de blocos cerâmicos estruturais/autoportantes.....	71

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA**

ABCERAM	Associação Brasileira de Cerâmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira
VED	Vedação
EST	Estrutural

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
1.3 METODOLOGIA .....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 BLOCOS .....	18
2.2 BLOCOS CERÂMICOS.....	19
<b>2.2.1 A cerâmica e a história.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2 Definição e composição .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 A cerâmica vermelha.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 Tijolo Maciço .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.5 Bloco Cerâmico.....</b>	<b>25</b>
2.2.5.1 Blocos cerâmicos de vedação .....	27
2.2.5.2 Blocos de alvenaria racionalizada.....	29
2.2.5.3 Blocos cerâmicos estruturais.....	30
<b>3 ENSAIOS DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS .....</b>	<b>34</b>
3.1 CONCEITOS GERAIS .....	35
3.2 ENSAIOS DOS BLOCOS CERÂMICOS.....	35
<b>3.2.1 Determinação das características geométricas .....</b>	<b>35</b>
3.2.1.1 Determinação das medidas das faces – dimensões efetivas.....	36
3.2.1.2 Determinação da espessura das paredes externas e septos dos blocos e tijolos.....	37
3.2.1.3 Determinação do desvio em relação ao esquadro ( <i>D</i> ) .....	38
3.2.1.4 Determinação da planeza das faces ( <i>F</i> ).....	39
3.2.1.5 Determinação da área bruta ( <i>A<sub>b</sub></i> ).....	40
<b>3.2.2 Determinação das características físicas .....</b>	<b>40</b>
3.2.2.1 Massa seca ( <i>m<sub>s</sub></i> ).....	40
3.2.2.2 Massa úmida ( <i>m<sub>u</sub></i> ) .....	41
3.2.2.3 Índice de absorção de água .....	41
<b>3.2.3 Determinação da resistência à compressão.....</b>	<b>42</b>

3.3	CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO .....	44
3.3.1	<b>Identificação e Características visuais.....</b>	<b>44</b>
3.3.2	<b>Características geométricas.....</b>	<b>44</b>
3.3.3	<b>Características físicas e mecânicas .....</b>	<b>45</b>
4	<b>METODOLOGIAS, PROCEDIMENTOS E RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
4.1	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	46
4.1.1	<b>Etapas de desenvolvimento do projeto .....</b>	<b>46</b>
4.1.2	<b>Método de levantamento de dados.....</b>	<b>46</b>
4.1.3	<b>Elaboração do questionário .....</b>	<b>47</b>
4.1.4	<b>Cálculos Estatísticos .....</b>	<b>47</b>
4.1.5	<b>Amostragem de Blocos .....</b>	<b>50</b>
4.1.6	<b>Aplicação dos questionários e obtenção dos blocos.....</b>	<b>50</b>
4.1.7	<b>Procedimentos de ensaio .....</b>	<b>51</b>
4.1.7.1	Características visuais .....	52
4.1.7.2	Características geométricas .....	52
4.1.7.3	Características Físicas .....	54
4.1.7.4	Características Mecânicas .....	55
4.2	RESULTADOS .....	56
4.2.1	<b>Pesquisa de campo.....</b>	<b>56</b>
4.2.2	<b>Resultados dos ensaios laboratoriais .....</b>	<b>59</b>
4.2.2.1	Caraterísticas visuais.....	60
4.2.2.2	Identificação.....	60
4.2.2.3	Características geométricas.....	61
4.2.2.4	Características Físicas .....	65
4.2.2.5	Resistência à compressão.....	66
4.2.2.6	Tijolos maciços .....	69
4.2.2.7	Blocos autoportantes .....	70
5	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>72</b>
5.1	PESQUISA DE CAMPO .....	72
5.2	CARACTERÍSTICAS VISUAIS .....	72
5.3	IDENTIFICAÇÃO.....	73
5.4	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	73
5.5	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	73
5.6	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	74

5.7	TIJOLOS MACIÇOS.....	74
5.8	BLOCOS AUTOPORTANTES.....	75
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	77
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE A – LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE CASAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO NA CIDADE DE ANÁPOLIS .....</b>	<b>781</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS CASAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>785</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção de uma edificação é fruto de um completo sistema que se inicia na idealização de um projeto e termina com a entrega da obra para o cliente. Um bom projeto mal executado não atingirá seus objetivos, da mesma forma uma boa execução com materiais de baixa qualidade acarretará em diversos problemas e patologias em pouco tempo, além da redução da vida útil da edificação. Assim, para que o sistema construtivo obtenha sucesso é necessário que três fatores efetivem sua função de maneira apropriada, são eles: o projeto, a mão de obra executora e os materiais de construção utilizados na obra.

Um projeto na construção civil (arquitetônico, estrutural, elétrico e etc) consiste em uma representação gráfica desenvolvida por um profissional habilitado, engenheiro civil ou arquiteto, que simula como será a obra após sua construção através de recursos como plantas baixas, cortes, vistas, especificações de materiais e etc, também tendo como função essencial o cálculo prévio das dimensões das estruturas, limitações de cargas e estudo de caso para avaliar a viabilidade da construção.

A mão de obra executora consiste no grupo de indivíduos que, a partir dos projetos, executam a obra representada, de modo a garantir que a edificação real obedeça a risca os critérios de dimensão, locação e materiais especificados pelo projetista. Este grupo geralmente é formado por um indivíduo legalmente habilitado para execução e responsabilidade técnica sobre a edificação a ser construída, profissionais de engenharia/arquitetura auxiliares, mestres de obras, pedreiros, marceneiros, pintores, encanadores e outros profissionais que possam contribuir para o concebimento da edificação.

Os materiais de construção são o substrato da obra, a própria essência que compõe a estrutura edificada, geralmente constituída de material inerte que possui características físico-químicas como resistência e durabilidade previamente analisadas e ensaiadas. Tais materiais possuem resistência limitada quando expostos a tensões e diferentes reações quando submetidos a intempéries. Sobre a importância do conhecimento dos materiais de construção expõe o Isaia (2010):

Todos, porém, devem ter em mente que aquelas deduções de cálculo serão empregadas em materiais, cujas propriedades, limitações, vantagens e utilização deverão ser perfeitamente conhecidas. Não adianta saber apenas calcular uma viga; é preciso saber também dosar o concreto de modo a obter a resistência prevista, e depois saber controlar sua preparação durante a obra toda (ISAIA, 2010, p. 1).

Alguns materiais de construção ainda possuem um processo de fabricação semi-artesanal, moldados in loco ou preparados no próprio canteiro de obras, fatores esses que

somados à falta de fiscalização pelos órgãos competentes para com os produtores de materiais de construção no país e a existência de grandes quantidades de fábricas de materiais clandestinos, fazem com que muitos materiais adquiridos não tenham suas características geométricas, físicas e até mesmo mecânicas asseguradas, gerando risco aos consumidores de tais materiais, desconfiança por parte dos comerciantes que distribuem os materiais e uma enorme perda de qualidade do produto final de uma edificação.

Nesta pesquisa objetiva-se focar no estudo de qualidade de um dos três fatores primordiais citados anteriormente, os materiais de construção utilizados nas obras, mais especificamente, os blocos cerâmicos de vedação. Dentre os fatores determinantes para o estudo dos materiais cerâmicos destaca-se a recente atualização da norma técnica brasileira NBR 15270 “Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria”, que determina as características geométricas, visuais, físicas e mecânicas que os blocos e tijolos cerâmicos produzidos no Brasil devem atender. Sua antiga versão, elaborada em 2005, era constituída de três partes, onde, a primeira tratava da terminologia e requisitos dos blocos cerâmicos de vedação, a segunda tratava da terminologia e requisitos dos blocos cerâmicos estruturais e a terceira abordava os métodos de ensaios para ambos os blocos, estruturais e de vedação. A versão atualizada entrou em vigor no dia 29 de novembro de 2017 e trouxe algumas mudanças importantes no estudo dos blocos cerâmicos, principalmente pelo fato de reorganizar as três partes da antiga norma em apenas duas, atualizar a normatização para tijolos maciços cerâmicos e trazer um estudo mais aprofundado sobre alvenaria racionalizada.

Ainda podemos considerar que a importância do estudo de qualidade dos blocos se dá pelo fato de serem um material de construção amplamente utilizado no Brasil, principalmente os cerâmicos, popularmente conhecidos como tijolos (maciço, baiano, furado e etc), de tal modo que alguns profissionais alegam que os blocos fazem parte da “cesta básica” da construção civil brasileira. Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER, 2010), somente a indústria da construção civil consome 10.300.000 toneladas de argila por mês confeccionando blocos e telhas para o comércio nacional.

Com base nos argumentos citados, esta pesquisa busca estudar os blocos cerâmicos comercializados na região da cidade de Anápolis, ensaiá-los para comparar suas características com as mínimas previstas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e analisar a procedência dos blocos mais adquiridos pelas construtoras e casas de materiais de construção da região.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Na graduação do curso de Engenharia Civil, observa-se, nas matérias onde se estudam os materiais de construção e seus ensaios de qualidade, que grande parte dos materiais amplamente utilizados na construção civil não são aprovados no padrão de qualidade estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), órgão privado que se destina a padronizar as técnicas de produção feitas no país, fazendo com que muitos elementos, como os blocos, tenham extremas variações em sua geometria e baixo desempenho quando submetidos a tensões atuantes.

Desse modo, como os materiais utilizados em uma construção são um dos fatores de maior destaque no sucesso ou fracasso do processo construtivo de uma edificação, faz-se necessário um estudo criterioso sobre a qualidade dos materiais utilizados na cidade de Anápolis, bem como auxiliar os produtores e distribuidores a fornecerem um material de melhor qualidade e confiança para o mercado consumidor. Outro fator de suma importância para o estudo dos blocos cerâmicos se dá pela recente atualização da NBR 15270/2017.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Pesquisar quais os tipos de blocos cerâmicos mais utilizados na cidade de Anápolis e sua procedência, verificando sua qualidade nos critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas e o controle de qualidade por parte dos proprietários de casas de materiais de construção traçando ainda o perfil do cliente local.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Realizar um estudo aprofundado sobre os materiais cerâmicos desde o início de sua utilização na história até os dias atuais, verificando a utilização dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação no mercado construtivo contemporâneo.

Consultar empresas distribuidoras de materiais de construção através de questionários sobre quais os tipos e características dos blocos mais utilizados, realizando uma análise do perfil dos clientes que compõem aquela região, verificando quais os principais fatores que

influenciam na escolha do fornecedor e na concorrência do mercado distribuidor e adquirir blocos cerâmicos para análise nas empresas entrevistadas.

Ensaiair os elementos adquiridos nas empresas consultadas utilizando os parâmetros fornecidos pela ABNT, permitindo um maior controle de qualidade acerca dos materiais utilizados nas edificações com o intuito levar mais segurança e satisfação para os consumidores.

### 1.3 METODOLOGIA

A pesquisa será realizada através de pesquisa bibliográfica em livros e artigos sobre os assuntos juntamente com as normas referentes ao controle de qualidade dos blocos cerâmicos, levantamento quantitativo e qualitativo de dados sobre casas de materiais de construção existentes na cidade de Anápolis, pesquisa de campo através de entrevista e preenchimento de formulário por donos/responsáveis das empresas pré-determinadas, aquisição de material para ensaio nas lojas entrevistadas e determinar as características dos blocos que serão obtidas através dos ensaios realizados conforme ordenamento das normas técnicas.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo da pesquisa abordará a introdução sobre o assunto e os objetivos a serem alcançados no estudo do tema proposto. O segundo capítulo será constituído da revisão bibliográfica, textos que fundamentarão a história, composição e características dos blocos cerâmicos. O terceiro capítulo tratará dos ensaios previstos pela ABNT para a determinação das características apresentadas pelos blocos e seu nível de qualidade. O quarto capítulo abordará a metodologia do levantamento de dados, pesquisa de campo, ensaios realizados e os resultados obtidos durante o prosseguimento da pesquisa. O quinto capítulo consistirá nas análises dos resultados realizadas a partir dos resultados da pesquisa de campo e dos testes laboratoriais. O sexto capítulo fará as considerações finais da pesquisa e do tema abordado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BLOCOS

Segundo Stragliotto *et al.* (2016) desde o início da humanidade o ser humano sempre precisou de meios para se proteger dos perigos oferecidos pela natureza, sejam animais, intempéries ou até mesmo seus próprios semelhantes, criando assim a necessidade de o homem desenvolver métodos que lhe garantissem mais segurança, comodidade e conforto. O conceito da alvenaria foi criado nessa mesma época, mais especificamente quando os grupos nômades deixaram suas características de andarilhos e começaram a se aglomerar em pequenos grupos e a utilizar pedras para cercar seus acampamentos buscando criar barreiras para separar suas moradias do ambiente externo, porém, a ideia inicial estava longe de ser a solução para este problema, pois, o fato de apenas empilharem pedras umas sobre as outras limitava a resistência dessas barreiras fazendo-se necessário uma substância aglomerante para proporcionar melhores características para a estrutura.

Com o passar dos anos novos tipos de artefatos bélicos foram desenvolvidos, esse fato fez com que o desejo de expansão de território das sociedades da Idade Antiga fosse aguçado eclodindo em diversas guerras ao longo da história, obrigando os seres humanos a evoluírem os simples conceitos de abrigo para a construção de barreiras maiores, mais resistentes e mais duráveis, surgindo assim as fortalezas, muros e castelos. Para que estas necessidades de segurança e estruturação fossem atendidas, novas tecnologias foram desenvolvidas conforme a sociedade foi evoluindo e o ser humano passou a utilizar novas técnicas construtivas; entre elas podemos destacar os materiais ligantes, mais conhecidos como aglomerantes, como a cal, e substratos mais eficientes para a confecção de blocos, como a argila e o concreto hodiernamente (COSTA, 2010).

No Brasil os blocos são elementos construtivos amplamente utilizados na construção civil, geralmente encontrados nas alvenarias ou alicerces das paredes. Segundo Costa (2010) eles podem ser descritos como componentes prismáticos que possuem dimensões variadas e furos paralelos a qualquer de seus eixos. Dentre as funções dos blocos se destacam a separação dos ambientes servindo de elemento de vedação, isolante térmico-acústico ou até mesmo exercendo uma função estrutural resistindo e transmitindo as cargas solicitantes à estrutura. Atualmente a grande maioria dos blocos utilizados na construção civil são constituídos de pedras artificiais, que Bauer (2012) classifica como uma espécie de material que substitui as pedras naturais em suas aplicações, pois, suas características são semelhantes

às pedras naturais, entretanto, mesmo com aparência semelhante às naturais, as pedras artificiais podem possuir características completamente diferentes de tais, de modo a garantir melhor sucesso na realização de diferentes funções quando comparados às pedras naturais. Bauer (2012) ainda salienta que as pedras artificiais normalmente são classificadas em dois grandes grupos, sendo eles os materiais de cerâmica e os de cimento. Os blocos podem ser constituídos por diversos tipos de materiais, porém, comumente são encontrados blocos de argila cozida (cerâmicos) ou de concreto.

Neste capítulo será abordado o estudo dos blocos cerâmicos em suas funções como alvenaria de vedação ou alvenaria estrutural.

## 2.2 BLOCOS CERÂMICOS

### 2.2.1 A cerâmica e a história

A indústria cerâmica é uma das mais antigas do mundo, pois, se trata de um material que possui grande abundância em sua matéria-prima, o barro, baixo custo de aquisição, grande durabilidade, fácil moldagem e produção. No período neolítico, a necessidade de armazenar alimentos levou o homem à criação de componentes de barro, inicialmente utilizando apenas utensílios secos naturalmente, mas, na busca de novas tecnologias chegou-se a conclusão de que aquecer o barro gerava um produto muito mais rígido e durável, fazendo com que a cerâmica fosse um material de suma importância para o homem neolítico. Os egípcios e os assírios, há cerca de 3500 anos a.C., já utilizavam as cerâmicas vidradas em suas construções. Estima-se que cerâmica branca data do século VII da China, onde os chineses utilizavam a cerâmica branca no processo de fabricação de porcelanas, porém, para o restante do mundo esse tipo de material foi datado como mais recente, mais precisamente no século XVIII, na Europa Central. Nas últimas décadas, foram desenvolvidas novas tecnologias e utilizadas novas matérias-primas, sendo a especialização na área da engenharia cerâmica um dos maiores avanços já realizados nesse ramo de atuação, o que resultou no aperfeiçoamento dos produtos convencionais, no desenvolvimento de novos e mais eficientes processos de fabricação, desenvolvimento de cerâmicas de alta tecnologia, que suportam temperaturas extremamente elevadas, possuem grande resistência mecânica e dimensões precisas, sendo utilizadas em setores como a indústria aeroespacial, eletrônica e outras. A cerâmica se torna extremamente importante na área da construção civil visto que a alvenaria é

considerada o processo construtivo mais antigo encontrado na história da humanidade (BAUER 2012; INMETRO, 2011; ISAIA, 2010).

### 2.2.2 Definição e composição

Bauer (2012) define cerâmica como:

Chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas. Em certos casos, pode ser suprimida alguma das etapas citadas, mas, a matéria-prima é a argila. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila (BAUER, 2012, p.526).

Desta maneira podemos definir que os produtos cerâmicos são obtidos como resultado da mistura entre argila e água que, após secos, passam pelo processo de cozimento, sendo que apenas a secagem da mistura entre argila e água já gera um material com resistência considerável, porém, extremamente instável na presença de água, necessitando assim do processo de queima para ser considerado cerâmica. Um exemplo de material resultante da secagem sem queima da mistura entre argila e água é o adobe, que consiste em um tijolo formado de barro, palha e outras fibras naturais, que era amplamente utilizado nos tempos antigos sendo citado na Bíblia Sagrada no livro do Êxodo (RIBEIRO, 2002; TRECCO, 2016).

Definidos os conceitos básicos de cerâmica, faz-se necessário um aprofundamento maior no estudo da composição das argilas como material fundamental da composição da cerâmica, haja vista que as características da argila é o fator principal que irá definir o tipo de cerâmica resultante, sua classificação e utilização.

Em uma definição mais simples e totalmente voltada para a a construção civil, Ribeiro (2002) define que “A argila é um material composto basicamente por silicatos de alumínio hidratados, formando com a água uma pasta plástica, susceptível de transformar-se nos diversos materiais cerâmicos utilizados na construção civil”.

As argilas podem ser descritas como uma espécie de material natural terroso, de baixa granulometria, que adquire uma alta plasticidade quando misturada com água, sendo essa mistura popularmente conhecida como barro. Durante muitos anos a composição das argilas foi um mistério, mas, hoje em dia é fato que em sua composição as argilas são formadas por diversos tipos de substâncias, sendo a sua base constituída por partículas cristalinas extremamente pequenas que são formadas por substâncias denominadas argilo-

minerais, que por sua vez podem ser definidos como silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, somados a um percentual de elemento álcalis e alcalino-terroso. Os argilo-minerais também podem possuir em sua composição uma quantidade variada de sílica, quartzo, alumina, mica, pirita, ferro, cálcio, hematita, magnésio e ainda uma taxa de matéria orgânica. Com relação a sua formação, as argilas podem ser classificadas como residuais, resultado da decomposição superficial de rochas presentes no próprio local, ou ainda sedimentares, resultado de um processo onde camadas sedimentares são formadas por substâncias depositadas em determinado local trazidas de longe por ventos e chuvas. As argilas sedimentares ainda podem ser subclassificadas como folhelho, que é formado por argilas estratificadas devido ao transporte pela água, ou loess, formada por argilas porosas resultantes do transporte pelo vento. As principais propriedades das argilas são a plasticidade, a retração e o efeito do calor (BAUER, 2012; MENDES *et al.*, 2012).

Bauer (2012) classifica as argilas conforme o seu tipo:

- a) Argilas de cor de cozimento branca: caulins e argilas plásticas (amplamente utilizadas nos tratamentos estéticos ou produção de enfeites cerâmicos);
- b) Argilas refratárias: caulins e argilas altamente aluminosas;
- c) Argilas para produtos de grês (formadas em sua maioria por feldspato; após a queima gera cerâmica impermeável e com uma gama variada de cores);
- d) Argilas para materiais cerâmicos estruturais, amarelas ou vermelhas.

As argilas ainda podem ser classificadas quanto a quantidade de colóides existentes como argilas gordas, quando se trata de uma argila rica em substâncias argilosas e uma elevada plasticidade (deformando muito mais durante o seu processo de cozimento), ou como argilas magras, que por sua vez possuem uma quantidade considerável de sílica, areia fina ou silte, proporcionando uma cerâmica mais porosa, mais frágil e menos plástica (LEGGERINI, 2010).

### **2.2.3 A cerâmica vermelha**

Usualmente na construção civil é utilizada a cerâmica vermelha para a produção dos produtos utilizados na alvenaria, tanto para função estrutural quanto para vedação, sendo muitas vezes a cerâmica vermelha denominada de cerâmica estrutural. Santos (1989)

condiciona e explica a utilização da cerâmica vermelha na construção civil da seguinte maneira:

As argilas, para terem emprego na fabricação de tijolos, devem poder ser moldadas facilmente, ter valor médio ou elevado para a tensão ou módulo de ruptura à flexão, antes e após queimar; costumam apresentar cor vermelha após a queima em baixas temperaturas (geralmente 950°C, que é a temperatura usual de queima para esse tipo de produto), com um mínimo de trincas e empenamentos [...] Argilas sedimentares recentes são geralmente usadas na fabricação de tijolos (SANTOS, 1989, p.393).

Para a produção de uma boa cerâmica vermelha, Isaia (2010) recomenda que a argila seja retirada de um depósito com alto grau de pureza, pois, tais argilas possuem uma maior quantidade de um argilo-mineral predominante e baixas quantidades de outros argilo-minerais e impurezas.

Sales *et al.* (2016) realiza um estudo sobre a composição mineralógica das argilas para fabricação de cerâmica vermelha no nordeste brasileiro e define que:

As argilas para produtos cerâmicos têm como principais constituintes: os silicatos que são os principais constituintes das argilas e sua unidade fundamental é o tetraedro silício oxigênio; os minerais do grupo caulinita onde a caulinita faz parte da maioria das argilas e tem forma de placas hexagonais irregulares; os minerais do grupo montmorilonita ou esmecita onde este mineral é geralmente encontrado nas bentonitas que são rochas derivadas de cinzas vulcânicas e a água penetra facilmente na montmorilonita provocando o seu inchamento; os minerais micáceos formados pelas micas que são encontradas em muitas argilas, argilitos e xistos; e os minerais de alumínio hidratados como a gipsita, constituinte dos solos lateríticos, que é o principal mineral de alumínio. A bauxita é um minério comum do alumínio, sendo uma mistura de bauxita, caulinita, limonita e outros minerais (SALES, 2016).

Macedo *et al.* (2008) afirma que o conhecimento aprofundado sobre as matérias-primas da argila contribuem diretamente para que o produto final, a cerâmica, tenha propriedades muito superiores, proporcionando uma maior agregação de valor no produto, redução de custos de fabricação e melhora na produção, assim como também afeta o consumidor, pois, quando a cerâmica vermelha possui uma adequada caracterização de sua composição, é gerado um reflexo na produtividade e qualidade do produto final na obra.

A Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2016), separa o processo de fabricação da cerâmica em diversas fases: inicialmente a matéria-prima deve ser minerada de seus depósitos, classificada, tratada e, em alguns casos, purificada para iniciar o processo de produção propriamente dito. Após o tratamento, as matérias-primas são misturadas a água, aditivos e outros componentes que auxiliarão em suas funções solicitantes, pois, raramente emprega-se apenas uma única matéria-prima, mesmo na composição da cerâmica vermelha; as massas resultantes da mistura dos materiais podem ser classificadas em suspensão ou barbotina, massas secas ou semi-secas e massas plásticas. Com as massas prontas e

devidamente classificadas se dá início ao processo de formação das peças, onde cada peça será formada de acordo com as características pretendidas e geometria das peças; os métodos mais utilizados para a formação das peças são:

- a) Colagem ou fundição: processo onde a peça é moldada em uma forma de gesso onde permanece por um determinado tempo. O produto formado reproduz a forma interna do molde;
- b) Extrusão: processo recomendado para massas plásticas, onde são colocados em uma extrusora que compacta a massa e a força a passar por um bocal com o formato desejado para a peça. O produto resultante será uma coluna extrudada com a seção transversal determinada pelo bocal que será cortada com as dimensões desejadas. Esse processo é muito utilizado na produção de tijolos vazados, blocos e tubos cerâmicos.
- c) Prensagem: processo recomendado para massas com baixo teor de umidade, onde a massa é colocada em um molde polimérico que é em seguida fechado hermeticamente e introduzido numa câmara contendo um fluido, que é comprimido e exerce uma forte pressão por igual no molde gerando a peça.

Com a peça já formada se dá início ao tratamento térmico, onde as peças inicialmente são secas em estufa, para eliminar toda água presente e evitar defeitos na peça, e após o processo de secagem se dá início ao processo de queima. Durante a queima as peças são submetidas a temperaturas que variam de 800 a 1700 °C e passam por três fases de aquecimento: a elevação da temperatura até a máxima desejada, o patamar durante certo tempo na temperatura máxima desejada e por final o resfriamento até temperaturas inferiores a 200°C. Normalmente a maioria das peças cerâmicas é retirada do forno, inspecionada e liberada para o consumo, como no caso dos blocos, porém, algumas peças ainda podem passar pelo processo de esmaltação e decoração (ABCERAM, 2016).

#### **2.2.4 Tijolo Maciço**

O INMETRO (2011) define tijolo cerâmico como “componente da alvenaria de vedação ou estrutural não armada cuja matéria prima principal é a argila” e tijolo maciço como “componente da alvenaria que possui todas as faces plenas de material podendo

apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área”. Basicamente as diferenças entre o tijolo maciço, também conhecido como tijolinho, e os blocos cerâmicos propriamente ditos estão no formato, presença de furos e custo de fabricação. O tijolo maciço pode ser descrito como “Componetes que possuem forma paralelepípedica, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área [...] Os tijolos maciços devem possuir dimensões nominais de 19 x 9 x 5,7 cm ou de 19 x 9 x 9 cm.” (Isaia, 2010). Isaia também afirma que os tijolos maciços também devem apresentar uma resistência entre 1,5 e 20,0Mpa, sendo também característica a sua elevada absorção de água que varia entre 15 e 25%. Bauer (2012) ressalva que geralmente o custo de produção do tijolo maciço é menor e seu processo de fabricação mais rudimentar, pois, geralmente é moldado manualmente em olarias utilizando moldes de madeira, porém, quando é necessário utilizar tijolos maciços com maior qualidade e resistência deve-se recorrer aos chamados tijolos maquinados que são tijolos maciços fabricados com processos mais sofisticados e material de qualidade superior, onde os tijolos são fabricados em maquinários ou utilizando formas de maior precisão, como formas metálicas, gerando características mais confiáveis e melhor desempenho em suas funções, apresentando mais regularidade em sua forma geométrica, índice de absorção próximo do desejado, firmeza em suas arestas e maior resistência aos esforços solicitantes.

Um grande problema quando se tratam de tijolos produzidos no Brasil está na falta de padronização das dimensões, pois, a variedade e inconformidade dos elementos prejudica na elaboração dos orçamentos mais precisos, dificulta no processo de racionalização e modulação de alvenarias e ainda acarreta em um aumento no consumo de argamassa para regularização das imperfeições, causando um maior desperdício de material e aumentando o custo da obra, desse modo um dos fatores que contribuem para a falta de confiança dos projetistas para com o uso dos tijolos maciços em construções de responsabilidade é a falta de comprometimento com as normas brasileiras da parte dos fabricantes, pois, no mercado brasileiro dificilmente se encontra tijolos maciços que se adequam aos parâmetros estabelecidos em norma (BAUER, 2012; SPOSTO e PERINI, 2014). Em relação a baixa qualidade dos produtos cerâmicos produzidos no Brasil, Bauer (2012) atribui essa culpa às entidades técnicas e aos consumidores que não exigem melhor qualidade por parte dos fabricantes, visto que existem condições para que o produto seja produzido com boa qualidade conforme exige as normas técnicas brasileiras. Geralmente a utilização dos tijolos maciços se dá em alicerces de pequenas residências, na construção de churrasqueiras ou forno a lenha e ainda com função estética em paredes onde os tijolos ficam aparentes

### 2.2.5 Bloco Cerâmico

O INMETRO (2011) define bloco cerâmico estrutural ou de vedação como “bloco cerâmico que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém”. O bloco cerâmico é aquele popularmente conhecido como “tijolo baiano” que é considerado o material mais utilizados no fechamento de alvenarias no território brasileiro, possuindo duas grandes utilizações básicas: como alvenaria de vedação ou alvenaria estrutural. A maior característica desse bloco, quando comparado ao tijolo maciço, é a presença de furos localizados paralelamente a uma das suas faces, podendo ser os furos produzidos no sentido horizontal ou vertical. Para Bauer (2012) uma dos critérios que faz com que os blocos cerâmicos obtenham tanto sucesso como material de construção está no seu processo de fabricação:

O bloco é fabricado com matéria-prima (barro) em uma linha de produção bem definida, com preparação da matéria-prima em equipamentos como desagregadores, homogeneizadores e laminadores, consistindo em uma matéria-prima de qualidade superior à utilizada na fabricação dos tijolos comuns, e são moldados em marombas saindo da boquilha (matriz) em feiras contínuas, onde são cortados nos tamanhos desejados quanto ao seu comprimento (BAUER, 2012, p.546).

Em contrapartida, Bauer (2012) também explica que a grande variedade de matrizes disponíveis nas indústrias brasileiras faz com que os blocos encontrados no mercado tenham grande variação na quantidade e tipo de furos, nos tamanhos das espessuras das paredes, nas dimensões e nas texturas presentes em suas faces, fazendo com que o projetista sofra com imprevistos de execução provenientes destas variações. Vale ressaltar que características como a distribuição de poros, a textura superficial e a absorção de água, são fundamentais para garantir a aderência da argamassa de assentamento ou de revestimento ao componente cerâmico; também é notório que a resistência a compressão e a variação volumétrica em função de umidade e temperatura, são características de similar relevância (ISAIA, 2010).

Segundo Pereira (2018) dentre as diversas vantagens que os blocos cerâmicos apresentam, podemos destacar as características térmicas e acústicas, além do fato de ser um material mais leve, se comparado ao concreto, e seus blocos possuem dimensões menores, facilitando no manuseio e proporcionando maior liberdade de formas e acabamentos. Devido ao menor peso a cerâmica apresenta uma vantagem de produtividade na construção de paredes, pois, em um mesmo espaço de tempo é possível ao operário assentar uma maior quantidade de metros quadrados de área de tijolos, mesmo com as dimensões reduzidas, quando comparados ao concreto, porém, com a desvantagem de seus blocos serem mais frágeis e necessitarem de uma maior quantidade de blocos por metro quadrado.

A produção dos blocos cerâmicos no Brasil é pautada pela ABNT através da sua norma NBR 15270:2017 dividida em duas partes. Essa norma engloba todas as normas anteriores: NBR 7171 - (1992) - Bloco Cerâmico para Alvenaria – Especificação; NBR 8042 - (1992) - Bloco Cerâmico para Alvenaria - Formas e Dimensões – Padronização; NBR 8043 - (1993) - Bloco Cerâmico Portante para Alvenaria - Determinação da Área Líquida; NBR 6461 - (1983) - Bloco Cerâmico para Alvenaria - Verificação da Resistência à Compressão; NBR 15270 – (2005) – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos; NBR 15270 – (2005) – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria de estrutural – Terminologia e requisitos; NBR 15270 – (2005) – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. A NBR 15270:2017 é dividida em duas partes, onde a primeira classifica todos os requisitos necessários para a confecção, aceitação e utilização de qualquer tipo de blocos cerâmico, e a segunda parte estabelece todos os critérios e métodos de ensaios que devem ser realizados em blocos cerâmicos com a finalidade de obter informações acerca de suas características físicas e geométricas (ABNT, 2017a).

Dentre os requisitos gerais da norma NBR 15270-1 destaca-se:

**1. Fabricação:** O bloco/tijolo cerâmico deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a temperaturas elevadas. **2. Identificação:** Os blocos e tijolos devem trazer gravada, em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco ou tijolo em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso, com no mínimo as seguintes informações: CNPJ do fabricante; razão social ou nome fantasia; dimensões nominais, em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida, em centímetros; indicação de rastreabilidade: lote ou data de fabricação; telefone do serviço de atendimento ao cliente ou correio eletrônico ou endereço do fabricante, importador ou revendedor/distribuidor; para blocos/tijolos da classe EST, as letras EST (indicativas de sua condição estrutural) após a indicação das dimensões nominais. **3. Unidade de comercialização:** Para fins de comercialização, o padrão é a unidade. **4. Características visuais:** O bloco ou tijolo cerâmico não pode apresentar defeitos sistemáticos, como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada; as características visuais do bloco ou tijolo cerâmico com face à vista devem atender aos critérios de avaliação da aparência especificados em comum acordo entre fabricante e comprador (ABNT, 2017a).

Além dos requisitos apresentados a NBR 15270-1:2017 também organiza os tipos de blocos cerâmicos em classes de comercialização, sendo classificados conforme sua aplicação como vedação (VED), estrutural (EST), quantidade de pavimentos, espessura mínima das paredes do bloco, uso interno ou externo da edificação e adoção do sistema de alvenaria racionalizada. A classificação como bloco VED indica que esse produto deverá ser utilizado exclusivamente para alvenaria de vedação, separando-os em VED 15 e VED 30, já a classificação como bloco EST indica que esse produto deverá ser utilizado para alvenaria

estrutural ou ainda como alvenaria racionalizada, separando-os em EST 40, EST 60, EST 80 e demais classificações superiores; blocos que não possuem nenhuma gravação, EST ou VED, devem ser considerados como uso exclusivo para vedação. Os números que acompanham a classificação, como 30 ou 40, indicam qual a resistência mínima do bloco quando submetido ao esforço de compressão, sendo a unidade de medida da força resistente dada em quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm<sup>2</sup>), logo um bloco VED 15 deverá possuir resistência mínima de aproximadamente 15kgf/cm<sup>2</sup> ou 1,5MPa (ABNT, 2017a).

Outras características também são pautadas pela norma: características geométricas, como formato, dimensões nominais, espessura dos septos, desvio em relação ao esquadro; características físicas, como massa seca e índice de absorção de água, e ainda características mecânicas, como resistência a compressão individual ou característica.

Será abordado agora, isoladamente, as características dos blocos cerâmicos de vedação e os blocos cerâmicos com função estrutural (autoportantes).

#### 2.2.5.1 Blocos cerâmicos de vedação

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a) “Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não tem função de resistir a outras cargas verticais, além do peso próprio da alvenaria de qual faz parte”. Os blocos de vedação são blocos vazados que tem por função apenas separar ambientes e resistir ao peso próprio da alvenaria somada a algum mobiliário que esteja nela fixada, sendo normalmente utilizada com seus furos na posição horizontal. Estes elementos apresentam em suas faces externas texturas que se assemelham a fissuras que facilitam a aderência da argamassa e no manuseio do operário, faces internas lisas e canais prismáticos, e os furos no bloco auxiliam na redução do peso próprio do elemento de modo e não interferir na resistência aos esforços solicitantes. Os blocos cerâmicos vazados compõem cerca de 90% do volume de uma alvenaria, desta maneira, pode-se afirmar que as características dessa alvenaria serão determinadas pelas características dos blocos que a compõem (BARBOSA, 2015).

A NBR 15270-1:2017 determina que os blocos cerâmicos de vedação devem possuir formato de um prisma reto e suas dimensões nominais conforme a Tabela 1 representada a seguir:

Tabela 1 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação - VED

Dimensões modulares L x H x C Módulo dimensional M=10cm	Dimensões nominais			
	cm			
	Largura L	Altura H	Comprimento C	
			Bloco principal	1/2 bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M	9	9	24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M	9	14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M	9	14	24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M	9	14	29	14
(1) M x (2) M x (2) M	9	19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M	9	19	24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M	9	19	29	14
(1) M x (2) M x (4) M	9	19	39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	11,5	14	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	11,5	19	19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M	11,5	19	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M	11,5	19	29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M	11,5	19	39	19
(3/2) M x (1) M x (5/2) M	14	9	24	11,5
(3/2) M x (1) M x (3) M	14	9	29	14
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M	14	19	24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M	14	19	29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M	19	19	24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M	19	19	29	14
(2) M x (2) M x (4) M	19	19	39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M	24	24	29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M	24	24	39	19

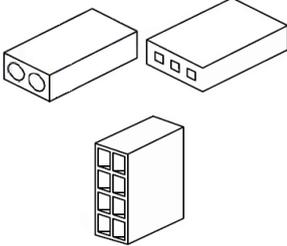
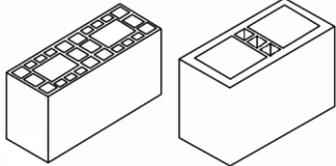
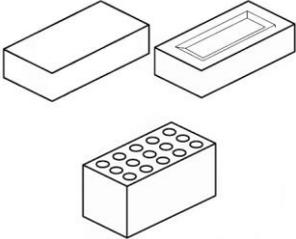
NOTA: Os blocos com largura de 7,0 cm e altura de 19 cm são admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em “shafts” ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico.

Fonte: ABNT, 2017a.

A NBR 15270-1:2017 divide os blocos cerâmicos de vedação em três grupos representados inicialmente pela sigla “VED” seguido de um número que corresponde a sua resistência característica à compressão, também conhecida como  $f_b$  mínimo, e suas classes são VED 15, 30 e 40, sendo suas resistências características respectivamente 1,5, 3,0 e 4,0 Mpa. Além da resistência, as classes são divididas em tipos de blocos, sendo eles: bloco ou tijolo

com furos ou vazados horizontais (VED 15), bloco em parede vazada com vazados verticais (VED 30) e tijolo maciço ou perfurado para vedação (VED 40); vale ressaltar que cada uma das classes possui seus valores individuais de absorção d'água e espessura de paredes e septos. A classificação dos blocos cerâmicos de vedação pode ser observada na Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2 - Classificação dos blocos cerâmicos VED conforme a resistência e teor de absorção de água**

Classe	Resistência a compressão Mpa	Teor de absorção de água %	Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo em mm		Esquemática
			Externa	Interna	
VED 15	1,5 Mpa	8 a 25%	7	Não há	
VED 30	3,0 Mpa	8 a 21%	7	6	
VED 40	4,0 Mpa	8 a 25%	-	-	

Fonte: ABNT, 2017a.

#### 2.2.5.2 Blocos de alvenaria racionalizada

Uma das alterações mais notórias quando comparada a NBR 15270 de 2005 com a de 2017 é a presença dos blocos cerâmicos para alvenaria racionalizada. A própria NBR 15270-1:2017 define bloco cerâmico de alvenaria racionalizada como:

Componente de alvenaria, participante ou não da estrutura, que possui furos ou vazados prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, produzido para ser assentado com furos ou vazados na vertical, com características e propriedades específicas para alvenaria racionalizada (ABNT, 2017a).

Silva *et al.* (2006) define que a racionalização na construção civil pode ser definida como a utilização de técnicas mais evoluídas com o intuito de aplicar os recursos de maneira mais eficiente nas atividades desenvolvidas na construção da edificação, sendo a racionalização das estruturas e das alvenarias as de maior prioridade. Pode-se afirmar que entre os efeitos da utilização de alvenaria racionalizada destaca-se o fato em que os blocos modulados contribuem para uma obra otimizada, de modo a diminuir consideravelmente perdas de material, tempo e proporcionando uma construção mais limpa e rápida. Os blocos de alvenaria cerâmica racionalizada podem ser utilizados tanto na alvenaria de vedação quanto na estrutural, pois, seus blocos são constituídos de material com maior qualidade, seus furos na vertical garantem uma maior resistência e facilidade no embutimento de instalações hidro sanitárias, seu método executivo permite um planejamento prévio e projeto da produção que auxiliam no maior controle da execução da alvenaria na obra. Outro fator marcante na alvenaria racionalizada se encontra na compatibilidade de projetos, pois, o fato de projetar uma alvenaria bloco a bloco permite um maior controle sobre os vãos existentes dentro da alvenaria, gerando ao projetista facilidade para definir o caminho traçado pelas instalações. Para a elaboração de um projeto de alvenaria racionalizada é necessária uma análise dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações. A elaboração do projeto de alvenaria de vedação é fundamental para a racionalização, pois, ele permite promover uma organização da execução detalhada através da prévia tomada de decisões (SILVA *et al.*, 2006).

### 2.2.5.3 Blocos cerâmicos estruturais

A NBR 15270-1:2017 define bloco estrutural como “componente de alvenaria que possui furos ou vazados prismáticos, perpendiculares às faces que os contêm, produzido para ser assentado com furos ou vazados na vertical, com características e propriedades específicas para alvenaria estrutural”, sendo seus componentes divididos em blocos cerâmicos estruturais vazados, perfurados, racionalizados ou maciços.

A NBR 15270-1:2017 também apresenta uma definição para alvenaria estrutural:

A principal função do sistema de alvenaria estrutural é resistir aos esforços solicitados pela edificação substituindo as vigas e pilares, porém, podendo ainda conter armadura, vergas e contra vergas, além de exercer a função de vedação (ABNT, 2017a).

Geralmente os blocos utilizados na alvenaria estrutural que possuem algum tipo de furo ou vazamento os possui no sentido vertical, podendo ser ainda utilizados os blocos maciços para esta finalidade. O fator imprescindível para a execução da alvenaria estrutural é a resistência individual de cada bloco, pois, eles são os elementos principais na resistência do conjunto. Quando executada de maneira adequada e com materiais de qualidade esse método tende a ser um forte concorrente das estruturas de concreto armado quando avaliados em resistência e podendo superá-lo na padronização das dimensões, economia e tempo de execução. Outro fator marcante para a expansão desse método construtivo no futuro é sua essência de construção racionalizada e modularizada, de tal modo que a nova norma considera toda construção em alvenaria estrutural racionalizada (GRACIELO, 2012; TEIXEIRA 2014).

A alvenaria estrutural com blocos cerâmicos proporciona um consumo reduzido de aço quando comparada ao concreto armado, além de apresentar um bom desempenho térmico-acústico, menores índices de absorção de água e menores deformações por gradientes térmicos quando comparados a alvenaria estrutural com blocos de concreto. Vale ressaltar que os blocos cerâmicos estruturais, quando comparados aos de concreto, resistem menos na maioria dos casos, porém, chegam a pesar cerca de 40% menos, portanto, a sua utilização pode resultar em uma redução da carga atuante na fundação, além do menor peso aumentar a produtividade da mão de obra executora (GRACIELO, 2012).

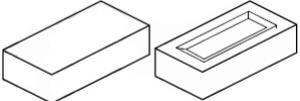
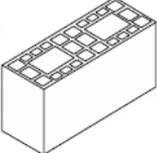
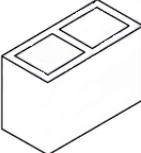
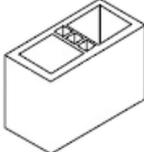
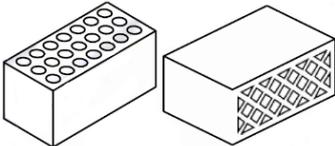
Em geral os blocos cerâmicos estruturais têm como função resistir aos esforços solicitados pela estrutura, geralmente compressão, variando os valores de resistência individual dos blocos entre 4 e 20 Mpa, além de auxiliar impedido a propagação de sons e calor; na maioria dos casos suas paredes externas e internas apresentam paredes lisas que facilitam no acabamento da alvenaria. Os elementos pertencentes a esse grupo apresentam gravados a sigla EST; para as classes EST sua denominação varia de 20 em 20, ou seja, de 2 em 2 Mpa (EST20, EST40, EST60, ... ESTn). A ABNT divide a classificação dos blocos cerâmicos estruturais em dois critérios: conforme modelo, classe e definição (Tabela 3) e conforme a resistência a compressão e teor de absorção d'água (Tabela 4).

**Tabela 3 - Classificação dos blocos cerâmicos EST conforme modelo, classe e definição**

Tipo	Modelo	Classe EST	Definição
A1	Tijolo maciço ou perfurado estrutural	EST 60 a EST 140	Componente da alvenaria que possui todas as faces plenas de material podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área
A2	Bloco para alvenaria racionalizada em parede vazada com vazados verticais	EST 40 a EST 140	Componente de alvenaria com paredes vazadas
A3	Bloco para alvenaria racionalizada em parede maciça com vazados verticais	Est 40 a EST 80	Componente de alvenaria cujas paredes externas são maciças e as internas podem se paredes maciças ou vazadas
A4	Bloco para alvenaria racionalizada em parede maciça com vazados verticais com parede interna dupla	EST 40 A EST 200	Componente de alvenaria com paredes vazadas
A5	Bloco perfurado ou alveolar estrutural	EST 40 a EST 200	Componente da alvenaria cujos furos verticais são distribuídos em toda a sua face de assentamento, com porcentagem de vazios menor ou igual a 25%

Fonte: ABNT, 2017a.

**Tabela 4 - Classificação dos blocos cerâmicos EST conforme a resistência e teor de absorção de água**

Tipo	Resistência a compressão Mpa	Teor de absorção de água %	Esquemática
A1	6,0 a 14,0 Mpa	8 a 25%	
A2	4,0 a 14,0 Mpa	8 a 21%	
A3	4,0 a 8,0 Mpa	8 a 21%	
A4	4,0 a 20,0 Mpa	8 a 21%	
A5	4,0 a 20,0 Mpa	8 a 21%	

Fonte: ABNT, 2017a.

A NBR 15270-1:2017 determina que os blocos cerâmicos estruturais e de vedação para alvenaria racionalizada tenham suas dimensões conforme a Tabela 5 descrita a seguir:

**Tabela 5 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos estruturais e vedação para alvenaria racionalizada – EST**

Dimensões modulares L x H x C Módulo dimensional M=10cm	Dimensões nominais cm					
	Largura L	Altura H	Comprimento C			
			Bloco principal	1/2 bloco	Bloco L amarração	Bloco T amarração
M x (5/4) M x (5/2) M	9	11,5	24	11,5	-	34
M x (2) M x (5/2) M	9	19	24	11,5	-	34
M x (2) M x (3) M	9	19	29	14	24	39
M x (2) M x (4) M	9	19	39	19	29	49
M x (2) M x (4) M	9	19	59	29	-	-
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4) M x (2) M x (5/2) M	11,5	19	24	11,5	-	36,5
(5/4) M x (2) M x (3) M	11,5	19	29	14	26,5	41,5
(5/4) M x (2) M x (4) M	11,5	19	39	19	31,5	51,5
(5/4) M x (2) M x (4) M	11,5	19	59	29	-	-
(3/2) M x (2) M x (3) M	14	19	29	14	-	44
(3/2) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19	34	54
(3/2) M x (2) M x (4) M	14	19	59	29	-	-
(2) M x (2) M x (3) M	19	19	29	14	34	49
(2) M x (2) M x (4) M	19	19	39	19	-	59
(2) M x (2) M x (4) M	19	19	59	29	-	-

Legenda:

Bloco L é o bloco para amarração em paredes em L

Bloco T é o bloco para amarração em paredes em T

NOTA 1 Os blocos com largura de 7,0 cm e altura de 19 cm são admitidos, excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em shafts ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico.

NOTA 2 Dimensões nominais ou de fabricação diferentes das anteriores podem ser criadas, respeitando a dimensão modular igual a um dos valores indicados somados a 1 cm.

Fonte: ABNT, 2017a.

### 3 ENSAIOS DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS

Através de uma análise racional sobre os componentes de uma alvenaria, mais precisamente os blocos, pode-se afirmar que as propriedades de tais componentes devem ser compatíveis com as exigências e condições de exposição da alvenaria por eles constituída durante as etapas de execução e uso. Como por exemplo, uma alvenaria deve ser projetada de modo que obtenha sucesso em cumprir com todas as funções a ela pré-determinadas em projeto, como resistir aos esforços solicitantes ou evitar a propagação de ruídos, de modo que mantenha os indivíduos ali presentes em segurança, bem estar e garanta que a alvenaria esteja estável e em plenas condições. Para que essas funções sejam cumpridas com sucesso as especificações de projeto devem ser levadas em consideração e a alvenaria deve ser construída com materiais de qualidade, pois, se o projetista especifica um bloco que resista a 2,0 Mpa quando comprimido, utilizar um bloco com resistência inferior provavelmente irá resultar em patologias ou no fracasso do cumprimento das funções a ela planejadas (ISAIA, 2010). Para garantir que os materiais fornecidos no mercado possuam as características mínimas exigidas a ABNT, em sua norma NBR 15270-2:2017, determina quais os ensaios a serem realizados com os blocos cerâmicos e os valores mínimos que devem ser por eles apresentados quando submetidos aos ensaios normatizados.

Castilho (2017) reafirma a importância das normas técnicas através de uma perspectiva histórica, pois, em 1940 o grande problema da construção civil no Brasil era a inconsistência dos materiais, onde cada empresa produzia seu material de uma maneira e com características diferentes, fazendo necessário que uma entidade padronizasse os critérios de avaliação e de produção do mercado fornecedor brasileiro. Bauer (2012) também ressalva a importância no controle de qualidade e padronização de processos de produção, pois, quando se enfrenta dificuldades em comprovar a qualidade do produto, se torna necessária a atuação de terceiros para realização de estudos e ensaios prescritos pelas associações técnicas para comprovação da qualidade de determinado material.

Neste capítulo abordar-se-á quais os ensaios determinados pela ABNT através de sua norma NBR 15270-2:2017 para a determinação das características e qualidade dos blocos cerâmicos, assim como os critérios para que esse material seja aceito ou rejeitado pelo comprador. Os ensaios abordados serão os realizados na amostragem colhida no estudo de caso.

### 3.1 CONCEITOS GERAIS

Antes de iniciar os procedimentos de ensaios propriamente ditos é necessário que alguns termos sejam definidos a partir da NBR 15270-2:2017:

- a) Amostra: “conjunto de blocos ou tijolos retirados aleatoriamente de um lote para determinação de suas propriedades geométricas, físicas ou mecânicas” (ABNT, 2017b);
- b) Área Bruta: “área da seção de assentamento, delimitada pelas arestas do bloco ou tijolo, sem desconto das áreas dos furos, quando houver” (ABNT, 2017b);
- c) Área Líquida: “área da seção de assentamento, delimitada pelas arestas do bloco ou tijolo, com desconto das áreas dos furos, quando houver” (ABNT, 2017b);
- d) Corpo de prova: “unidade do bloco principal ou do tijolo, integrante da amostra, para ensaio” (ABNT, 2017b);
- e) Contraprova: “corpos de prova do mesmo lote original reservados para eventuais confirmações de resultados de ensaios” (ABNT, 2017b);
- f) Variação dimensional: “diferença entre os valores das dimensões de fabricação ou nominais e efetivas ou reais, obtida de medições individuais, conforme a ABNT NBR 15270-2:2017” (ABNT, 2017b).

### 3.2 ENSAIOS DOS BLOCOS CERÂMICOS

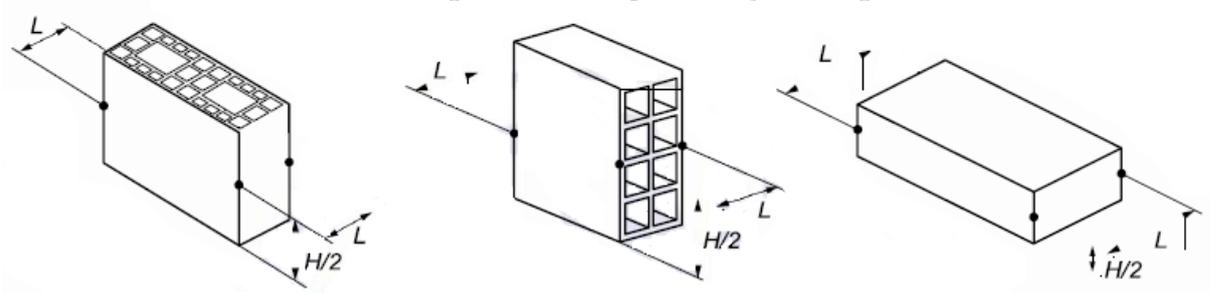
#### 3.2.1 Determinação das características geométricas

Este ensaio consiste na determinação das características geométricas de blocos e tijolos cerâmicos, ou seja, medida das faces (dimensões efetivas), espessura dos septos e paredes externas dos blocos ou tijolos, desvio em relação ao esquadro (D), planeza das faces (F), área bruta ( $A_b$ ) e área líquida ( $A_{líq}$ ). Para a realização deste ensaio serão utilizados: paquímetro com sensibilidade mínima de 0,05mm, régua metálica com sensibilidade mínima de 0,5mm, defletômetro com relógio comparador com sensibilidade mínima de 0,05 mm, esquadro metálico de  $(90 \pm 0,5)^\circ\text{C}$  e balança com resolução de 10 g ou menor. Os corpos de prova devem ser recebidos, identificados e limpos, bem como devem ter as rebarbas retiradas. Os blocos devem ser armazenados em um local onde suas características sejam preservadas, abrigados de umidade e intempéries (ABNT, 2017b).

### 3.2.1.1 Determinação das medidas das faces – dimensões efetivas

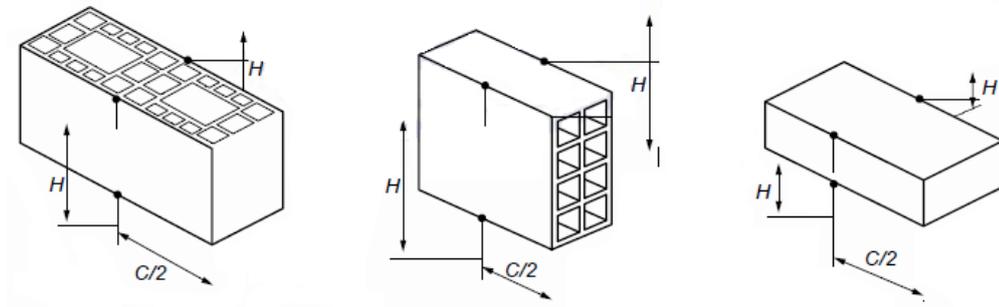
Para a realização deste ensaio os blocos ou tijolos devem ser apoiados sobre uma superfície plana e indeformável. Os valores da largura ( $L$ ), altura ( $H$ ) e comprimento ( $C$ ) dos blocos devem ser obtidos conforme as Figuras 1, 2 e 3 (respectivamente da esquerda para direita, bloco com furo na vertical, com furo na horizontal e tijolo maciço) (ABNT, 2017b):

**Figura 1 – Locais para medição de largura**



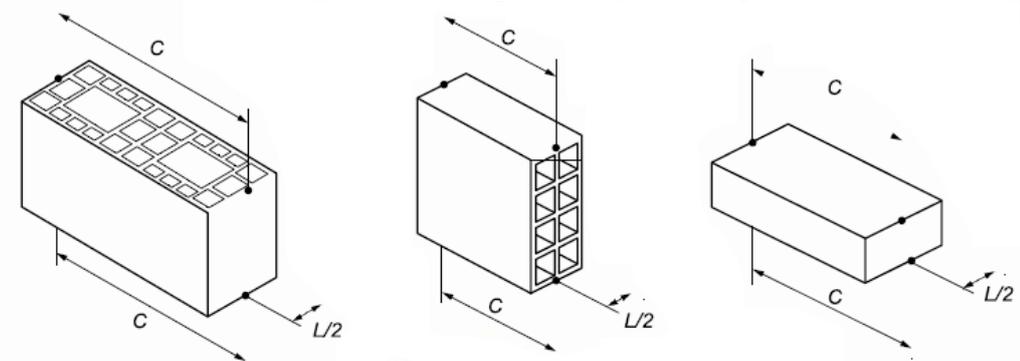
Fonte: ABNT, 2017b.

**Figura 2 – Locais para medição de altura**



Fonte: ABNT, 2017b.

**Figura 3 – Locais para medição de comprimento**



Fonte: ABNT, 2017b.

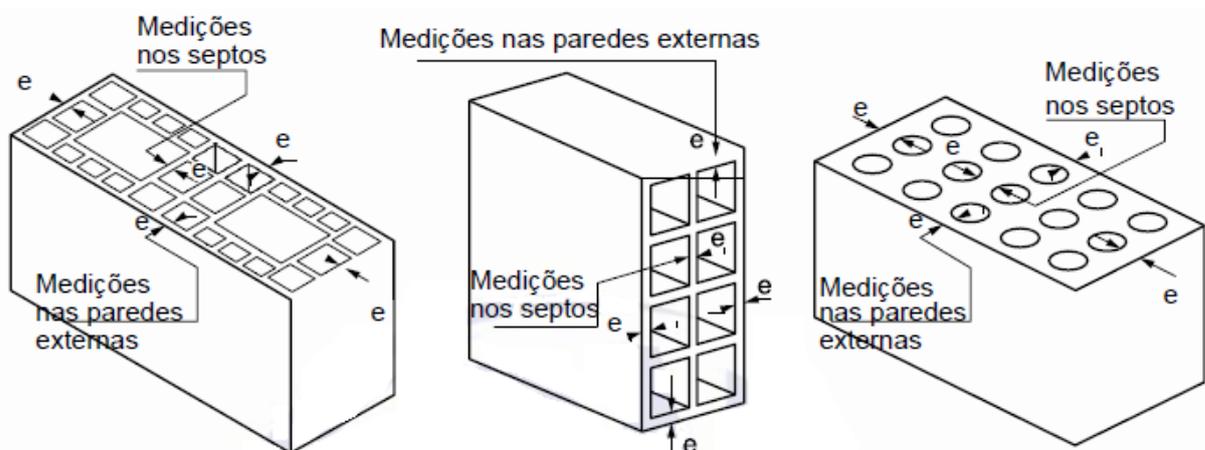
Terminadas todas as medições, a norma exige que seja redigido um relatório onde conste todos os dados referentes ao ensaio realizado, características obtidas dos corpos de prova ensaiados, possíveis problemas ocorridos durante sua realização e informações sobre o solicitante dos ensaios.

Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, data de recebimento da amostra, data do ensaio, valores individuais das dimensões das faces de cada um dos corpos de prova, expressos em décimo de milímetro, valor da média de cada uma das dimensões consideradas, calculado como a média aritmética dos valores individuais, expressos em décimos de milímetros, valores de referência das tolerâncias dimensionais, referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

### 3.2.1.2 Determinação da espessura das paredes externas e septos dos blocos e tijolos

Septo é a denominação dada a parte laminar que divide os vazados do bloco ou perfurações do tijolo. Para a realização deste ensaio os seguintes passos deverão ser seguidos: os corpos de prova devem ser apoiados sobre uma superfície plana e indeformável, posteriormente a espessura das paredes deve ser medida buscando o ponto de menor espessura; a espessura dos septos deve ser medida no seu centro buscando a menor espessura de septo; se o tijolo apresentar ranhuras a medida deve ser feita no interior delas. Os modelos de medição devem seguir conforme a Figura 4 (ABNT, 2017b):

**Figura 4 – Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos**



Fonte: ABNT, 2017b.

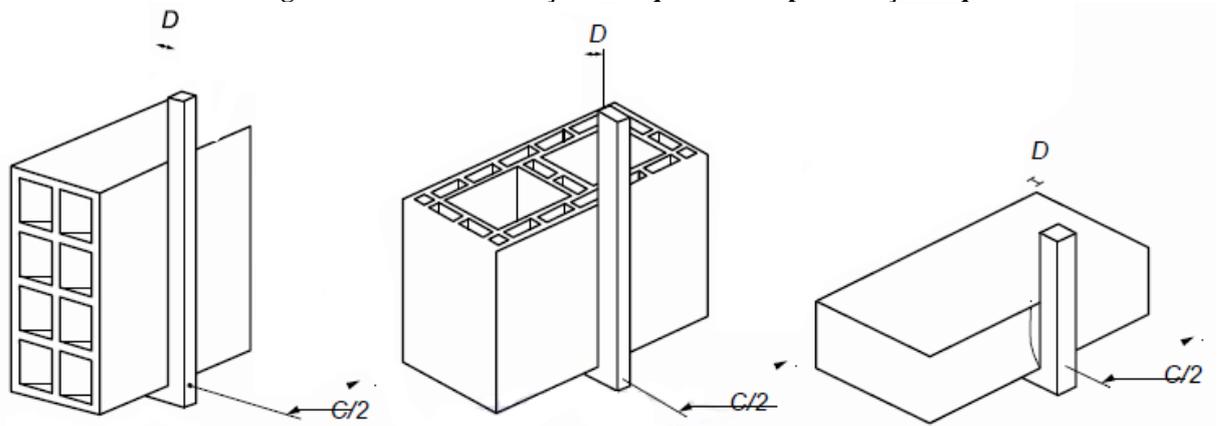
Realizadas as medições de septos e paredes internas, a norma exige que seja redigido um relatório onde conste todos os dados coletados durante o ensaio, assim como dados do solicitante e imprevistos ocorridos durante a realização dos ensaios.

Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, data do recebimento da amostra, data do ensaio, um esquema ou foto da face de corte transversal aos furos, com as indicações dos pontos onde os valores das espessuras foram obtidos, os valores individuais das espessuras das paredes externas e dos septos, para cada um dos corpos de prova, expressos em décimos de milímetros, valores de referência dos limites e tolerâncias dimensionais, referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

### 3.2.1.3 Determinação do desvio em relação ao esquadro ( $D$ )

O desvio em relação ao esquadro é denominado como o ângulo formado entre o plano de assentamento do bloco ou tijolo e sua face. Para a execução destes ensaios os corpos de prova devem ser apoiados sobre uma superfície plana e indeformável, posteriormente deve-se medir o desvio em relação ao esquadro entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco ou tijolo, empregando-se o esquadro metálico e a régua metálica. A medição deve seguir o esquema da Figura 5 (ABNT, 2017b):

**Figura 5 - Desvio em relação ao esquadro – Representação esquemática**



Fonte: ABNT, 2017b.

Como citados nos ensaios anteriores, depois de coletados os dados provenientes dos ensaios realizados deverá ser redigido um relatório onde contendo os dados obtidos através do ensaio, dados sobre a amostra e seu solicitante, e ainda todos os eventos fora do roteiro ocorridos durante o ensaio.

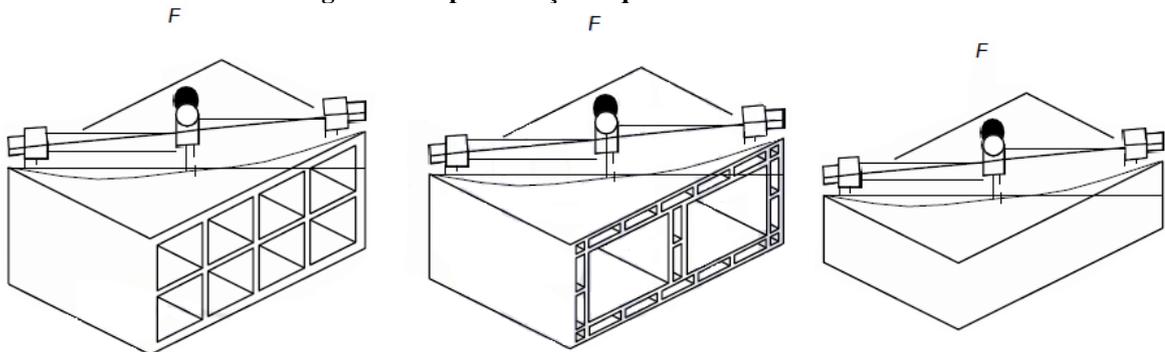
Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, data do recebimento da amostra, data do ensaio, valores individuais do desvio em relação ao esquadro ( $D$ ) para cada um dos corpos de prova, expressos

em décimos de milímetros, valor de referência do limite dimensional, referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

#### 3.2.1.4 Determinação da planeza das faces ( $F$ )

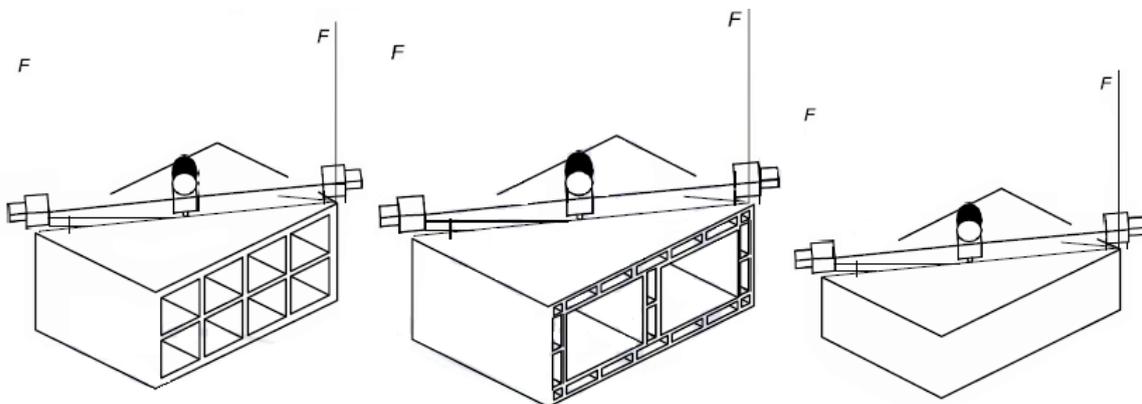
Planeza pode ser definida como a medida caracterizada pela distância ( $F$ ), conforme ilustrado nas figuras 6 e 7, determinada para verificar a presença de concavidades ou convexidades manifestadas nas faces dos blocos e tijolos. Para a realização deste ensaio os corpos de prova devem ser apoiados sobre uma superfície plana e indeformável, posteriormente deve-se determinar a planeza de uma das faces destinadas ao revestimento por meio da flecha formada na diagonal empregando-se o defletômetro. Antes de proceder às medições, o defletômetro deve estar zerado e disposto sobre uma superfície plana. A representação esquemática segue conforme as Figuras 6 e 7 respectivamente para desvio côncavo e desvio convexo (ABNT, 2017b):

**Figura 6 - Representação esquemática de desvio côncavo**



Fonte: ABNT, 2017b.

**Figura 7 - Representação esquemática de desvio convexo**



Fonte: ABNT, 2017b

Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, data do recebimento da amostra, data do ensaio, valores individuais da planeza das faces (F) para cada um dos corpos de prova, expressos em décimos de milímetros, valor de referência do limite dimensional, referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

#### 3.2.1.5 Determinação da área bruta ( $A_b$ )

Para realizar a determinação da área bruta deve-se medir a largura (L), a altura (H) e o comprimento (C) dos blocos ou tijolos a serem ensaiados, como realizado no ensaio de determinação das medidas das faces – dimensões efetivas, e calcular a área bruta de cada bloco ou tijolo que é obtida pela equação  $L \times C$  (bloco ou tijolo com furo na vertical, ou  $L \times H$  (bloco ou tijolo com furo na horizontal), expressa em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ ) (ABNT, 2017b).

### 3.2.2 Determinação das características físicas

Este ensaio consiste na caracterização física dos blocos ou tijolos cerâmicos, sendo elas divididas em massa seca, massa úmida e índice de absorção de água. Para a realização destes ensaios serão necessários: balança com resolução de até 5 g e estufa com temperatura ajustável a  $(105 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ . Os corpos de prova, blocos ou tijolos, devem ser recebidos, identificados e limpos, bem como devem ter as rebarbas retiradas. Em seguida devem ser retiradas e colocados em ambiente protegido que preserve suas características originais (ABNT, 2017b).

#### 3.2.2.1 Massa seca ( $m_s$ )

A realização do ensaio de massa seca poderá ser realizada após retirar do corpo de prova o pó e outras partículas soltas; submeter os corpos de prova à secagem em estufa a  $(105 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  até que duas pesagens consecutivas em intervalo mínimo de 1 h difiram em no máximo 0,25 %, pesando-os imediatamente após a remoção da estufa; medir a massa seca ( $m_s$ ) dos corpos de prova após a estabilização das pesagens, nas condições estabelecidas anteriormente, expressando-as em gramas (g) (ABNT, 2017b).

### 3.2.2.2 Massa úmida ( $m_u$ )

O ensaio de determinação da massa úmida consiste basicamente em submergir o corpo de prova por um período de duas horas em água fervente e posteriormente, através da balança, medir sua massa, como explicada na citação direta da norma a seguir. A NBR 15.270-2:2017 permite que, caso não seja possível permanecer com os blocos submersos em água fervente por duas horas eles deverão permanecer submersos em água à temperatura ambiente por no mínimo vinte e quatro horas antes da pesagem (ABNT, 2017b).

Para a determinação da massa úmida deve-se determinar inicialmente a massa seca e colocar os corpos de prova em um recipiente de dimensões apropriadas, preenchido com água à temperatura ambiente, em volume suficiente para mantê-los totalmente imersos e aquecendo-o gradativamente até que a água em seu interior atinja a temperatura de ebulição; os corpos de prova devem ser mantidos completamente imersos em água fervente por 2 h; o volume de água evaporado do recipiente deve ser repostado para que a imersão dos corpos de prova não seja comprometida; transcorrido o tempo de imersão de 2 h de fervura, deve ser interrompida a operação e os corpos de prova devem ser resfriados via substituição lenta da água quente do recipiente por água à temperatura ambiente; estando a água do recipiente à temperatura ambiente, os corpos de prova saturados devem ser removidos e colocados em bancada para permitir o escoamento do excesso de água; a água remanescente deve ser removida com o auxílio de um pano limpo e úmido, observando-se que o tempo decorrido entre a remoção do excesso de água na superfície e o término das pesagens não pode ser superior a 15 min; a massa úmida ( $m_u$ ), expressa em gramas (g), é determinada pela pesagem de cada corpo de prova saturado, que devem ser expressos em gramas (ABNT, 2017b).

### 3.2.2.3 Índice de absorção de água

O cálculo do índice de absorção de água deve ser feito através da equação 1:

$$AA (\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde  $m_u$  e  $m_s$  representam a massa úmida e a massa seca de cada corpo de prova, respectivamente, expressas em gramas (g). A partir das massas úmida e seca dos corpos de prova deverá ser realizado o cálculo do índice de absorção de água, também conhecido como teor de absorção d'água, e com seus resultados deverá ser redigido o relatório onde conste todos os cálculos realizados e informações relevantes (ABNT, 2017b).

Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, data do recebimento da amostra, data do ensaio, valores individuais da massa seca ( $m_s$ ), expressos em gramas (g), valores individuais do índice de absorção d'água AA, expressos em porcentagem (%), em número inteiro, valores de referência do índice de absorção d'água, referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

### 3.2.3 Determinação da resistência à compressão

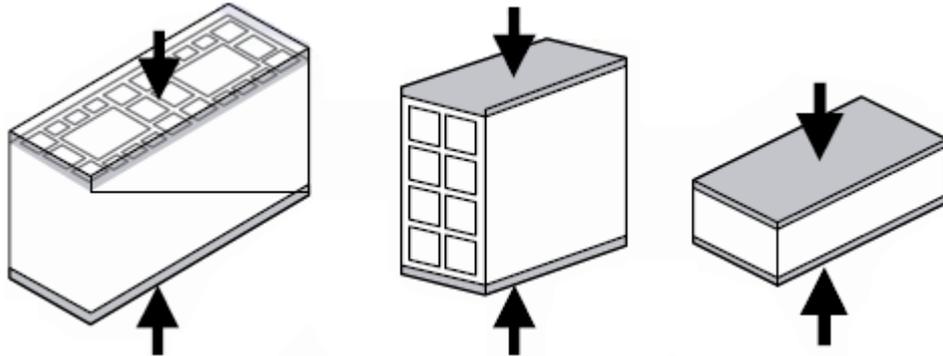
Este ensaio tem como objetivo determinar a resistência a compressão para os blocos de vedação (VED) e estruturais (EST). Para a realização deste ensaio será necessário uma máquina de ensaio (prensa hidráulica) com a qual se executa o ensaio, devendo satisfazer as seguintes condições: ser provida de dispositivo que assegure a distribuição uniforme dos esforços no corpo de prova; ser equipada com dois pratos de apoio, de aço, sendo um dos quais articulado, que atue na face superior do corpo de prova; quando as dimensões dos pratos de apoios não forem suficientes para cobrir o corpo de prova, uma placa de aço ou viga metálica rígida deve ser colocada entre os pratos e o corpo de prova; as superfícies planas e rígidas dos pratos e placas de apoio não podem apresentar desníveis superiores ( $8 \times 10^{-2}$ ) mm para cada 400 mm; as placas monolíticas de aço devem ter espessura de no mínimo 50 mm; no caso de uso de placas mais espessas, prevalece o resultado destas; atender aos requisitos da ABNT NBR NM ISO 7500-1; ter instrumentos para permitir a leitura das cargas com aproximação de  $\pm 2\%$  da carga de ruptura; ser capaz de transmitir a carga de modo progressivo e sem choques; ter o dispositivo de medida de carga com um mínimo de inércia, de atritos e de jogos, de modo que estes fatores não influenciem sensivelmente nas indicações da máquina de ensaio, quando o ensaio é conduzido com a tensão aplicada, calculada em relação à área bruta, se eleve progressivamente à razão de  $0,05 \pm 0,01$  MPa/s (ABNT, 2017b).

Com as exigências de maquinário atendidas, o ensaio deve seguir com o capeamento dos corpos de prova com as seguintes especificações:

- a) as faces do bloco ou tijolo em contato com as faces placas da prensa devem ser regularizadas por meio de capeamento com pasta de cimento ou argamassa com resistência superior à 70 % da resistência dos blocos ou tijolos na área líquida;
- b) a superfície onde o capeamento é executado não pode se afastar do plano mais que 0,08 mm para cada 400 mm;
- c) o capeamento deve apresentar-se plano e uniforme no momento do ensaio;
- d) a espessura média do capeamento não pode exceder 3 mm;
- e) após o endurecimento das camadas de capeamento, imergir os corpos de prova em água no mínimo durante 6 h.

As cargas devem ser aplicadas no bloco de acordo com o sentido em que o mesmo deverá suportar em seu emprego. Segue o esquema da figura 8:

**Figura 8 – Compressão axial de blocos e tijolos**



Fonte: ABNT, 2017b.

A realização do ensaio será conforme o seguinte roteiro: os blocos ou tijolos devem ser ensaiados na condição saturada; todos os corpos de prova devem ser ensaiados de modo que a carga seja aplicada na direção do esforço que o bloco ou tijolo deve suportar durante o seu emprego, sempre perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento; o corpo de prova deve ser colocado na prensa, de modo que o seu centro de gravidade esteja no eixo de carga dos pratos da prensa; proceder ao ensaio de compressão, regulando os comandos da prensa, de forma que a tensão aplicada, calculada em relação à área bruta, se eleve progressivamente à razão de  $0,05 \pm 0,01$  MPa/s (ABNT, 2017ab).

Findados os ensaios de resistência à compressão, deverão ser realizados os cálculos de resistência média do lote ( $f_{bm}$ ) a partir da média aritmética de resistência dos corpos de prova, e ainda o cálculo da resistência estimada ( $f_{bk}$ ) descrito no capítulo 4.2.2.5 deste trabalho. Calculados  $f_{bm}$  e  $f_{bk}$ , deverá ser realizada as comparações determinadas pelo item 5.7.1 da norma NBR 15.270-1:2017 e redigido o relatório do ensaio (ABNT, 2017a).

Após a realização do ensaio deverá ser redigido um relatório contendo as seguintes informações: identificação do solicitante, identificação da amostra e de todos os corpos de prova, inclusive sua indicação de rastreabilidade, data do recebimento da amostra, data do ensaio, valor médio de cada uma das dimensões dos blocos ou tijolos medidos, desenho esquemático ou foto de como os corpos de prova foram ensaiados, ressaltando a posição dos furos, a resistência à compressão de cada corpo de prova, expressa em megapascals (MPa), com aproximação decimal, obtida dividindo-se a carga máxima, expressa em newtons (N), observada durante o ensaio, pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho de cada bloco ou tijolo, expressa em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ ); resistência média dos blocos ou tijolos, expressa em megapascals (MPa), com aproximação decimal, calculada como a média aritmética dos valores individuais; apenas para blocos ou tijolos classe EST, a resistência característica à compressão estimada, determinada de acordo com a ABNT NBR 15270-1:2017, desvio-padrão, em megapascals (MPa); coeficiente de variação, em porcentagem (%); valor de referência da resistência característica à compressão; referências a NBR 15270-2:2017 e ainda registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios (ABNT, 2017b).

### 3.3 CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO

#### 3.3.1 Identificação e Características visuais

Em relação a identificação a NBR 15.270-1 determina em seu item 4.2 que os blocos cerâmicos devem conter em uma de suas faces externas escritos em baixo relevo o CNPJ e nome fantasia do fabricante, as dimensões nominais em centímetros (L x H x C) do bloco, lote ou data de fabricação, telefone de atendimento do fornecedor e a sigla EST caso o bloco seja estrutural. No seu item 8.1.2 a norma determina que o não atendimento do item 4.2 em qualquer corpo de prova já é o suficiente para a reprovação e rejeição total do lote (ABNT, 2017a).

Em relação as características visuais a NBR 15.270-1 diz em seu item 4.5.1 que os blocos não podem apresentar defeitos sistemáticos como quebras, superfícies irregulares, trincas ou deformações que comprometam sua utilização. No seu item 8.1.3 a norma determina que, em relação as características visuais, os 13 blocos devem ser ensaiados e as seguintes condições devem ser aplicadas: caso no máximo 2 dos 13 blocos apresentem defeitos visuais o lote pode ser aceito; caso 5 blocos ou mais apresentem defeitos o lote deve ser rejeitado; se apenas 3 ou 4 blocos apresentarem defeitos uma nova amostragem deve ser realizada com outros 13 blocos, onde, se 6 blocos ou menos apresentarem defeitos o lote pode ser aceito, porém, se 7 blocos ou mais apresentarem defeitos o lote deve ser recusado (ABNT, 2017a).

#### 3.3.2 Características geométricas

A NBR 15.270-1 define em seu item 5.1 que a tolerância dimensional para blocos e tijolos de vedação (VED) para os valores de largura, altura e comprimento sejam de  $\pm 5\text{mm}$  para blocos individualmente e  $\pm 3\text{mm}$  para a média dos blocos. Em seu item 5.2 ela define que a tolerância para a espessura dos septos e paredes externas sejam de 0,5mm para blocos VED15 e 0,3mm para blocos VED30. A norma também define em seus itens 5.3 e 5.4 que o desvio em relação ao esquadro e em relação a planeza das faces seja de no máximo 3mm. O valor mínimo de paredes externas para blocos VED15 é de 7mm e para os septos internos a soma de suas paredes deve ser maior que 20mm (ABNT, 2017a).

O item 8.2.2 da norma determina que para uma amostragem simples de 13 blocos o limite para aceitação do lote é de apenas 2 blocos que apresentarem inconformidades com a norma, se 3 ou mais blocos não obtiverem sucesso quando avaliados conforme a norma o lote deve ser rejeitado (ABNT, 2017a).

### **3.3.3 Características físicas e mecânicas**

Em relação as características físicas, neste caso o índice de absorção d'água, a NBR 15.270-1 define no seu item 8.2.4 que em uma amostragem simples de 6 blocos apenas um pode obter resultados não conforme o requisitado pela norma, que para blocos VED15 e VED40 variam entre 8 e 25%, deste modo se dois ou mais blocos não forem aprovados o lote pode ser rejeitado (ABNT, 2017a).

Na inspeção dos ensaios com relação à resistência à compressão individual, a norma determina em seu item 8.2.5 que no lote simples de 13 blocos apenas 2 podem possuir características não conformes em relação ao exigido pela norma, desse modo, se 3 corpos de prova ou mais forem inconforme com os parâmetros estabelecidos pela norma o lote deve ser rejeitado. Para blocos da classe VED15 a resistência mínima à compressão deve ser de 1,5 Mpa (ABNT, 2017a).

## **4 METODOLOGIAS, PROCEDIMENTOS E RESULTADOS**

### **4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA**

#### **4.1.1 Etapas de desenvolvimento do projeto**

Para garantir o bom andamento da pesquisa, algumas etapas foram definidas de maneira clara e subsequente. 1º: realizou-se uma pesquisa online para fazer o levantamento quantitativo de quantos comércios fornecedores de materiais existem na cidade; 2º: desenvolveu-se os cálculos estatísticos de amostragem e elaborou-se o questionário para entrevista nas empresas; 3º: aplicou-se os questionários na entrevista e foram adquiridos os blocos cerâmicos de vedação para serem ensaiados; 4º: os blocos foram ensaiados seguindo as regras estabelecidas pela NBR 15.270-2/2017, sendo realizados na seguinte sequência: ensaios visuais, características geométricas (dimensões efetivas, espessura paredes e septos, desvio em relação ao esquadro, planeza das faces e área bruta), características físicas (massa seca, massa úmida e teor de absorção d'água) e determinação da resistência a compressão; 5º: avaliou-se as características obtidas através dos ensaios com os parâmetros mínimos estabelecidos pela NBR 15270-1/2017.

#### **4.1.2 Método de levantamento de dados**

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um levantamento de dados de quantas casas de materiais de construção existem na cidade de Anápolis – GO. Devido ao fracasso nas tentativas de obtenção destes dados quantitativos por meio da prefeitura municipal ou outros órgãos administrativos e por tratar-se de uma cidade de grande porte, foi definida como a melhor maneira de realizar o levantamento através de listas telefônicas online, mais especificamente através dos sites TeleLista ([www.telelistas.net](http://www.telelistas.net)) e GuiaMais ([www.guiamais.com.br](http://www.guiamais.com.br)), pois, são os que possuem em seu banco de dados mais informações sobre os comércios da cidade de Anápolis. O levantamento quantitativo das casas de materiais de construção foi desenvolvido através do cruzamento de dados de ambos os sites, tendo como critério inicial ser um comércio do ramo de materiais de construção pertencente a cidade de Anápolis e que estivesse cadastrado, preferencialmente, em ambas listas online; a pesquisa foi realizada utilizando as ferramentas de pesquisa avançada existentes nos sites,

onde foram selecionadas apenas os comércios classificados como Casas de Materiais de Construção, Ferragistas ou Depósitos pertencentes a cidade de Anápolis. O critério secundário para contabilizar a empresa na amostra foi possuir um nome fantasia, endereço e número telefônico válidos.

Definidos os critérios para inclusão das empresas na amostra foi realizado a pesquisa com o levantamento de dados que podem ter seus resultados conferidos no Apêndice A – Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção na cidade de Anápolis. Após o levantamento de dados foram contabilizadas 111 empresas que corresponderam aos critérios determinados.

#### **4.1.3 Elaboração do questionário**

Na elaboração do questionário a ser aplicado nas empresas buscou-se atender a três objetivos principais: traçar o perfil dos clientes que comumente adquirem material naquela loja física; determinar o tipo de fornecedor que distribui materiais para aquela empresa, principalmente no que tange aos padrões de qualidade requisitados para o material; e por fim obter os dados sobre quais tipos de blocos são fornecidos naquela empresa, variando entre tijolos ou blocos cerâmicos e de concreto, estruturais ou de vedação. Outro assunto de extrema importância abordado no questionário foi a ciência dos proprietários/funcionários das empresas sobre a existência da NBR 15.270 que normatiza os blocos cerâmicos fabricados no Brasil e sobre a sua atualização o final do ano de 2017. O modelo final do questionário aplicado nas empresas pode ser conferido no Apêndice B – Questionário aplicado nas casas de materiais de construção.

#### **4.1.4 Cálculos Estatísticos**

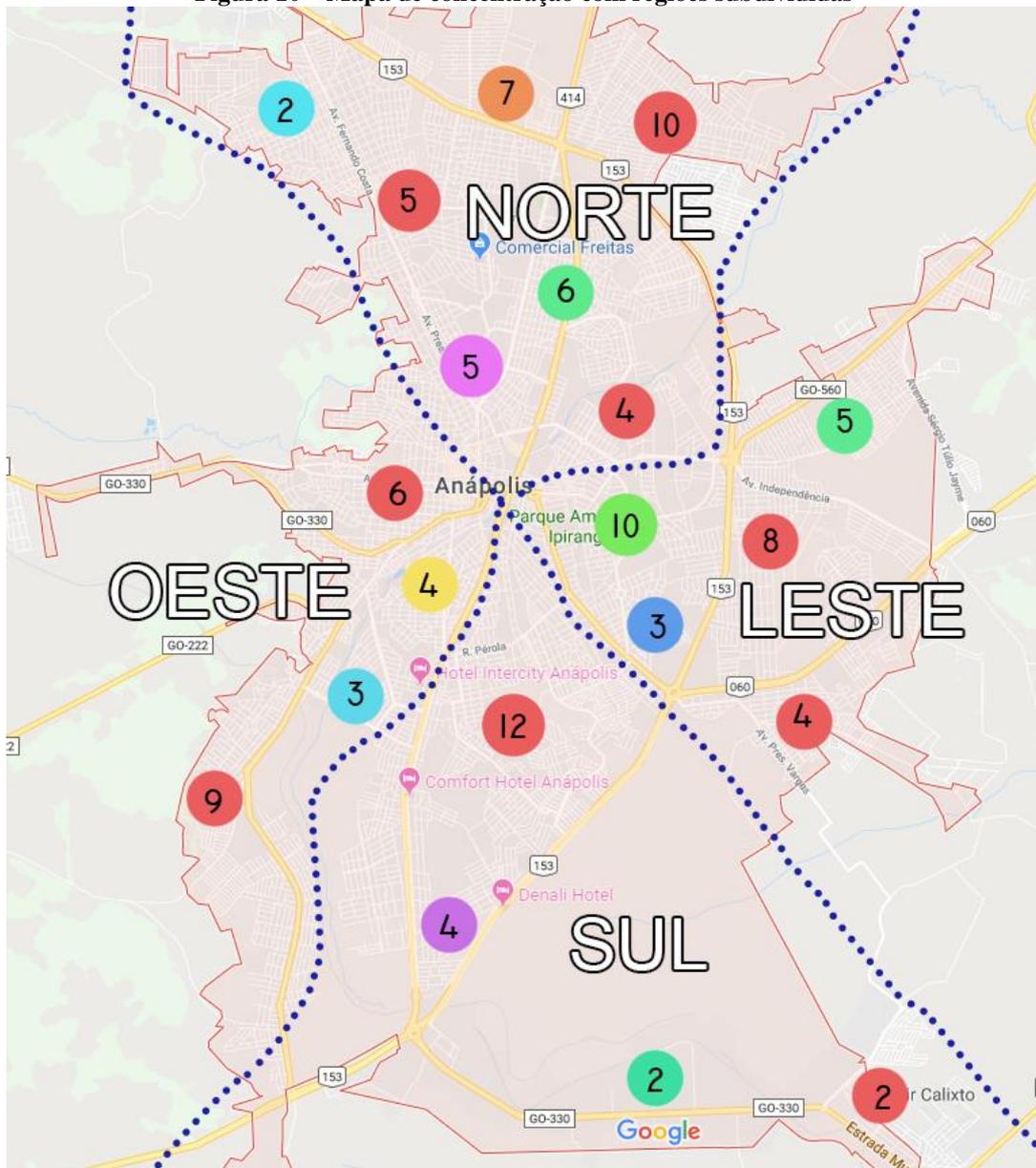
A partir da amostra levantada pelos sites, foram realizados os cálculos estatísticos através da regra de Sturges para definição de uma amostragem aleatória representativa de empresas a serem entrevistadas, conforme a equação 2:

$$n = 1,33x \ln N \quad (2)$$



Optou-se por modificar o mapa de concentração de modo a organizar a cidade em quatro grandes regiões, seguindo o modelo municipal, dividindo a cidade em quatro regiões: Norte, Sul, Leste e Oeste. Por tratar-se de uma amostragem mínima de 7 empresas e uma subdivisão em 4 regiões, optou-se por utilizar uma amostragem de 8 empresas, melhorando a confiabilidade dos dados obtidos na pesquisa e auxiliando na distribuição entrevistando duas empresas em cada região. As empresas em cada região foram escolhidas tendo como base sua localização, priorizando que uma fosse alocada próxima aos locais com maior concentração de empresas e a outra em um ponto médio entre dois pontos de concentração de empresas. O modelo do mapa subdividido pode ser analisado na Figura 10. O modelo do mapa de Anápolis foi retirado do Google Maps.

**Figura 10 – Mapa de concentração com regiões subdivididas**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.1.5 Amostragem de Blocos

O número de blocos coletados em cada empresa foi determinado tendo por referência a própria NBR 15.270-1/2017, mais precisamente do seu item 7.4, onde a norma determina que a amostragem para ensaios de características geométricas e determinação da resistência à compressão sejam constituídos de uma amostragem simples de 13 corpos de prova para cada lote analisado, neste caso 8 lotes. Para a realização do ensaio de índice de absorção d'água a norma exige uma amostragem de apenas 6 corpos de prova por lote (ABNT, 2017a, p.23).

#### 4.1.6 Aplicação dos questionários e obtenção dos blocos

Os questionários foram aplicados nas oito empresas selecionadas entre os dias 20 e 28 de setembro de 2018, cada uma foi nomeada como L1, L2, L3, ..., L8, conforme a ordem em que foram entrevistadas. Nenhuma empresa recusou-se a realizar o questionário e todas permitiram a aquisição dos blocos para avaliação, porém, apenas uma os cedeu de maneira gratuita, as demais lojas exigiram pagamento pelos materiais adquiridos. A amostragem total de materiais coletados pode ser conferida na Figura 11.

Além dos 13 blocos cerâmicos de vedação do tipo “tijolo baiano”, 9 x 14 x 24 cm (L x H x C) da amostragem simples por lote selecionados para os estudos principais deste projeto, também foram adquiridos 3 tijolos maciços cerâmicos 9 x 5 x 19 cm em cada empresa entrevistada, apenas para coletar informações básicas sobre as características de tais elementos, e 3 blocos cerâmicos estruturais 11 x 6 x 23 cm de apenas uma única empresa que alegou possuir blocos cerâmicos estruturais.

**Figura 11 – Amostras de blocos coletadas das oito empresas**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.1.7 Procedimentos de ensaio

Os ensaios foram realizados seguindo os ordenamentos da NBR 15.270-2:2017 contidos no capítulo 3 – Ensaio de qualidade dos blocos cerâmicos, deste mesmo trabalho. Os ensaios foram selecionados com base nas Tabelas 1 e 2 da NBR 15.270-2:2017 que especificam quais os ensaios obrigatórios e não obrigatórios para cada lote, aqui representados pelos Quadros 1 e 2. Foram realizados todos os ensaios tidos como obrigatórios pela norma mais o ensaio de massa seca (ABNT, 2017b, p.2).

**Quadro 1 – Determinação das características – Sumário dos métodos de ensaio**

Determinações	N <sup>a</sup>	I <sup>b</sup>	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Valores das dimensões das faces – Dimensões efetivas	X		A	◇
Espessura dos septos e paredes externas do bloco e tijolo	X			◇
Desvio em relação ao esquadro	X			◇
Planeza das faces	X			◇
Área bruta	X			◇
Área líquida		X		•
<sup>a</sup> Determinação normativa. <sup>b</sup> Determinação informativa.				
<b>Legenda</b>				
◇ obrigatório para avaliação de conformidade				
• não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT, 2017b.

**Quadro 2 – Determinação das características físicas e mecânicas – Sumário dos métodos de ensaio**

Determinações	N <sup>a</sup>	I <sup>b</sup>	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Massa seca	X		B	•
Índice de absorção d'água	X			◇
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	X		C	◇
Índice de absorção inicial (AAI)		X	D	•
Eflorescência		X	E	•
Determinação da densidade aparente do material do bloco e tijolo		X	F	•
<sup>a</sup> Determinação normativa. <sup>b</sup> Determinação informativa.				
<b>Legenda</b>				
◇ obrigatório para avaliação de conformidade				
• não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT, 2017b.

Os blocos coletados das casas de materiais de construção na pesquisa de campo foram enumerados com o lote pertencente (L1, L2, ..., L8) e individualmente como B1, B2, ..., B13, portanto, cada bloco possui um código único, como por exemplo, o bloco 8 do lote 3 tem seu código: L3-B8.

#### 4.1.7.1 Características visuais

Os ensaios de características visuais foram realizados observando dois fatores principais: a integridade do corpo de prova (presença de rachaduras, partes quebradas, tijolo torto ou empenado) e a identificação (identidade do fabricante, dimensões nominais, rastreabilidade e telefone). A Figura 12 retrata um bloco que obteve sucesso na vistoria de características visuais, pois, possui todos os requisitos de identificação prescritos pela norma.

**Figura 12 – Características visuais – Identificação**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.1.7.2 Características geométricas

Os ensaios de características geométricas foram realizados obtendo as medidas de largura, altura, comprimento, esquadro e planeza das faces dos blocos ensaiados utilizando paquímetro, esquadro metálico, régua e gabarito de chaves. A Figura 13 representa o processo de medição do comprimento (C) de um bloco utilizando um paquímetro respaldado pela

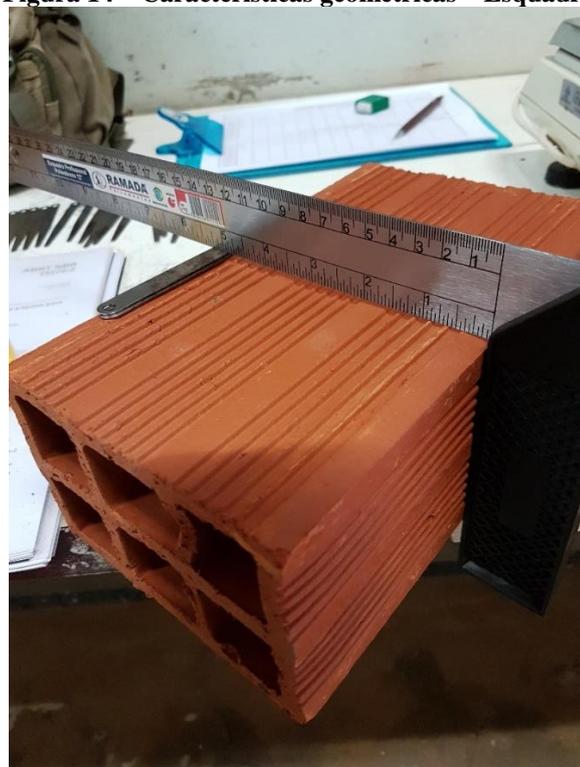
norma. Nas Figuras 14 e 15 pode-se observar respectivamente as medições de esquadro e planeza das faces do bloco. Para compensar a falta de um defletômetro e auxiliar a medição com esquadro foi utilizado o gabarito de chaves, uma espécie de medidor de milímetros formado por chapas metálicas que variam de 0,05 a 0,95mm, variando a cada 0,05mm, para determinar o desnível de faces ou de esquadro em cada bloco.

**Figura 13 – Características geométricas – Comprimento**



Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 14 – Características geométricas – Esquadro**



Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 15 – Características geométricas – Planeza das faces**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.1.7.3 Características Físicas

Os ensaios físicos forma realizados utilizando uma balança de precisão de 5g (Figura 16) e recipientes para armazenar os blocos imersos com água. Os cálculos do teor de absorção d'água foram realizados conforme a fórmula prescrita no item 3.2.2.3 deste trabalho.

**Figura 16 – Características físicas –Massa úmida**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.1.7.4 Características Mecânicas

Para o ensaio de resistência à compressão os blocos foram submetidos a um processo de capeamento com argamassa conforme ordenado pela norma. Para obter a resistência mínima da argamassa utilizada no capeamento conforme ordena a norma ( $70\% \times 1,5 \text{ Mpa} = 1,05 \text{ Mpa}$ ) foi realizado um traço de argamassa de assentamento conforme recomenda o fabricante da cal utilizada, Cal hidratada Itaú – Votorantim, com um traço de 1:2:9:4, para cimento:cal:areia:água. Foram moldados quatro corpos de prova cilíndricos 10x20cm com a argamassa utilizada no capeamento que após três dias (mesmo tempo decorrido entre o processo de capeamento dos blocos e sua ruptura) alcançaram respectivamente 1,8, 1,0, 0,9 e 1,2 MPa's de resistência, chegando a um valor médio de 1,22 MPa, valor superior aos 1,05 MPa exigido pela norma. Após o processo de capeamento em ambas as faces os blocos foram submersos em água por um período de 6 horas para serem rompidos no seu estado saturado. A Figura 17 mostra os blocos já capeados em seu processo de imersão em água para serem rompidos no seu estado saturado. A Figura 18 retrata um bloco já capeado e no seu estado saturado sendo submetido ao ensaio de resistência à compressão pela prensa hidráulica.

**Figura 17 – Blocos submersos**



Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 18 – Ensaio de resistência a compressão**



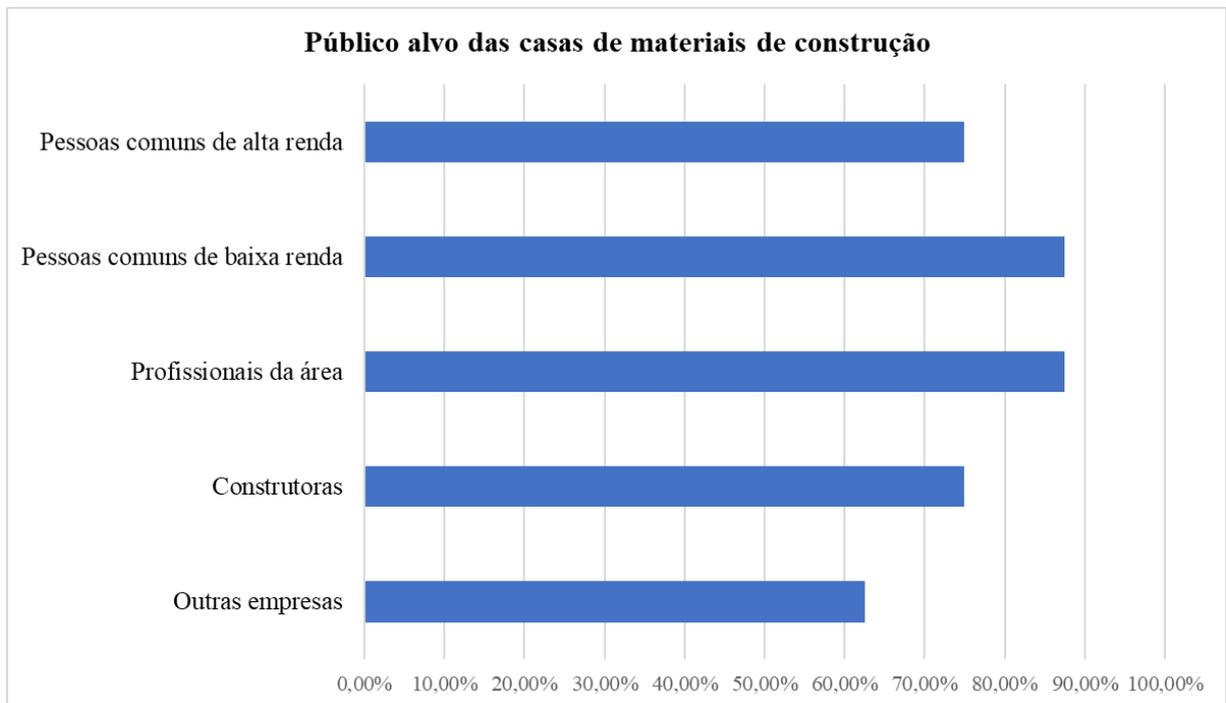
Fonte: Próprio autor, 2018.

## 4.2 RESULTADOS

### 4.2.1 Pesquisa de campo

Através da pesquisa de campo foi possível levantar dados sobre o tipo de público alvo das Casas de materiais de construção em Anápolis. Os valores coletados são referentes a um percentual de quantas empresas dedicam seu público alvo a cada uma destas classes. Os resultados podem ser observados no Gráfico 1 a seguir.

**Gráfico 1 – Público alvo das casas de materiais de construção**

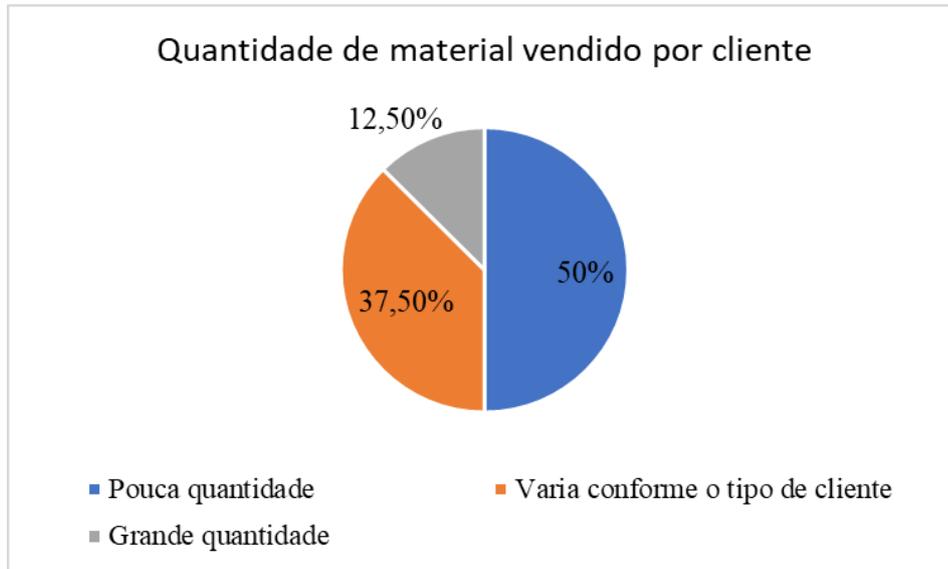


Fonte: Próprio autor, 2018.

Quando questionados se seus clientes costumam pedir informações ou conselhos sobre quais materiais utilizar para a solução de seus problemas, 75% dos entrevistados responderam que sim.

Quando questionados sobre a quantidade de materiais vendidas para cada cliente, pouca ou muita quantidade ou se ainda varia conforme o tipo e classe social do cliente, os resultados podem ser observados através do Gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantidade de material vendido por cliente



Fonte: Próprio autor, 2018.

Quando questionados se seus clientes buscam materiais de maior ou menor preço todos foram unânimes em responder que cerca de 90% dos clientes sempre buscam o material mais barato, independente da qualidade.

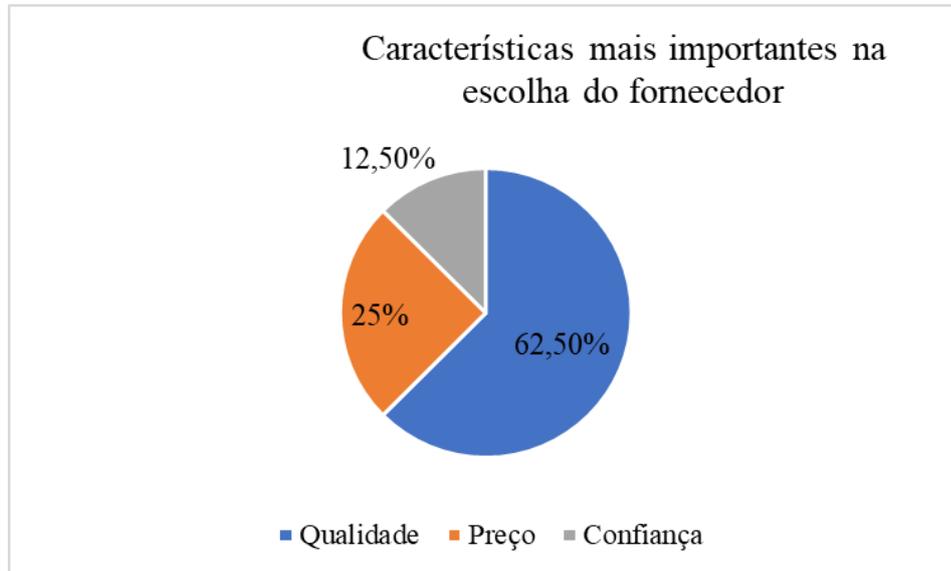
Quando questionados acerca da busca de seus clientes por produtos de qualidade independente de preço, 87,5% dos entrevistados responderam que para 80% dos clientes a qualidade é irrelevante, que apenas o preço influencia no ato da compra; 12,5% dos entrevistados responderam que seus clientes buscam qualidade independente de preço.

Ao ser analisada a opinião própria dos entrevistados 75% responderam que o preço é o fator principal que influencia na escolha de um material por parte de seus clientes, e 25% responderam que o atendimento é o fator primordial.

Todas as empresas entrevistadas possuíam o bloco cerâmico (1)M x (3/2)M x (5/2)M, popularmente conhecido como tijolo baiano, com propriedades de vedação, 87,5% das empresas possuíam algum tipo de tijolo cerâmico maciço (prensado ou queimado), 25% possuíam algum outro tipo de bloco cerâmico, 50% possuíam canaletas de concreto, 12,5% possuíam algum tipo de bloco de vedação de concreto e apenas 12,5% possuíam algum tipo de bloco cerâmico estrutural.

Sobre os fornecedores de materiais, os entrevistados foram questionados sobre qual o fator mais importante para a escolha de um fornecedor. Os resultados estão descritos no Gráfico 3.

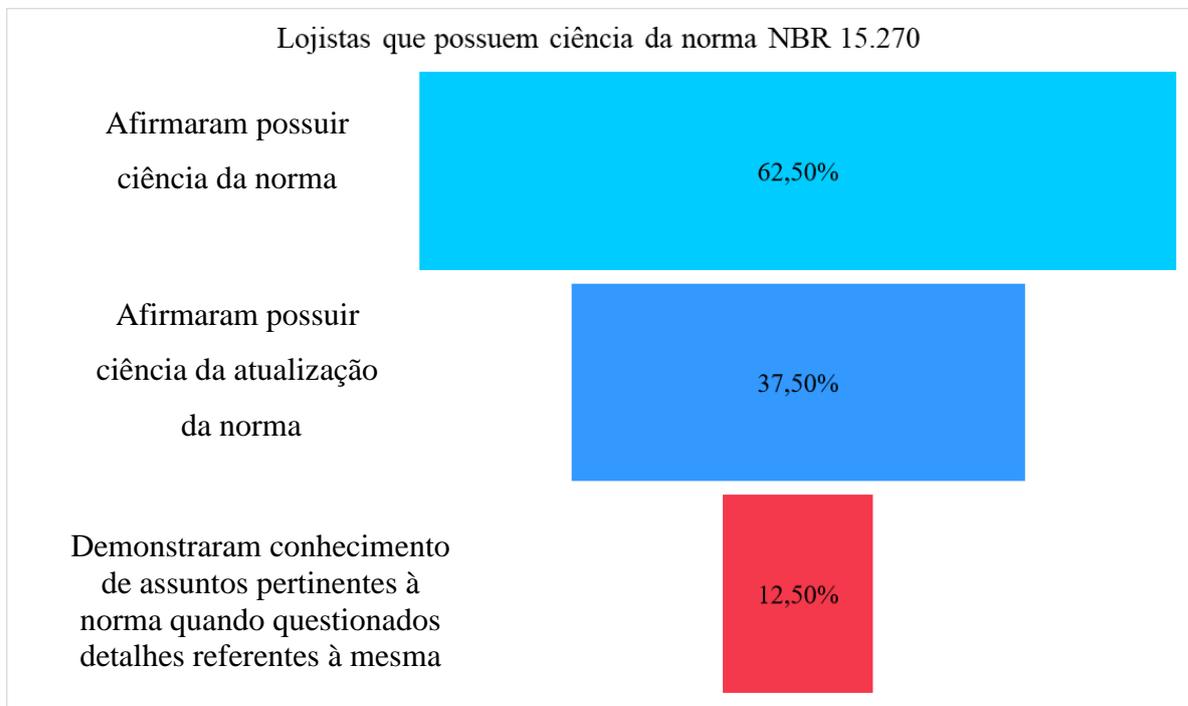
**Gráfico 3 – Características mais importantes na escolha do fornecedor**



Fonte: Próprio autor, 2018.

Ao serem questionados sobre a ciência da NBR 15.270 que normatiza os blocos cerâmicos no Brasil, os entrevistados responderam da seguinte maneira, como exposto no Gráfico 4.

**Gráfico 4 – Lojistas que possuem ciência da norma NBR 15.270**



Fonte: Próprio autor, 2018.

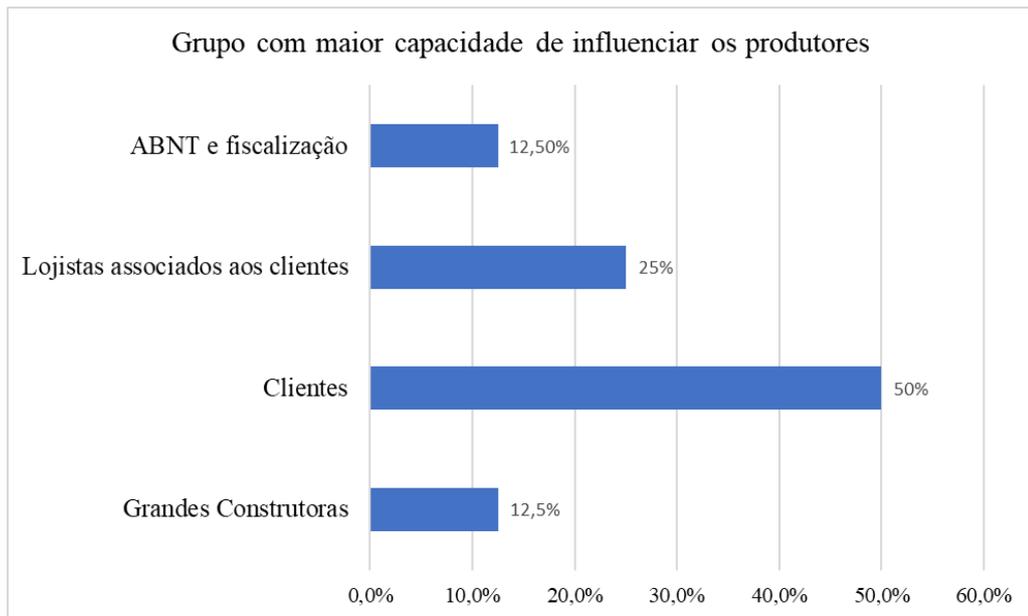
Foi questionado aos entrevistados se alguma vez já tiveram problemas com a qualidade do material entregue pelos fornecedores e 75% responderam que sim, em

contrapartida apenas 25% responderam já ter tido reclamações de clientes sobre a qualidade do material, porém, nenhuma vez foi solicitada a troca do material já vendido por parte dos clientes. Cerca de 50% dos entrevistados afirmaram receber algum tipo de certificado de segurança ou garantia do material entregue por seus fornecedores, porém, todos afirmaram não ter sido realizado nenhum tipo de ensaio de qualidade.

Os entrevistados foram ainda questionados se teriam interesse em receber resultados sobre ensaios de qualidade realizados nos materiais que vendem e 75% responderam que sim.

Para finalizar, todos foram questionados sobre quem tem o maior poder de mudar a qualidade dos materiais fabricados e fornecidos na cidade, ou seja, qual grupo tem maior poder de influência sobre os produtores. Os resultados estão contidos no Gráfico 5 a seguir.

**Gráfico 5 – Grupo com maior capacidade de influenciar os produtores segundo os entrevistados**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.2.2 Resultados dos ensaios laboratoriais

Todos os 16 blocos (13 tijolos baianos e 3 tijolos maciços) de cada um dos 8 lotes e ainda os 3 blocos cerâmicos estruturais pertencentes a L3 foram vistoriados e ensaiados conforme os itens contidos no capítulo 3.2 deste trabalho e avaliados conforme prescrito no capítulo 3.3 tendo como base as próprias normas NBR 15.270-1:2017 e 15.270-2:2017. Os resultados obtidos através destes processos serão redigidos nos capítulos subsequentes divididos de acordo com o tipo de ensaio realizado.

#### 4.2.2.1 Características visuais

O Quadro 3 faz uma relação da avaliação dos blocos quanto as características visuais relacionando o corpo de prova (linha) com seu respectivo lote (coluna). Em cada célula consta a avaliação visual do bloco, se está quebrado, torto ou trincado, já as células que possuem um “-” representa corpos de prova em pleno estado.

**Quadro 3 – Corpos de prova aprovados na vistoria das características visuais**

Bloco	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
B1	-	-	-	-	-	-	-	Torto
B2	-	-	Trincado	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-	-	Torto
B4	-	-	Torto	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-	Quebrado	Quebrado
B6	Quebrado	Torto	-	-	Quebrado	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	-	-	-
B8	-	-	-	-	Quebrado	Torto	Torto	Torto
B9	Quebrado	Trincado	-	Quebrado	-	-	-	Quebrado
B10	-	Trincado	Torto	-	-	-	-	Torto
B11	-	-	Torto	-	-	-	Torto	-
B12	-	-	Torto	-	-	Torto	Torto	-
B13	-	-	-	-	-	-	Torto	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.2.2.2 Identificação

Todos os 104 corpos de prova provenientes das 13 amostragens de tijolos baianos das 8 lojas foram vistoriados conforme o requisito de identificação, porém, apenas 2 corpos de prova, L3-B9 e L3-B13, possuíam todas as informações requisitadas pela norma. Todos os blocos provenientes das lojas L1, L2, L7 e L8 não possuíam nenhuma informação escrita. Três blocos provenientes da L4 possuíam nome fantasia, telefone de contato e dimensões do bloco, dois estavam ilegíveis e 8 não possuíam nenhuma informação. Oito blocos provenientes da L5 possuíam nome fantasia, telefone de contato e dimensões do bloco, e cinco não possuíam nenhuma informação. Dez blocos provenientes da L6 possuíam CNPJ e rastreabilidade e três não possuíam nenhuma informação. O L3 possuía dois blocos aprovados, dois blocos ilegíveis e nove blocos sem nenhuma informação.

## 4.2.2.3 Características geométricas

A Tabela 6 representa os resultados coletados a partir dos ensaios de características geométricas de todos os 104 blocos adquiridos.

**Tabela 6 – Resultado da determinação de características geométricas (continua)**

Lote 01 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L1-B01	9,0	14,0	23,7	22,5	8,0	0,5	-
L1-B02	8,8	14,0	23,9	21,0	8,0	0,6	0,3
L1-B03	8,9	14,0	24,0	22,5	7,0	2,4	0,2
L1-B04	9,0	14,0	24,0	18,0	7,0	2,0	0,6
L1-B05	9,0	14,2	24,0	22,5	7,5	0,2	0,4
L1-B06	9,2	14,0	24,0	24,0	7,5	0,9	0,3
L1-B07	8,8	14,0	23,7	18,0	6,5	0,8	-
L1-B08	9,0	14,0	23,8	21,0	7,5	-	0,2
L1-B09	9,0	14,0	23,7	22,5	7,5	0,3	0,3
L1-B10	9,1	13,9	23,9	22,5	10,0	0,2	0,2
L1-B11	9,0	14,0	24,0	21,0	6,5	0,2	0,4
L1-B12	8,7	13,9	23,6	19,5	7,0	5,2	1,6
L1-B13	8,8	14,0	24,0	19,5	8,5	4,5	1,8
Lote 02 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L2-B01	9,0	14,0	23,6	24,0	8,0	2,3	1,0
L2-B02	9,0	14,0	23,8	27,0	10,0	0,5	0,3
L2-B03	8,8	14,0	23,9	21,0	9,0	-	-
L2-B04	8,7	14,0	23,6	25,5	8,0	1,2	-
L2-B05	8,7	13,9	23,3	27,0	8,5	-	-
L2-B06	8,8	13,8	23,4	25,5	9,0	2,5	3,5
L2-B07	8,5	14,0	23,5	24,0	8,0	2,7	1,0
L2-B08	8,8	13,9	23,6	22,5	8,5	1,1	-
L2-B09	8,8	14,0	23,6	19,5	8,0	0,4	-
L2-B10	8,9	14,0	23,8	27,0	7,5	0,6	0,2
L2-B11	8,7	14,0	23,7	22,5	8,0	1,3	0,4
L2-B12	8,9	14,2	23,9	25,5	9,0	0,8	-
L2-B13	8,8	14,0	23,6	24,0	7,0	2,8	1,5

Fonte: Próprio autor, 2018.

**Tabela 6 – Resultado da determinação de características geométricas (continuação)**

Lote 03 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L3-B01	8,8	13,6	24,0	24,0	8,0	0,5	-
L3-B02	8,9	13,7	24,2	21,0	7,5	1,0	0,5
L3-B03	8,9	13,8	24,2	25,5	8,0	0,5	-
L3-B04	8,7	13,7	23,5	21,0	8,5	1,0	0,5
L3-B05	8,9	13,8	24,4	21,0	8,0	-	0,8
L3-B06	8,8	13,9	24,4	21,0	8,0	1,0	1,4
L3-B07	8,7	13,7	24,0	21,0	8,5	0,3	1,7
L3-B08	8,7	13,7	24,1	19,5	8,0	0,5	1,2
L3-B09	8,8	13,9	24,4	19,5	7,0	0,4	0,9
L3-B10	9,0	13,8	24,4	21,0	9,0	1,8	0,6
L3-B11	8,9	13,6	24,4	18,0	8,5	3,5	1,3
L3-B12	8,7	13,7	24,0	19,5	7,0	2,3	1,5
L3-B13	8,7	13,9	24,5	21,0	8,5	2,1	0,8
Lote 04 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L4-B01	8,7	13,5	23,0	21,0	8,5	2,0	0,8
L4-B02	8,7	13,4	23,4	21,0	8,0	-	1,3
L4-B03	9,0	14,0	23,6	21,0	9,0	-	0,9
L4-B04	9,0	13,8	23,7	22,5	8,0	1,7	0,6
L4-B05	8,6	13,4	23,2	21,0	9,0	-	0,9
L4-B06	8,9	14,0	23,8	21,0	8,5	0,5	-
L4-B07	8,8	13,5	23,0	27,0	8,0	1,0	0,5
L4-B08	8,7	13,5	23,3	21,0	9,0	0,2	2,1
L4-B09	9,1	14,0	23,6	24,0	8,0	-	1,0
L4-B10	9,3	14,0	24,0	24,0	7,0	0,5	-
L4-B11	9,1	14,0	23,7	24,0	7,5	-	0,7
L4-B12	9,0	13,8	23,6	24,0	7,0	1,5	0,3
L4-B13	8,8	13,8	23,5	21,0	8,5	-	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

**Tabela 6 – Resultado da determinação de características geométricas (continuação)**

Lote 05 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L5-B01	9,0	13,9	23,5	27,0	9,0	1,0	-
L5-B02	8,9	13,7	23,6	21,0	8,0	2,0	-
L5-B03	8,7	13,5	23,3	25,5	8,0	3,0	-
L5-B04	9,0	14,0	23,7	21,0	9,0	-	-
L5-B05	8,6	13,5	23,0	21,0	9,0	-	-
L5-B06	9,7	14,1	23,5	25,5	9,0	1,0	-
L5-B07	9,0	13,7	23,6	24,0	9,0	0,5	0,5
L5-B08	8,7	13,4	23,2	19,5	9,0	1,9	1,2
L5-B09	9,0	13,6	23,0	24,0	7,0	-	-
L5-B10	8,8	13,5	23,0	21,0	8,5	0,7	-
L5-B11	8,7	13,3	23,0	24,0	8,0	1,3	0,4
L5-B12	9,0	13,8	23,6	21,0	8,5	-	-
L5-B13	9,0	14,0	23,8	21,0	9,0	-	-
Lote 06 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L6-B01	8,9	13,8	22,8	22,5	8,0	-	-
L6-B02	8,8	13,9	22,9	24,0	8,2	-	-
L6-B03	8,7	13,5	22,5	24,0	8,0	-	-
L6-B04	9,0	14,0	23,8	24,0	9,0	-	1,0
L6-B05	9,0	13,9	23,4	25,5	9,0	-	-
L6-B06	9,1	14,3	23,2	27,0	10,0	-	0,5
L6-B07	9,0	14,0	23,0	27,0	9,0	0,2	0,2
L6-B08	8,7	13,9	23,0	24,0	8,5	0,7	1,1
L6-B09	8,7	13,7	22,8	22,5	8,0	-	-
L6-B10	9,1	13,9	23,0	24,0	8,0	0,2	0,4
L6-B11	9,0	13,7	22,9	24,0	8,0	-	0,3
L6-B12	9,0	14,0	23,5	21,0	7,5	4,8	1,5
L6-B13	9,0	13,8	23,3	24,0	8,5	1,9	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

**Tabela 6 – Resultado da determinação de características geométricas (conclusão)**

Lote 07 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L7-B01	8,7	13,7	24,0	24,0	9,0	1,5	-
L7-B02	8,6	13,7	23,9	24,0	8,0	2,0	-
L7-B03	8,7	13,6	24,1	24,0	8,0	1,0	-
L7-B04	8,7	13,6	23,5	22,5	9,0	-	-
L7-B05	8,4	13,6	23,9	24,0	9,0	-	6,0
L7-B06	8,7	13,6	24,0	22,5	9,0	1,0	2,0
L7-B07	8,6	13,6	24,0	27,0	9,0	1,5	1,0
L7-B08	8,6	13,6	23,5	24,0	7,5	4,8	0,5
L7-B09	8,8	13,7	23,8	27,0	9,0	1,2	2,3
L7-B10	9,0	13,7	23,4	24,0	8,0	1,0	1,3
L7-B11	8,9	13,8	23,3	24,0	8,0	0,4	6,5
L7-B12	8,7	13,7	23,8	24,0	8,5	2,2	2,8
L7-B13	8,7	13,6	24,0	27,0	8,0	3,8	-
Lote 08 - Bloco cerâmico de vedação VED15 - (1)M x (3/2)M x (5/2)M - 9x14x24cm							
Bloco	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes (mm)	Esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
L8-B01	9,2	14,0	25,0	24,0	10,0	-	1,0
L8-B02	9,2	13,9	25,0	27,0	10,0	2,3	-
L8-B03	9,2	14,0	25,3	28,5	10,0	1,1	1,4
L8-B04	9,2	14,0	24,6	27,0	9,5	1,5	0,9
L8-B05	9,2	13,9	25,4	30,0	10,0	-	-
L8-B06	9,2	14,0	25,1	30,0	9,5	1,5	-
L8-B07	9,2	14,2	24,8	27,0	10,0	-	2,1
L8-B08	9,3	13,8	25,0	28,5	10,0	5,1	3,9
L8-B09	9,5	13,9	25,2	30,0	9,0	7,0	7,7
L8-B10	9,3	14,0	25,3	25,5	9,0	8,2	6,0
L8-B11	9,1	14,0	25,1	30,0	10,0	1,7	4,3
L8-B12	9,3	14,0	25,0	27,0	9,0	2,2	1,1
L8-B13	9,4	14,0	24,8	27,0	9,0	1,9	1,0

Fonte: Próprio autor, 2018.

## 4.2.2.4 Características Físicas

A Tabela 7 representa o resultado dos ensaios e cálculos definidos pela norma para a obtenção das características físicas do corpo de prova.

Tabela 7 – Resultados dos ensaios de características físicas

(continua)

Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)	Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)
<b>L1-B01</b>	12600	2220	2630	18,5	<b>L2-B01</b>	12600	2135	2475	15,9
<b>L1-B02</b>	12320	2150	2565	19,3	<b>L2-B02</b>	12600	2135	2500	17,1
<b>L1-B03</b>	12460	2180	2580	18,3	<b>L2-B03</b>	12320	2050	2385	16,3
<b>L1-B04</b>	12600	2160	2565	18,8	<b>L2-B04</b>	12180	2015	2340	16,1
<b>L1-B05</b>	12780	2180	2575	18,1	<b>L2-B05</b>	12093	2105	2435	15,7
<b>L1-B06</b>	12880	2275	2680	17,8	<b>L2-B06</b>	12144	2070	2420	16,9
<b>L1-B07</b>	12320	2150	-	-	<b>L2-B07</b>	11900	1955	-	-
<b>L1-B08</b>	12600	2165	-	-	<b>L2-B08</b>	12232	2055	-	-
<b>L1-B09</b>	12600	2195	-	-	<b>L2-B09</b>	12320	2010	-	-
<b>L1-B10</b>	12649	2335	-	-	<b>L2-B10</b>	12460	2090	-	-
<b>L1-B11</b>	12600	2175	-	-	<b>L2-B11</b>	12180	2015	-	-
<b>L1-B12</b>	12093	2140	-	-	<b>L2-B12</b>	12638	2150	-	-
<b>L1-B13</b>	12320	2150	-	-	<b>L2-B13</b>	12320	2055	-	-
Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)	Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)
<b>L3-B01</b>	11968	1995	2360	18,3	<b>L4-B01</b>	11745	1950	2270	16,4
<b>L3-B02</b>	12193	2025	2390	18,0	<b>L4-B02</b>	11658	1965	2330	18,6
<b>L3-B03</b>	12282	2065	2420	17,2	<b>L4-B03</b>	12600	1945	2355	21,1
<b>L3-B04</b>	11919	2025	2325	14,8	<b>L4-B04</b>	12420	1950	2345	20,3
<b>L3-B05</b>	12282	2080	2395	15,1	<b>L4-B05</b>	11524	1910	2260	18,3
<b>L3-B06</b>	12232	2135	2470	15,7	<b>L4-B06</b>	12460	1990	2420	21,6
<b>L3-B07</b>	11919	2015	-	-	<b>L4-B07</b>	11880	1905	-	-
<b>L3-B08</b>	11919	2060	-	-	<b>L4-B08</b>	11745	1955	-	-
<b>L3-B09</b>	12232	2090	-	-	<b>L4-B09</b>	12740	1960	-	-
<b>L3-B10</b>	12420	2070	-	-	<b>L4-B10</b>	13020	1970	-	-
<b>L3-B11</b>	12104	2080	-	-	<b>L4-B11</b>	12740	1960	-	-
<b>L3-B12</b>	11919	2025	-	-	<b>L4-B12</b>	12420	1935	-	-
<b>L3-B13</b>	12093	2060	-	-	<b>L4-B013</b>	12144	1945	-	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

**Tabela 7 – Resultados dos ensaios de características físicas****(conclusão)**

Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)	Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)
<b>L5-B01</b>	12510	1890	2330	23,3	<b>L6-B01</b>	12282	2180	2475	13,5
<b>L5-B02</b>	12193	1895	2315	22,2	<b>L6-B02</b>	12232	2090	2375	13,6
<b>L5-B03</b>	11745	1870	2215	18,4	<b>L6-B03</b>	11745	2005	2250	12,2
<b>L5-B04</b>	12600	2000	2415	20,8	<b>L6-B04</b>	12600	2095	2464	17,7
<b>L5-B05</b>	11610	1920	2230	16,1	<b>L6-B05</b>	12510	2185	2570	17,6
<b>L5-B06</b>	13677	1960	2405	22,7	<b>L6-B06</b>	13013	2190	2570	17,4
<b>L5-B07</b>	12330	1925	-	-	<b>L6-B07</b>	12600	2000	-	-
<b>L5-B08</b>	11658	1875	-	-	<b>L6-B08</b>	12093	2020	-	-
<b>L5-B09</b>	12240	1910	-	-	<b>L6-B09</b>	11919	2015	-	-
<b>L5-B10</b>	11880	1905	-	-	<b>L6-B10</b>	12649	2010	-	-
<b>L5-B11</b>	11571	1855	-	-	<b>L6-B11</b>	12330	2050	-	-
<b>L5-B12</b>	12420	1905	-	-	<b>L6-B12</b>	12600	2055	-	-
<b>L5-B13</b>	12600	2000	-	-	<b>L6-B13</b>	12420	1925	-	-
Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)	Bloco	Área Bruta (mm <sup>2</sup> )	Massa seca (g)	Massa Úmida (g)	Índice de absorção d'água (%)
<b>L7-B01</b>	11919	2010	2370	17,9	<b>L8-B01</b>	12880	2455	2915	18,7
<b>L7-B02</b>	11782	1990	2340	17,6	<b>L8-B02</b>	12788	2400	1865	19,4
<b>L7-B03</b>	11832	1945	2340	20,3	<b>L8-B03</b>	12880	2410	2885	19,7
<b>L7-B04</b>	11832	1925	2310	20,0	<b>L8-B04</b>	12880	2380	2835	19,1
<b>L7-B05</b>	11424	1910	2275	19,1	<b>L8-B05</b>	12788	2530	3035	20,0
<b>L7-B06</b>	11832	1960	2360	20,4	<b>L8-B06</b>	12880	2465	2945	19,5
<b>L7-B07</b>	11696	1920	-	-	<b>L8-B07</b>	13064	2475	-	-
<b>L7-B08</b>	11696	1965	-	-	<b>L8-B08</b>	12834	2490	-	-
<b>L7-B09</b>	12056	1970	-	-	<b>L8-B09</b>	13205	2500	-	-
<b>L7-B10</b>	12330	2010	-	-	<b>L8-B10</b>	13020	2455	-	-
<b>L7-B11</b>	12282	1995	-	-	<b>L8-B11</b>	12740	2400	-	-
<b>L7-B12</b>	11919	1935	-	-	<b>L8-B12</b>	13020	2405	-	-
<b>L7-B13</b>	11832	1985	-	-	<b>L8-B13</b>	13160	2475	-	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.2.2.5 Resistência à compressão

O ensaio de resistência a compressão foi realizado em todos os blocos capeados e no seu estado saturado. Em todos os 8 lotes ensaiados foram calculados o  $f_{bk}$  (resistência característica estimada da amostra) e comparados com os valores médios de resistência dos corpos de prova, porém, em nenhum dos oito lotes o valor de  $f_{bk}$  foi inferior ao valor médio de resistência das amostras, portanto, as ordenanças do item 5.7.2a da NBR 15.270-1:2017

deverão ser cumpridas e adotado o próprio valor médio das resistências como valor característico. O cálculo o  $f_{bk}$  foi realizado conforme a equação 4:

$$f_{bk} = \left\{ 2 \times \frac{[f_{b1} + f_{b2} + \dots + f_{b(i-1)})]}{(i-1)} \right\} - f_{bi} \quad (4)$$

Onde  $f_{bk}$  representa a resistência média estimada em MPa do lote,  $f_{b1}$ ,  $f_{b2}$ , ...,  $f_{bi}$  representam os valores de resistência à compressão individual dos corpos de prova pertencentes ao lote em ordem crescente,  $n$  representa o número de blocos por lote na amostra,  $i$  é considerado  $n/2$  quando o número de amostras é par e  $i$  é considerado  $(n-1)/2$  quando o número de amostras é ímpar. Após o cálculo do  $f_{bk}$  algumas considerações devem ser feitas: se  $f_{bk}$  for maior que a resistência média das amostras do lote adota-se a resistência média do lote como resistência característica. Caso  $f_{bk}$  seja menor que o valor médio de resistência do lote e ao mesmo tempo maior que  $f_{b1}$  (menor valor individual de resistência daquele lote) adota-se  $f_{bk}$  como valor de resistência característica do lote. Caso  $f_{bk}$  seja menor que  $\Phi \times f_{b1}$  deverá ser adotada como resistência característica do lote o valor do produto entre  $\Phi$  e  $f_{b1}$ . O valor de  $\Phi$  consta na Tabela 8 (ABNT, 2017a).

**Tabela 8 – Valores de  $\Phi$  em função da quantidade de blocos**

Quantidade de blocos	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18
$\Phi$	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,04

Fonte: ABNT, 2017a.

Os valores de cálculo e de média de resistência dos blocos de cada lote podem ser visualizados na Tabela 9 e os resultados dos ensaios a compressão de cada um dos 13 blocos de cada um dos 8 lotes estão representados na Tabela 10 a seguir:

**Tabela 9 – Cálculo de  $f_{bk}$  e resistência média à compressão (MPa)**

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
FKB	0,73	1,73	1,40	1,40	1,67	2,17	1,47	1,97
MÉDIA	0,45	0,49	0,51	0,45	0,60	0,72	0,46	0,58

Fonte: Próprio autor, 2018.

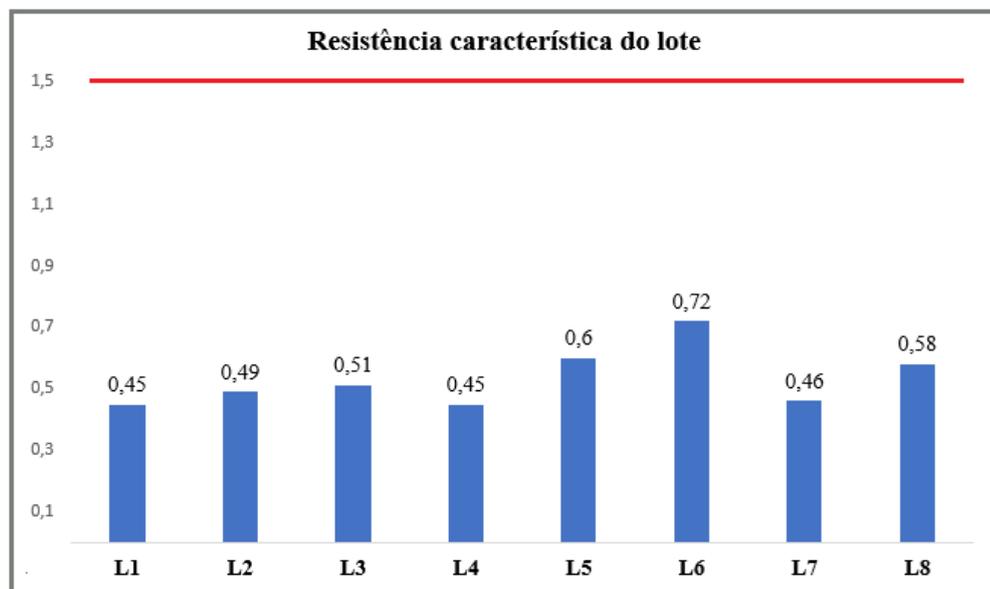
Tabela 10 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão (MPa)

Bloco	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
B1	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4
B2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	1
B3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,7	0,5	0,6	0,8
B4	0,3	0,7	0,5	0,3	0,5	0,6	0,8	0,6
B5	0,3	0,4	0,6	0,7	0,4	1	0,3	0,8
B6	0,2	0,7	0,4	0,4	0,5	1	0,3	0,6
B7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,3	0,4
B8	0,5	0,6	0,6	0,5	1,1	0,5	0,7	0,4
B9	0,3	0,4	0,4	0,3	0,8	0,7	0,3	0,4
B10	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,2	0,4
B11	0,7	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,8	0,5
B12	0,9	0,3	0,6	0,4	0,7	0,7	0,4	0,4
B13	0,4	0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,4	0,8

Fonte: Próprio autor, 2018.

O Gráfico 6 representa o valor final de resistência característica de cada lote, após as considerações de  $f_{bk}$  e resistência média, relacionados com o valor mínimo de resistência exigido pela norma. A linha vermelha marca o valor mínimo de 1,5 MPa de resistência característica à compressão exigido pela norma NBR 15.270-1/2017:

Gráfico 6 – Resistência característica de cada lote (MPa)



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.2.2.6 Tijolos maciços

Todos os 24 blocos cerâmicos maciços coletados, três de cada uma das oito lojas, foram ensaiados quanto as suas dimensões, identificação, massa seca, massa úmida e teor de absorção d'água. Os resultados destes ensaios podem ser observados na Tabela 11:

**Tabela 11 – Resultados dos ensaios de tijolos cerâmicos maciços**

<b>Bloco</b>	<b>Identificação</b>	<b>L (cm)</b>	<b>H (cm)</b>	<b>C (cm)</b>	<b>Massa seca (g)</b>	<b>Massa úmida (g)</b>	<b>Teor de absorção d'água (%)</b>
L1-B01	Reprovado	8,4	4,9	18,2	1120	1285	14,7
L1-B02	Reprovado	8,3	4,5	18,4	1160	1335	15,1
L1-B03	Reprovado	8,3	4,5	18,3	1140	1310	14,9
L2-B01	Reprovado	9,4	4,0	18,0	1085	1245	14,7
L2-B02	Reprovado	9,2	3,8	18,5	1070	1225	14,5
L2-B03	Reprovado	9,3	4,0	18,2	1100	1255	14,1
L3-B01	Reprovado	8,3	4,4	18,4	1065	1235	16,0
L3-B02	Reprovado	8,3	4,5	18,5	1050	1215	15,7
L3-B03	Reprovado	8,0	4,1	18,4	1070	1240	15,9
L4-B01	Reprovado	9,0	4,0	17,8	920	1110	20,7
L4-B02	Reprovado	9,0	3,9	17,5	930	1125	21,0
L4-B03	Reprovado	8,8	4,0	17,4	930	1120	20,4
L5-B01	Reprovado	8,8	4,2	17,7	990	1150	16,2
L5-B02	Reprovado	8,9	4,1	17,2	1020	1190	16,7
L5-B03	Reprovado	9,0	3,7	17,5	1005	1160	15,4
L6-B01	Reprovado	9,5	4,2	18,7	1115	1300	16,6
L6-B02	Reprovado	9,3	4,1	18,6	1095	1275	16,4
L6-B03	Reprovado	9,5	4,1	18,2	1120	1300	16,1
L7-B01	Reprovado	9,2	4,2	19,7	1180	1345	14,0
L7-B02	Reprovado	9,0	3,7	19,5	1135	1300	14,5
L7-B03	Reprovado	9,0	4,3	19,4	1120	1280	14,3
L8-B01	Aprovado	9,1	5,1	19,4	1480	1730	16,9
L8-B02	Aprovado	9,2	5,0	19,3	1465	1715	17,1
L8-B03	Aprovado	9,0	5,0	19,5	1420	1670	17,6

Fonte: Próprio autor, 2018.

O ensaio de resistência a compressão foi realizado nos 24 blocos seguindo a recomendação da norma, sendo todos capeados e submetidos ao processo de imersão para serem rompidos no seu estado saturado, porém, apenas os três blocos pertencentes ao lote L8

obtiveram resultado significativo de resistência, respectivamente 1,3, 3,7 e 4,7 MPa's de resistência. Em todos os demais 21 blocos ensaiados ocorreu um fenômeno observável na Figura 19 onde mesmo após a completa ruptura e deformação do bloco, os seus destroços formavam uma massa consistente que alcançava resistência elevada, variando de 10 a 40 MPa (11,4 MPa no momento em que a foto foi retirada), dessa maneira não foi possível à prensa calcular sua resistência máxima, de tal modo que o próprio software considerou erro nos ensaio, pois, julgava impossível aos tijolos cerâmicos maciços obterem tal resistência. O elemento resultante dos destroços dos blocos pode ser observado na Figura 20.

**Figura 19 – Bloco resistindo após sua ruína**



Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 20 – Elemento resultante dos destroços do bloco**



Fonte: Próprio autor, 2018.

#### 4.2.2.7 Blocos autoportantes

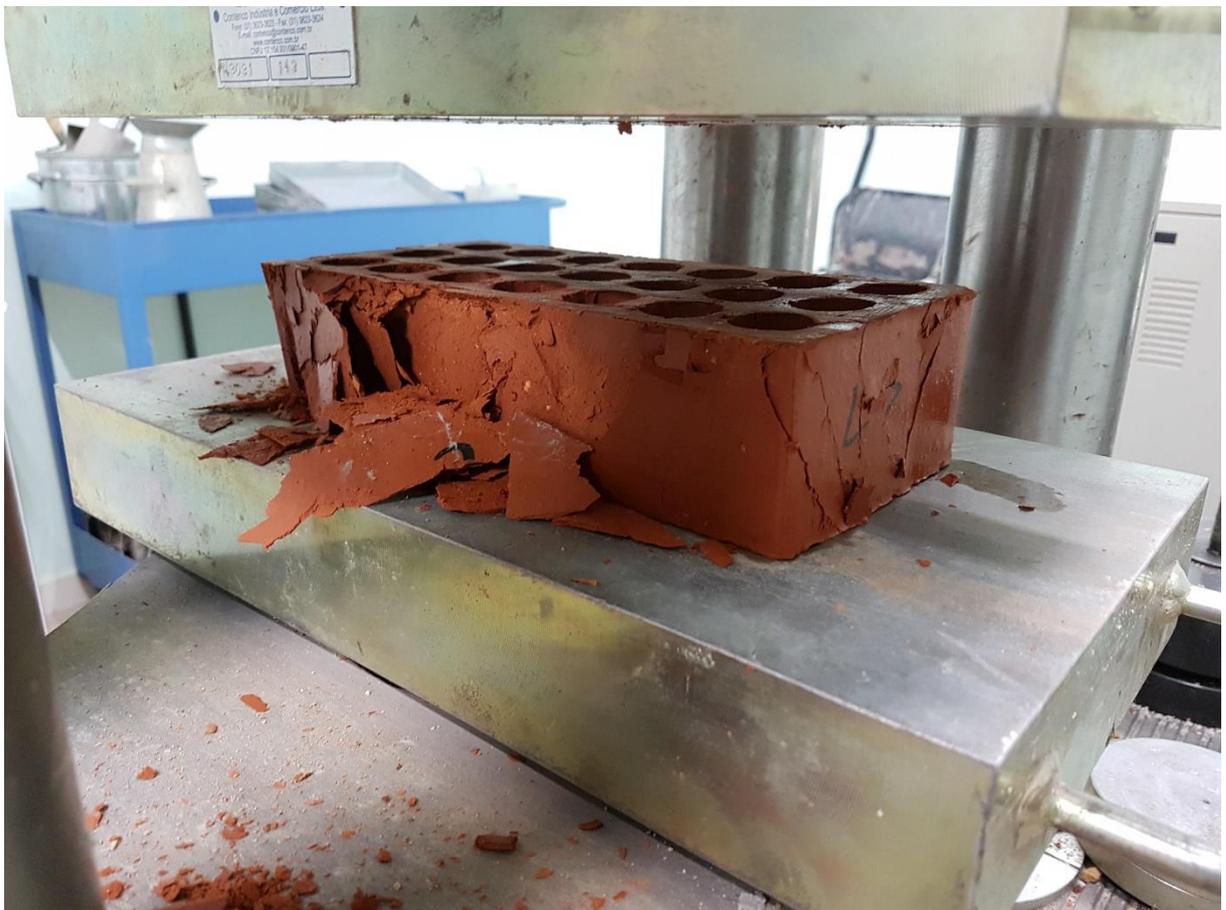
Apenas uma das oito lojas afirmou possuir blocos cerâmicos estruturais, desta forma foram adquiridos três corpos de prova que foram ensaiados quanto a suas características geométricas, identificação, características físicas e mecânicas. Os resultados podem ser observados na Tabela 12. A Figura 21 retrata um bloco cerâmico estrutural durante o ensaio de resistência à compressão.

**Tabela 12 – Resultados dos ensaios de blocos cerâmicos estruturais/autoportantes**

Bloco	Identificação	L (cm)	H (cm)	C (cm)	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Teor de absorção d'água (%)	Resistência à compressão (MPa)
L3-BE01	Aprovado	10,9	6,0	23,1	1295	1550	19,7	8,4
L3-BE02	Aprovado	10,9	5,9	23,1	1315	1575	19,8	9,1
L3-BE03	Aprovado	11,0	5,9	23,1	1330	1590	19,5	7,4

Fonte: Próprio autor, 2018.

**Figura 21 – Bloco cerâmico estrutural sendo submetido ao ensaio de compressão**



Fonte: Próprio autor, 2018.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 PESQUISA DE CAMPO

Através da pesquisa de campo foi possível traçar o perfil do cliente tipo da região de Anápolis, partindo da perspectiva dos lojistas, como indivíduos que buscam informações básicas sobre o material que estão adquirindo, sempre buscando sugestão dos profissionais da área, mas, que estão à procura do menor preço independente da qualidade do produto ofertado e ainda independente da classe social ou poder aquisitivo, porém, também é possível observar que os clientes são cientes que o material de baixo preço possui uma qualidade inferior de tal modo que raramente reclamam do produto adquirido, mesmo que apresente defeitos, e quase nunca pedem a troca do material usado.

Em relação aos representantes das casas de materiais de construção, cerca de 90% dos entrevistados se mostrou descontente com o cliente tipo de sua região, pois, sempre estão em busca de preço independente de qualidade. Mesmo criticando a escolha de seus clientes, muitos dos representantes se sentiram impossibilitados de mudarem este quadro, pois, 75% dos entrevistados responderam que este dever é de responsabilidade do cliente. Segundo as respostas dos representantes das casas de materiais de construção é possível definir o perfil dos fornecedores como desatentos com a qualidade do seu material, haja vista que nenhum representante afirmou receber laudos de ensaios de qualidade realizados com o material fornecido, a maioria dos fornecedores apenas garantem a troca do material em caso de defeito em parte considerável do lote de material.

### 5.2 CARACTERÍSTICAS VISUAIS

Em relação as características visuais, os lotes L1, L4, L5 e L6 foram todos aprovados, pois, apresentaram apenas 2 ou menos corpos de prova defeituosos. Os lotes L3, L7 e L8 foram reprovados pela norma, pois, apresentaram 5 ou mais blocos defeituosos. O lote L2 não foi aprovado, porém, não alcançou o limite para reprovação, portanto, deve ser realizado uma nova vistoria em outros 13 blocos para atender ao requisito 8.1.3 da NBR 15.270-1:2017 citado neste trabalho no capítulo 3.3.1.

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO

Todos os lotes foram severamente reprovados quando vistoriados no que tange as suas identificações, pois, o item 8.1.2 da NBR 15.270-1:2017, aqui citados no capítulo 3.3.1, diz que o não cumprimento das especificações em apenas um bloco já é suficiente para rejeitar todo o lote, e neste caso em específico dos 104 blocos vistoriados apenas dois apresentavam a identificação corretamente.

### 5.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Em relação as características geométricas podemos observar que: o lote L1 foi aprovado nos critérios de medidas de face individuais e média, esquadro e planeza das faces, porém, reprovados nas medidas de septos e paredes; o lote L2 foi aprovado nos critérios de medidas de face individuais e média, esquadro, planeza de faces e espessura dos septos, porém, reprovado nas paredes externas; o lote L3 foi aprovado nos critérios de medida de face individuais e média, esquadro e planeza de faces, porém, reprovado na espessura dos septos e paredes externas; o lote L4 foi aprovado nos critérios de medidas de face individuais e média, esquadro, planeza de faces e espessura de septos, porém, reprovados espessura das paredes externas; o lote L5 foi aprovado nas medidas de largura, altura, esquadro, planeza de faces e espessura de septos, porém, reprovado nas medidas de comprimento e espessura das paredes externas; o lote L6 foi aprovado nas medidas de largura, altura, esquadro, planeza de faces e espessura de septos, porém, reprovado nas medidas de comprimento e espessura das paredes externas; o lote L7 foi aprovado foi aprovado nos critérios de medidas de face individuais e média, esquadro, planeza de faces e espessura de septos, porém, reprovados espessura das paredes externas; o lote L8 foi aprovado nas medidas de largura, altura e espessura dos septos, porém, reprovados nas medidas de comprimento, espessura das paredes, esquadro e planeza das faces.

### 5.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

O ensaio de características físicas só requer aprovação no critério de índice de absorção de água, critério este que foi aprovado em todos os blocos ensaiados.

## 5.6 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Todos os lotes foram reprovados quando vistoriadas suas características mecânicas, mais especificamente a resistência à compressão, onde nenhum bloco atingiu a resistência mínima exigida pela norma que seria um tijolo cerâmico de vedação classe V15 com uma resistência mínima de 1,5 MPa, haja vista que o bloco com maior resistência foi o L5-B8 que atingiu a marca de 1,1 MPa. Entretanto, quando observadas as resistências dos blocos após o cálculo do  $f_{bk}$ , est e  $f_{bm}$  (resistência média), onde o valor de resistência característica de todos os lotes, respectivamente 0,45, 0,49, 0,51, 0,45, 0,60, 0,72, 0,46 e 0,58, é notório que seus valores não atendem nem a metade da resistência mínima exigida pela norma.

## 5.7 TIJOLOS MACIÇOS

Apenas uma amostragem simplificada de três tijolos cerâmicos foi adquirida de cada loja entrevistada, pois, buscava-se apenas obter uma informação base sobre a situação de qualidade de tais blocos, uma vez que o objetivo principal da pesquisa é focar nos blocos cerâmicos de vedação e não nos tijolos maciços.

A partir dos ensaios realizados foi possível observar que 87,5% dos blocos ensaiados forma reprovados no critério de identificação, pois, não possuem nenhuma informação inscrita. Existe uma grande variação na matriz de produção, pois, as variações de dimensões foram entre 17,2 a 19,7 cm, aproximadamente 2,5 cm de diferença entre lotes. Segundo a tabela 5 na NBR 15.270-1:2017 a menor dimensão para um tijolo maciço cerâmico é de 9,0 (L) x 5,3 (H) x 19,0 (C) cm, portanto, apenas os blocos provenientes da loja L8 podem são considerados aprovados pela norma, reprovando assim todos os outros lotes por possuírem blocos altura inferior a 4,8 cm ( $\pm 5$ mm de tolerância). Quanto ao índice de absorção d'água todos os blocos foram aprovados. Em relação ao ensaio de resistência a compressão, o fenômeno anteriormente citado no capítulo 4.2.2.6 deste trabalho, ocorrido nos lotes L1, L2, L3, L4, L5, L6 e L7, impossibilitou que fosse determinado o valor de resistência destes lotes, obtendo apenas a resistência característica do L8 com um valor de 3,23 MPa, valor este inferior aos 4,0 MPa exigidos pela norma para um tijolo maciço de vedação, classe VED40 ABNT, 2017a).

Deste modo é possível afirmar que os tijolos cerâmicos não obtiveram sucesso ao serem analisados com base na NBR 15270:2017, porém, vale ressaltar que esta é apenas uma

análise simplificada destes blocos, faz-se necessário um estudo mais aprofundado sobre estes elementos para informações e dados mais confiáveis.

## 5.8 BLOCOS AUTOPORTANTES

O fator mais importante para a utilização do bloco cerâmico autoportante é a falta de oferta, pois, observou-se na pesquisa que raramente fornecedores possuem esse modelo de bloco, mais precisamente apenas 12,5% dos entrevistados possuíam bloco cerâmico estrutural/autoportante em sua loja. Desta maneira, optou-se por realizar apenas uma amostragem simplificada, como no tijolo maciço, sendo coletados três amostras de blocos autoportantes de apenas uma loja que os possuía, L3. Os blocos não puderam ser classificados conforme a Tabela 5 deste trabalho, retirada da própria NBR 15.270-1:2017, pois, suas dimensões não condizem com nenhuma classificação da norma, porém, suas dimensões condizem com a Tabela 5 – Dimensões nominais exclusivas para tijolos da NBR 15.270-1:2017, portanto, pode-se afirmar que o fabricante produziu um bloco estrutural com medidas de tijolo maciço (ABNT, 2017a).

É interessante observar que os blocos autoportantes, mesmo com dimensões não condizentes com a norma, obtiveram um grande sucesso nos ensaios realizados. Todos os blocos possuíam toda a identificação exigida pela norma, porém, suas dimensões excederam o limite máximo de  $\pm 3\text{mm}$  disponíveis para blocos estruturais sendo reprovados nesse critério, embora a variação de dimensões entre um bloco e outro seja de no máximo 1mm. Em relação a sua massa seca, massa úmida e teor de absorção d'água, os corpos de prova apresentaram variações mínimas entre os resultados, portanto, é possível afirmar que os blocos possuem uma grande uniformidade. No último ensaio realizado, de resistência à compressão, os blocos apresentaram um valor característico de resistência igual a 8,4 MPa, valor este aceitável para um bloco cerâmico autoportante podendo ser classificado como um Bloco perfurado para alvenaria classe EST80 pela Tabela 2 – Especificação quanto à resistência mínima, absorção d'água e geometria da NBR 15.270-1:2017 neste trabalho representada como classe A5 nas Tabelas 3 e 4 do capítulo 2.2.5.3 (ABNT, 2017a).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de todos os estudos realizados foi possível confirmar a colocação de Bauer (2012) quando diz que existe uma falta de confiança dos projetistas quanto ao uso de materiais cerâmicos, principalmente em seu uso modular ou racionalizado, pois, existe uma falta de comprometimento dos fabricantes com as normas técnicas brasileiras, considerando-se que seus blocos foram reprovados em grande parte dos ensaios realizados, principalmente nas vistorias de identificação, que possibilita ao material não ter um responsável legal em caso de falhas. E ainda, não alcançaram de maneira geral nem mesmo metade da resistência requisitada pela norma.

Em relação aos ensaios simplificados de blocos cerâmicos maciços e autoportantes é possível afirmar que os tijolos maciços foram reprovados em suas características como os blocos cerâmicos de vedação, porém, há ainda uma crítica sobre o método para ensaio de resistência à compressão, pois, na grande maioria dos blocos ensaiados o método proposto pela norma não foi efetivo para determinar a resistência dos corpos de prova. Já em relação aos blocos autoportantes, os ensaios provaram que possuem características consideráveis, pois, apresentaram uniformidade entre blocos, teor de absorção d'água e resistência favoráveis para os parâmetros da norma. Um estudo aprofundado dos blocos cerâmicos autoportantes pode fornecer dados significativos para o método construtivo.

É notável que segundo a percepção do lojista, os clientes da região não se mostram preocupados com a qualidade do produto adquirido, de modo que sempre estão em busca do menor valor, entretanto, faz-se necessário um estudo sobre a perspectiva do cliente sobre os tipos, variedades e qualidade do material fornecido. Os representantes das casas de materiais de construção se mostram desejosos em mudar esse quadro, buscando distribuir um produto com melhor qualidade a um preço acessível, porém, se sentem impossibilitados de realizar tal fato, pois, alegam ser o cliente o maior influenciador na tomada de decisões dos fabricantes. Também é imprescindível observar que a falta de fiscalização por parte dos órgãos que devem vistoriar a qualidade do material fabricado é fator chave para a atual situação dos materiais de construção na região.

Dentre as consequências decorridas da utilização de um bloco com características fora da norma pode-se destacar o surgimento de fissuras, ou até mesmo o colapso, em uma edificação que utiliza blocos cerâmicos autoportantes em sua estrutura, pois, o engenheiro que realizou os cálculos considera que os blocos resistam aos valores considerados mínimos pela

norma, dessa maneira um bloco que não resiste aos valores utilizados no cálculo deve apresentar patologias devido as tensões atuantes superiores à sua capacidade de resistência. É dever do engenheiro observar se o material utilizado está dentro dos padrões mínimos, dado que, utilizar um material de qualidade duvidosa acarretará patologias na edificação. É necessário realizar os ensaios de qualidade ou exigir certificação dos materiais utilizados, em razão do fato do engenheiro ser o responsável pela execução da obra bem como dos materiais utilizados na construção dela.

A solução viável para este problema deve partir dos profissionais da área da construção civil, especialmente na área da engenharia, pois, devido ao seu conhecimento técnico eles possuem ciência da baixa qualidade e falta cobrança em relação aos materiais produzidos em solo nacional, mais precisamente na região de Anápolis. Cabe a estes profissionais conscientizarem a população dos requisitos mínimos exigidos pelas normas técnicas e dos riscos que a falta de comprometimento com os materiais pode causar.

## 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudo aprofundado da norma NBR 15.270/2017 especificamente sobre os blocos cerâmicos estruturais.

Avaliação do método proposto pela norma NBR 15.270/2017 para ensaio de resistência à compressão em blocos cerâmicos do tipo tijolo maciço.

Comparação do processo construtivo entre alvenaria estrutural com blocos cerâmicos autoportantes e blocos de concreto estruturais.

Pesquisa com o mercado regional consumidor de materiais de construção, mais especificamente os clientes tipo, se lhes são oferecidos materiais de qualidade, preço e características variadas, possibilitando a eles adquirir um material de boa qualidade com um preço acessível.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (São Paulo) (Org.). **Informações Técnicas:** Processo de fabricação. 2016. Disponível em: <<https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2017a. 26 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2:** Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 2: Métodos de ensaios. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2017b. 29 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA (Rio de Janeiro) (Org.). **Setor:** Fabricação de produtos cerâmicos. 2010. Elaborada por IBGE. Disponível em: <<http://anicer.com.br/setor/>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BARBOSA, Elcivone Maria de Lima. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall. **Especialize On-line:** IPOG, Goiânia, v. 01/2015, n. 10, p.1-21, dez. 2015.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão (Comp.). **Materiais de construção civil:** Volume 2. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012.

CASTILHO, Henrique. **A importância das normas na construção civil.** 2017. Disponível em: <<http://henriquecastilho.com.br/blog/importancia-das-normas-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

COSTA, Keyla, **Seminário sobre tijolos.** 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfKjQAF/seminario-sobre-tijolos>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GRACIELO, Junio. **Bloco cerâmico.** 2012. Disponível em: <<http://obratecnica.blogspot.com.br/2009/07/bloco-ceramico.html>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GOMES JÚNIOR, Francisco Célio Nogueira; CARVALHO, Yaskara Nayara Pereira; LÊU, Antônio Alex Matias; LEANDRO, Felipe Sales. **Conferência de qualidade dos blocos cerâmicos vazados para alvenaria de vedação produzidos pelas fábricas da cidade de Crato-CE.** Disponível em: <<http://revistas.poli.br/index.php/CONPAR/article/view/626>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria Inmetro nº 16, de 05 de janeiro de 2011.** 2011. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001665.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

ISAIA, Geraldo Cechella (Comp.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais:** Volume 1. 2 ed. São Paulo: Ibracon, 2010.

LEGGERINI, Maria Regina Costa. **Capítulo II: Materiais Cerâmicos**. 2010. Disponível em: <[http://www.politecnica.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA\\_-\\_Materiais\\_Tecnicas\\_e\\_Estruturas\\_I/estruturas\\_i\\_capitulo\\_II\\_materiais\\_ceramicos.pdf](http://www.politecnica.pucrs.br/professores/mregina/ARQUITETURA_-_Materiais_Tecnicas_e_Estruturas_I/estruturas_i_capitulo_II_materiais_ceramicos.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2018.

LIMA, Antônio Guilherme Garcia. **Cerâmicas**. Disponível em: <<http://www.antonioguilherme.web.br.com/blog/materiais-eletricos-e-magneticos/classificacao-dos-materiais/ceramicas/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

MENDES, Hugo; CARVALHO, Kleber Marcelo Braz; BORGES, Tâmara Esteves. **Tijolos e alvenaria: no âmbito da construção civil**. 2012. Disponível em <<https://pt.slideshare.net/KleberMarceloCarvalho/artigo-tijolos-e-alvenaria-no-mbito-da-construo-civil>>. Acesso em 17 set. 2018.

MACEDO, R. S. et al. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, [s.l.], v. 54, n. 332, p.411-417, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132008000400005>.

MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <<http://www.more.ufsc.br/>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

NICHELE, Bruno Paiva. **Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos: controle na execução para evitar manifestações patológicas**. 2014. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110095/000951905.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

PEREIRA, Caio. **O que é alvenaria?** 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria/>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

RIBEIRO, C. C. **Materiais de construção civil**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

SALES, J. C. et al. AS ARGILAS PARA FABRICAR CERÂMICA VERMELHA NO NORDESTE BRASILEIRO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 60., 2016, Águas de Lindóia. **Anais**. p. 601 – 612. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/60cbc/anais/PDF/03-062TT.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SANTOS, Pérsio de Souza. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

SILVA, Reginaldo Carneiro; GONÇALVES, Márcio de Oliveira; ALVARENGA, Rita de Cássia S. S. **Alvenaria Racionalizada**. 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285542-1.aspx>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

SPOSTO, Rosa M.; PERINI, André S. **Caracterização e avaliação dos blocos cerâmicos furados para alvenaria de vedação fornecidos para o Distrito Federal – DF**. 2014. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000\\_597.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_597.pdf)>. Acesso em 08 mai. 2018.

STRAGLIOTTO, A. J.; SAGRILO, B. da S.; FERNANDES, F. A. S. Avaliação dos requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria na cidade de Palmas de acordo com a NBR 15270-1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 60., 2016, Águas de Lindóia. **Anais.** p. 432 – 443. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/60cbc/anais/PDF/03-007TT.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

TEIXEIRA, José Sipriano. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.** Disponível em: <[http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta\\_upload/artigos/a121.pdf](http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a121.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2018.

TRECCO, Giulia. **Adobe:** Aprenda a fazer tijolos com terra crua. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.uol.com.br/casanocampo/2016/07/29/adobe-aprenda-a-fazer-tijolos-com-terra-crua/>>. Acesso em 05 mai. 2018.

**APÊNDICE A – LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE CASAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO NA CIDADE DE ANÁPOLIS**

**Quadro 4 - Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção em Anápolis realizado em setembro de 2018** (Continua)

<b>Nº</b>	<b>Nome</b>	<b>Endereço</b>	<b>Bairro</b>	<b>Telefone</b>
1	A Mantiqueira	Av. Pirineus, nº 280	Parque dos Pirineus	3452-1137
2	Aliança	Av. João Florentino, nº 700	Residencial Araguaia	3099-4275
3	Aporé	Av. JK, nº 800	Jardim Alvorada	3333-0304
4	Aremaco	Av. Pedro Ludovico, nº 5.915	Jibran	3387-7108
5	Atacação da Construção	Av. Brasil Norte, nº 1.700	Cidade Jardim	3311-1919
6	Bandeirante Materiais para Construção	Av. das Nações, nº 156	Jardim Bandeirante	3324-6012
7	Baratão da Construção	Av. Pedro Ludovico, nº 3.070	Jardim Calixto	3099-5195
8	Brasil Britas	Rua Silva Pinto, nº 382	Jundiá	3324-5588
9	Casa da Construção	Rua Belém, nº 2.459	Jardim Gonçalves	3311-2953
10	Casa das Areias	Rua Papoula, nº 20	Jardim dos Ipês	99239-5030
11	Casa Del Fiaco	Av. Fabril, nº 481	Vila Fabril	3388-3728
12	Casa do Construtor	Av. Mato Grosso, nº 925	Jundiá	3317-3045
13	Casa Nova	Av. Elias Zac Zac, nº 235	Filostro Machado Carneiro	3317-3629
14	Casa Padrão	Rua 25, nº 315	Residencial das Flores	3318-1124
15	Casaão Materiais de Construção	Av. Pedro Ludovico, Qd.23, Lt.26	Vivian Parque	3388-3815
16	Central Materiais de Construção	Av. Central, Qd.05, Lt.31	Residencial Idefonso Limirio	3703-8291
17	Cerâmica Morada Nova	Av. Brasil Norte, nº 2.400	Alvorada	3099-6620
18	Cimaco	Av. Brasil, nº 2.500	Vila Santana	3313-1764
19	Comercial Brasil Norte	Rua França, nº 700	Boa Vista	3318-3164
20	Comercial Casa Grande	Av. Pedro Ludovico, nº 6.710	Víviam Parque	3316-1876
21	Comercial Diff	Rua 06, nº 280	Bairro de Lourdes	3317-3187
22	Comercial Freitas	Av. 2, nº 455	Antônio Fernandes	3315-2012
23	Comercial Jaguar	Av. Independência, nº 1417	Parque Brasília	3314-1390
24	Comercial Mariana	Av. Pedro Ludovico, nº 4.410	Paraíso	99124-8979
25	Comercial Morais	Av. São Paulo, Qd.11, Lt.02	São Paulo	3098-3981
26	Comercial Moreira	Rua Ouro Branco, n 275	Vila Jaiara	99287-6079
27	Comercial Pereira	Av. 10, Qd.01, Lt.17	Conjunto Mirage	3315-5802
28	Comercial Rocha	Av. Souzaia, Qd.01, Lt.05	Residencial Dom Felipe	3318-4898

Quadro 4 - Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção em Anápolis realizado em setembro de 2018				(Continuação)
29	Comercial Rodrigues	Av. Central, nº 50	Residencial Jandaia	99927-0515
30	Conexões Catarinense	Viel V1 L1, Qd.14, Lt.14	Distrito Agro Industrial	3316-3483
31	Constat - Centro	Rua Quatorze de Julho, nº 1.412	Setor Central	3311-2626
32	Constat - Coimbra	Av. Pedro Ludovico, nº 1.678	Parque das Nações	3387-4846
33	Constat - Jaiara	Av. Presidente Kennedy, nº2.974	Vila Jaiara	3315-8222
34	Construana	Av. Juscelino Kubitschek, nº 3.315	JK Parque Industrial Nova Capital	3314-1465
35	Construcasa	Av. Pedro Ludovico, nº 1.445	Vila São Joaquim	3321-2870
36	Construfácil	Av. Paraguai, Qd.142, Lt.09	Vila Formosa	3314-2069
37	Construforte - Jundiá	Av. Jamel Cecílio, nº 2.650	Jundiá	3314-2362
38	Construforte - Setor Sul	Av. Presidente José Sarney, Qd.14, Lt.06	Setor Sul Jamil Miguel	3324-0510
39	Construhomes	Rua 9, nº 773	Alto da Bela Vista	3314-9353
40	Construmax	Av. Universitária, nº 768	Maracananzinho	3099-4056
41	Construmendes	Rua 03, nº 85	Recando do Sol	3318-3878
42	Construmil	Av. Acadêmico Adahil Dias, nº 344	Setor Sul Jamil Miguel	3313-8080
43	Construnão	Av. Pedro Ludovico, nº 6.411	Setor Central	3587-7583
44	Construnova	Av. São Paulo, nº 700	Setor Industrial Aeroporto	3319-6338
45	Dacopar	Viel Vp 5d, Qd.10, Md 2/6	Distrito Agro Industrial	3316-1212
46	Depósito Avenida	Av. Patriarca, nº 1.631	Bairro de Lourdes	3314-1165
47	Depósito Casa Verde	Rua 10, Qd.24, Lt.01	Bairro de Lourdes	3317-1362
48	Depósito Construtem	Rua 25, nº 297	Vila Formosa	3314-1612
49	Depósito Cristo Rei	Rua Cruzeiro do Sul, nº 420	Jardim Alvorada	3333-1527
50	Depósito do Zico	Av. Fernando Costa, nº 620	Vila Jaiara	3319-1017
51	Depósito e Ferragista Prêmio	Av. Pb 1, nº 352	Parque Brasília 2a Etapa	3313-2449
52	Depósito Fortaleza	Av. Belo Horizonte, nº 139	São João	3313-6910
53	Depósito Ipê	Rua Ernesto Oliveira Pina, nº 25	Jardim dos Ipês	3318-3349
54	Depósito Maia	Av. Anderson Clayton, nº 390	Eldorado	3314-6000
55	Depósito Maracanã	Av. Presidente Kennedy, nº 815	Maracanã	3315-3600
56	Depósito Morrinhos	Rua Morrinhos, Qd.114, Lt.06	Vila Jaiara	3319-2586
57	Depósito Neto	Rua Joel, nº 1.210	Santo André	3324-8910
58	Depósito Nova Capital	Av. Jamel Cecílio, nº 480	JK Nova Capital	3099-2586

**Quadro 4 - Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção em Anápolis realizado em setembro de 2018** (Continuação)

59	Depósito Pirineus	Av. Fernando Costa, nº 765	Vila Jaiara	3319-1336
60	Depósito Policena	Rua Quintino Bocaiuva, nº 79	Setor Central	3943-3902
61	Depósito Ramalho	Rua do Governo, nº 230	Jardim Calixto	3387-4120
62	Depósito São Luiz	Rua Braz Cordeiro de Moraes, nº 230	Vila Industrial	3314-8046
63	Depósito Souza Filho	Av. Luís Carpaneda, nº 17	Vila Jaiara Setor Norte	3319-1116
64	Depósito Três Irmãos	Rua Dr. Almeida Júnior, nº 215	São José	3388-4477
65	Depósito Triângulo	Av. Presidente Kennedy, nº 1.720	Jardim Alexandrina	3315-2944
66	Depósito União	Av. Pirineus, nº 54	Jardim Vera Cruz	3098-1735
67	Di Casa	Rua 5, nº 945	Recando do Sol	3318-1965
68	Dois Irmãos	Av. Pedro Alvares Cabral, nº 228	Vila Nossa Senhora D'abadia	3313-6226
69	Faria Materiais para Construção	Rua 55, nº 316	Recando do Sol	99227-8575
70	Ferragista Araguaia	Av. Tiradentes, nº 39	Setor Central	3099-7275
71	Ferragista Coutinho	Av. Brasil, nº 4.980	Jardim das Américas 2a Etapa	3098-4567
72	Ferragista Padrão	Av. Sebastião Pedro Junqueira, nº 461	Vila Industrial	3706-8070
73	Ferragista Presidente	Rodovia BR-153, nº 6.845	Parque Calixtopolis	3387-7555
74	Ferragista Vida Nova	Rua 19, nº 680	Bairro de Lourdes	3314-4574
75	Fonte Nova	Praça Jamel Cecílio, nº 290	JK Nova Capital	3943-2530
76	Formatto Ferragista	Av. Pedro Ludovico, nº 1.436	Jardim das Nações Unidas	3024-0615
77	GM Materiais para Construção	Rua João Florentino, nº 359	Residencial Araguaia	3318-8948
78	Gobras	Av. Tiradentes, nº 713	Setor Central	3315-1215
79	Goiás - Av. Brasil	Av. Brasil Norte, nº 2.575	Boa Vista	3318-1100
80	Goiás - Av. Goiás	Av. Goiás, nº 1.945	Vila Brasil	3388-4545
81	Goiás - Av. Presidente Kennedy	Av. Presidente Kennedy, nº 2.730	Jardim Alexandrina	3315-2202
82	Guimacon	Av. Jamel Cecílio, nº 2.879	Jundiá	3314-2020
83	HG Materiais para Construção	Av. Progresso, nº 385	JK Nova Capital	3702-3380
84	Irmãos Coimbra	Rua Benevides Gonçalves, nº 456	Jardim Bela Vista	3321-2424
85	Irmãos Soares	Av. Brasil Norte, nº 320	Cidade Jardim	3329-0400
86	J M Materiais de Construção	Av. Comercial, nº 1.501	Bairro de Lourdes	3314-1020
87	Javaé Materiais de Construção	Av. Mato Grosso, nº 835	Jundiá	3317-2111
88	JMW Construções e Materiais	Rua José Bonito, nº 82	Santo Antônio	3387-2063

Quadro 4 - Levantamento quantitativo de casas de materiais de construção em Anápolis realizado em setembro de 2018				(Conclusão)
89	Lar e Construção	Rua Borba Gato, nº 56	Jardim das Américas 1a Etapa	3318-3300
90	Link Home Center	Av. Mato Grosso, nº 250	Jundiáí	98125-5730
91	Madeira Ipê	Av. Nair Xavier Correia, nº 1.105	Jardim Alexandrina	3315-2486
92	Madeli	Av. Brasil Sul, nº 6.350	São João	3313-1881
93	Madenópolis	Av. Brasil, nº 3.659	Vila Popular Munir Calixto	3313-2211
94	Madeira Paulista	Rua Engenheiro Portela, nº 2.459	Vila Nossa Senhora D'abadia	3313-7339
95	Maranata	Av. Ayrton Senna da Silva	Parque Brasília	3317-1505
96	Metal Dinâmica	Rua Padre Anchieta, nº 120	Vila Santa Maria de Nazareth	3098-1744
97	Mineirão da Construção	Rua Osvaldo Cruz, nº 185	Frei Eustáquio	3098-3289
98	Nazaré Materiais de Construção	Av. Ana Jacinta, nº 191	Vila Santa Maria de Nazareth	3311-3444
99	Nossa Senhora da Guia	Av. Bandeirante, nº 490	Bairro de Lourdes	3317-1260
100	Portal da Construção	Rua Bela Vista, nº 90	Santo André	3313-4938
101	Redenção	Rua Dona Andreilina, nº 205	Jardim das Américas 3a Etapa	3318-2164
102	Rezende	Av. Amanda Braga Tibúrcio, nº 530	Setor Sul	3943-9642
103	Rochedo	Rua Luziânia, nº 311	Vila Harmonia	3099-4092
104	São Caetano	Av. Brasil Sul, nº 4.874	Calixtolândia	3313-4340
105	Sena Ferragista	Rua França, nº 1000	Boa Vista	3318-1968
106	SKM Materiais de Construção	Rua SD 12, Qd.10, Lt.11	Santos Dumont	3318-3601
107	Souza Materiais para Construção	Av. Morumbi, nº 320	Vila Mariana	3387-4497
108	Tend Tudo	Rua Belém, nº 104	Jardim Gonçalves	3313-5438
109	Tubos de Conexões Juniaí	Av. Mato Grosso, nº 671	Jundiáí	3099-1819
110	Varejão da Construção	Av. Fernando Costa, nº 801	Vila Jaiara St. Norte	3319-3380
111	Vida Nova	Av. Central, nº 150	Industrial Munir Calixto	3316-5472

Fonte: Telelista e GuiaMais, 2018.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS CASAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

### Dados da Empresa

Nome da Empresa: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Tempo de atuação da empresa: \_\_\_\_\_

Público alvo da empresa:

Empresas ( ) Construtoras ( ) Profissionais da área ( ) Pessoas comuns ↓\$ ( ) Pessoas comuns ↑\$ ( )

### Perfil do Cliente

Buscam por informações e conselhos sobre os materiais? \_\_\_\_\_

Vendem grande ou pouca quantidade por cliente? \_\_\_\_\_

Procura por materiais mais caros, baratos ou preço médio? \_\_\_\_\_

Procura por materiais de melhor, pior ou qualidade mediana? \_\_\_\_\_

Qual o fator principal na escolha do fornecedor de materiais para construção (preço, qualidade, fama, tempo de mercado)? \_\_\_\_\_

Em sua opinião, qual o fator (preço, qualidade, etc) que mais influencia na escolha de material por parte de seus clientes? \_\_\_\_\_

### Dados dos Blocos

- Bloco cerâmico ( ) Vedação ( ) Estrutural ( ) Maciço VED ( ) Maciço EST ( ) Outros ( )

\_\_\_\_\_

- Bloco de concreto ( ) Vedação ( ) Estrutural ( )

Tem ciência de existência da NBR 15.270/2005? Tem ciência da atualização da NBR 15.270/2017?

\_\_\_\_\_

Já tiveram problemas com a qualidade do material (danificados no estoque, fornecedor entregou material defeituoso)? \_\_\_\_\_

Já receberam reclamação de clientes sobre a qualidade do material? \_\_\_\_\_

Recebem certificado de qualidade ou garantia? Foi realizado algum tipo de ensaio ou teste de qualidade?

\_\_\_\_\_

Gostaria de receber resultados sobre ensaios de qualidade do material vendido? \_\_\_\_\_

Em sua opinião, quem tem maior poder para mudar a qualidade dos materiais produzidos na região (lojistas ou consumidor)? Por quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_