

**FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA**

**WILLIAN SOTTE DE SOUZA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE BLOCOS DE CONCRETO SEGUNDO A NBR 6136  
E NBR 12118 NA REGIÃO DE CARATINGA – MG**

**CARATINGA**

**2017**

**WILLIAN SOTTE DE SOUZA**

**FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE BLOCOS DE CONCRETO SEGUNDO A NBR 6136  
E NBR 12118 NA REGIÃO DE CARATINGA – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga.

Área de concentração: Controle de qualidade

Orientadora: M.Sc. Bárbara Dutra da Silva Luz

**CARATINGA**

**2017**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Análise de qualidade de blocos de concreto segundo a NBR 6136 e NBR 12118 na região de Caratinga-MG, elaborado pelo(s) aluno(s) Willian Sotte de Souza foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

Caratinga 11 de Dezembro de 2017

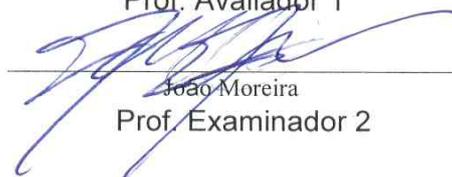
  
Bárbara Dutra

Prof. Orientador



José Nelson

Prof. Avaliador 1



João Moreira

Prof. Examinador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo fim de mais essa etapa, pelos sonhos que se concretizam.

A minha muitíssimo amada mãe, mais que mãe, Maria Lúcia Sotte, minha amiga, companheira, confidente e conselheira. Minha principal incentivadora, “inspiração de meus sonhos”! Sempre me apoiando e buscando compreender minhas ideias e escolhas, acreditou nos meus sonhos e projetos, principalmente quando nem eu mais acreditava.

A meu pai, Fernando Fernandes de Souza, meu abrigo seguro, de onde recebi apoio incondicional nessa empreitada. Agradeço por acreditar sempre no meu potencial, pelo amor, carinho, paciência e seus ensinamentos, por não medir esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

Aos meus irmãos e sobrinhos, agradeço o apoio e afeto.

O meu muito obrigado aos professores, que me deram a devida sabedoria de ter o conhecimento adquirido.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Barbara Dutra, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Grato pelo dinamismo, a confiança, o carinho, enfim, por compreender e incentivar a concretização desse trabalho.

Um agradecimento especial aos meus queridos amigos de quem a distância e o tempo nunca vão me separar, pois fazem parte do meu coração!

À minha turma de graduação, pela diversão, pelo aprendizado, pela convivência que tanto auxiliou no meu amadurecimento. Amigos que durante esses anos de faculdade foram minha segunda família, dividindo sonhos, sorrisos, lanches e lágrimas. Em especial Nayane Carolina, pelo carinho, cumplicidade e compreensão.

Enfim, a todos meu muitíssimo obrigado!

## RESUMO

A construção de alvenaria tem sido utilizada há milhares de anos desde o início da civilização, mas no Brasil seu crescimento se deu nos últimos anos alavancando pesquisas visando buscar soluções para os problemas patológicos observados. A utilização da alvenaria com blocos de concreto tem expandido, pois o mesmo é um material multifuncional e simples de ser executado. Buscando garantir a normalização dos blocos de concreto, foram implantados regulamentos e com isso é necessário que as fábricas observem suas especificações a fim de obter um produto de qualidade. O presente trabalho visa analisar a qualidade dos blocos vazados de concreto das fábricas da região de Caratinga-MG. Para isso foram realizadas entrevistas nas fábricas de blocos de concreto e recolhidas 15 amostras de cada fábrica para ser submetida à inspeção visual, verificação dimensional e ao ensaio de resistência à compressão. Os resultados mostraram que os blocos das empresas analisadas estão em conformidade com as normas regulamentadoras NBR 6136:2006 e a NBR 12118:2006 que estipula a resistência mínima de 2,0MPa. As fábricas analisadas alcançaram resultados bem acima do exigido sendo a fábrica 3 a que obteve maior resistência com o valor de 5,67MPa. Concluindo que ajustes nas dosagens na fabricação dos blocos diminuiria o custo da produção e da venda.

**Palavras-chave:** Blocos de concreto; alvenaria de vedação; resistência à compressão; qualidade dos blocos; construção civil.

## ABSTRACT

Masonry construction has been used for thousands of years since the beginning of civilization, but in Brazil its growth has occurred in recent years leveraging research aimed at finding solutions to the pathological problems observed. The use of masonry with concrete blocks has expanded because it is a multifunctional material and simple to be executed. In order to guarantee the standardization of the concrete blocks, regulations have been implemented and with this is necessary for the factories to observe their specifications in order to obtain a quality product. The present work aims to analyze the quality of the concrete blocks of the factories of the region of Caratinga-MG. For this, interviews were made in concrete block factories and 15 samples were collected from each factory to be subjected to visual inspection, dimensional verification and the compressive strength test. The results showed that the blocks of factories analyzed comply with regulatory standards NBR 6136:2006 and the NBR 12118:2006 which stipulates the minimum resistance of 2,0 MPa. The factories analyzed achieved results well above the required being the factory 3 the one that obtained greater resistance with the value of 5,67 Mpa. Concluding that adjustments in the dosages in the manufacture of the blocks would reduce the cost of production and sale.

**Keywords:** Concrete blocks; masonry sealing; compressive strength; quality of blocks; construction.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Dimensões para blocos de concreto .....	22
<b>Figura 2</b> Texturas dos blocos de concreto .....	23
<b>Figura 3</b> Modelos de blocos de concreto .....	26
<b>Figura 4</b> Máquina manual para fabricação .....	31
<b>Figura 5</b> Máquina para mistura de insumos .....	32
<b>Figura 6</b> Produção diária de blocos de concreto .....	33
<b>Figura 7</b> Materiais utilizados para a fabricação dos blocos .....	34
<b>Figura 8</b> Maquinário utilizado na fabricação dos blocos .....	34
<b>Figura 9</b> Medida utilizada pelo fabricante .....	35
<b>Figura 10</b> Método de cura fábrica 1 .....	36
<b>Figura 11</b> Produção diária de blocos de concreto .....	36
<b>Figura 12</b> Máquina pneumática utilizada na fabricação .....	37
<b>Figura 13</b> Método de cura fábrica 2 .....	38
<b>Figura 14</b> Produção diária de blocos de concreto .....	38
<b>Figura 15</b> Máquina hidráulica para fabricação dos blocos .....	39
<b>Figura 16</b> Método de cura fábrica 3 .....	40
<b>Figura 17</b> Análise dimensional do blocos .....	41
<b>Figura 17 a</b> Comprimento .....	41
<b>Figura 17 b</b> Largura .....	41
<b>Figura 17 c</b> Altura .....	42
<b>Figura 18</b> Ensaio de resistência à compressão .....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Resultado de ensaio de análise dimensional dos blocos: comprimento largura e altura .....	42
<b>Tabela 2</b> Resultado do ensaio de análise dimensional dos blocos: espessura das paredes .....	43
<b>Tabela 3</b> Resultado do ensaio de resistência à compressão dos blocos .....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Comparativo de resistência média à compressão das fábricas com relação à norma NBR 6136:2006 .....	47
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

$\sigma$	Tensão
A1	Amostra 1
A2	Amostra 2
A3	Amostra 3
A4	Amostra 4
A5	Amostra 5
A6	Amostra 6
A	Área
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPV	Cimento Portland V
F1	Fábrica 1
F2	Fábrica 2
F3	Fábrica 3
F4	Fábrica 4

F	Força
Kg	Quilograma
L	Litro
MG	Minas Gerais
mm	Milímetro
Mpa	Megapascal
NBR	Norma Brasileira
PAR	Programa de Arrecadamento Residencial
TF	Tonelada Força

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	Contextualização .....	14
1.2	Objetivos .....	15
1.2.1	Objetivo geral .....	15
1.2.2	Objetivos específicos .....	15
1.3	Estruturação do Trabalho de Conclusão de Curso .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1	Alvenaria .....	17
2.2	Blocos Vazados de Concreto .....	17
2.3	Métodos de Dosagem .....	20
2.4	Coordenação modular para edificações .....	20
2.5	Fatores que influenciam no desempenho dos blocos de Concreto.....	20
2.5.1	Resistência à compressão .....	21
2.5.2	Precisão dimensional e perfeição geométrica .....	21
2.5.3	Textura superficial .....	23
2.5.4	Tempo de cura .....	23
2.5.5	Normas aplicáveis .....	24
2.5.6	Modelos de blocos .....	25
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
3.1	Caracterização técnica e ensaios realizados .....	27
3.1.1	Entrevista .....	27
3.1.2	Inspeção visual .....	28
3.1.3	Verificação dimensional .....	28
3.1.4	Ensaio de ruptura .....	28

<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
4.1	Entrevistas .....	30
4.2	Inspeção visual .....	40
4.3	Análise dimensional .....	40
4.4	Ensaio de ruptura .....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

De acordo com Filho (2007) o crescimento da economia e o incentivo governamental em investimentos, principalmente na habitação popular, tem proporcionado à construção civil no Brasil grande avanço nos últimos anos. Em 1999, a Caixa Econômica Federal criou o Programa de Arrecadamento Residencial (PAR), onde o cliente paga por até 15 anos o valor da prestação e ao fim se torna dono do imóvel. Devido esse fato houve uma grande evolução no mercado imobiliário e conseqüentemente uma grande busca por produtos com menores custos nas obras. Dessa maneira a busca entre alternativas passaram a ser mais utilizadas no país, entre elas a alvenaria com blocos de concreto.

O bloco de concreto é um material multifuncional e simples de ser executado e vem conquistando cada dia um espaço maior na construção civil, sendo aplicado em execução de muros divisórios, piscinas, reservatórios, alvenaria e de vedação, entre outros. A inovação tecnológica da construção civil no Brasil tem trazido melhorias garantindo a qualidade e preços mais acessíveis que, além de fomentar a economia uma vez que diversos objetos como o da área de blocos de concreto já começaram a responder com o aumento da produção. Qualidade essa que só é possível ser alcançada, fabricando materiais dentro de um ponto de vista da industrialização do material (FILHO, 2007).

No entanto, o aumento do número de novas fábricas de bloco de concreto ocorre em alguns casos sem o conhecimento técnico específico sobre o produto. Desse modo, os fabricantes adotam, muitas vezes, traços indicados por pessoas não especializadas na área, produzindo blocos de qualidades inferiores ao que se pede nas normas técnicas estabelecidas. Sendo assim devido a falta de controle dos materiais que constituem o concreto influencia na baixa qualidade de produção podendo causar problemas patológicos (PEREIRA, 2008). Além disso, esses fabricantes conseguem vender seus produtos no comércio em razão de preços mais baixos e grande procura. O que pode levar a aquisição de um material de má

qualidade, que pode ocasionar problemas para as construtoras e os consumidores em geral.

Conforme Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2004) é de grande importância o conhecimento e pesquisas que garantam a qualidade dos blocos de concreto disponíveis no comércio para a avaliação da conformidade desse material. Neste sentido esse estudo faz a análise de qualidade de blocos de concreto segundo as normas NBR 6136 E NBR 12118 produzidos na região de Caratinga-MG.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Analisar a qualidade dos blocos de concreto nos quesitos resistência à compressão, dimensões e textura superficial de fábricas no mercado do município de Caratinga-MG.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar a capacidade de resistência à compressão dos blocos de concreto obtidos através de compra em 4 fábricas da região do município de Caratinga-MG através do ensaio de resistência à compressão em unidades regido pelas normas NBR 12118:2006 e NBR 6136:2006;
- Estabelecer as propriedades geométricas dos blocos de concreto através de inspeção visual da qualidade das superfícies dos blocos produzidos.
- Avaliar as propriedades geométricas dos blocos de concreto verificando e comparando suas dimensões;
- Verificar método de dosagem na fabricação dos blocos concreto utilizado pelo fabricante, analisando também o tempo de cura.

Pretende-se dessa forma, disponibilizar informações que permitam avaliar a qualidade dos blocos de concretos comercializados na região de Caratinga, MG.

### 1.3 Estruturação do trabalho de conclusão de curso

Este Trabalho de Conclusão de Curso está estruturado em 6 (seis) capítulos:

- Capítulo 1: Contém a introdução, com a contextualização, o objetivo geral e os objetivos específicos e a organização do trabalho;
- Capítulo 2: Apresenta a revisão bibliográfica, procurando abordar os temas: alvenaria de vedação e estrutural, modelos de blocos, blocos vazados de concreto, desempenho dos blocos, normas aplicáveis na fabricação dos blocos e utilização de blocos de concreto vazado;
- Capítulo 3: Descreve a metodologia, com a realização dos ensaios de resistência a compressão e dimensional nos blocos de concreto de acordo com as normas: NBR 12118:2006 e NBR 6136:2006, tendo como fundamento a entrevista estruturada a fim de identificar o método de dosagem utilizado e coletas de blocos de concreto das fábricas selecionadas estabelecendo as propriedades geométricas e físicas dos mesmos;
- Capítulo 4: Contém os resultados e suas discussões, visando responder as questões levantadas no trabalho e oferecer uma fonte de pesquisa com informações técnicas sobre a qualidade de blocos de concreto da região de Caratinga, MG;
- Capítulo 5: Apresenta as conclusões e recomendações;
- Capítulo 6: Referências bibliográficas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Alvenaria**

A alvenaria é um sistema construtivo antigo utilizado há milhões de anos. De acordo com Filho (2007) a alvenaria no Brasil começou a ser utilizada no período colonial. Em 1966 os primeiros prédios de 4 pavimentos foram executados, mas só da década de 80 que a alvenaria atingiu seu auge na construção de conjuntos habitacionais.

Segundo Nascimento (2004) alvenaria é toda obra feita com elementos, como pedras naturais, blocos cerâmicos ou blocos de concreto ligados ou não por argamassa, usada em paredes, fundações, muros e colunas. Quando não é dimensionada para suportar cargas maiores do que seu próprio peso é chamado de alvenaria de vedação ou não estrutural que deve ter as seguintes características: resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, estanqueidade e durabilidade. No sistema de alvenaria estrutural as paredes que suportam as cargas da edificação. Numa obra na qual o sistema é de alvenaria estrutural os blocos não podem ser cortados e devem ser utilizados os tipos de materiais especificados no projeto de modulação.

Existem vários requisitos que as construções em alvenaria devem atender a fim de se adequarem as normas estabelecidas dentre elas: A estabilidade mecânica, durabilidade em função da exposição à chuva, isolamento térmico, isolamento acústico e resistência ao fogo (OLIVEIRA *et. al.*, 2016).

### **2.2 Blocos vazados de concreto**

O bloco de concreto é um tijolo vazado feito de argamassa de concreto, destinado à alvenaria. Têm sua parte externa levemente porosa para facilitar a aderência da argamassa de revestimento ou lisa para uso aparente, em seu interior tem dois canais prismáticos ou, popularmente, “furos” (Bauer, 2000). De acordo com a NBR 6136:2006 (2007) um bloco vazado de concreto necessita de uma área líquida igual ou inferior a 75% de seu valor bruto total que são classificados em A, B, C e D.

Ainda segundo a NBR 6136 (2007), a classificação dos blocos de concreto deve seguir os requisitos padrões de acordo com as classes A refere-se à função estrutural utilizados em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo, já a classe B com função estrutural, utilizados em elementos de alvenaria acima do nível do solo. Classe C com função estrutural, utilizados em elementos de alvenaria acima do nível do solo, recomendado para designados módulo 10 para edificações de máximo um pavimento, módulo 12,5 para no máximo dois pavimentos, módulo 15 e módulo 20 para edificações maiores e a classe D sem função estrutural, utilizados em elementos de alvenaria acima do nível do solo. Essas designações são utilizadas para projetar a modulação e calcular o consumo de blocos de concreto racionalizando a obra.

Atualmente esses blocos têm sido cada vez mais utilizados, pois antes tinha-se a ideia de que usar blocos cerâmicos, que são mais baratos, traria uma economia, mas hoje sabe-se que o valor um pouco mais alto do bloco de concreto acaba sendo compensado no conjunto da obra, uma vez que proporciona economias e outras vantagens como: redução na mão-de-obra em carpintaria e ferraria, maior rapidez e facilidade de construção, menor número de equipes ou subcontratados de trabalho, ótima resistência ao fogo, ótimas características de isolamento termo acústico, etc. Sua versatilidade lhe dá várias opções de aplicações como na execução de muros divisórios, alvenaria estrutural e de vedação, execução de piscinas, dentre outras (CAMPOS, s.d.).

Os insumos utilizados na fabricação dos blocos normalmente são: cimento Portland, agregados graúdos (pedrisco) e miúdos (areia natural e/ou areia artificial) e água podendo haver o uso de aditivos de acordo com as especificações exigidas (FILHO, 2007).

Para uma melhor qualidade dos blocos de concreto, são de grande importância os critérios praticados de dosagem segundo métodos de dosagem estabelecidos pela ABCP. Alguns fatores são essenciais e devem ser seguidas e necessariamente conhecer o projeto, os materiais, os equipamentos e a mão de obra disponível (BAUER, 2000).

Algumas características constituem os requisitos normativos e servem de indicadores de qualidade ou para especificação dos blocos. Os principais constituintes na fabricação dos blocos estão descritos sucintamente a seguir.

#### a) Cimento Portland

Segundo a ABCP (2002) Cimento Portland é a definição técnica usada mundialmente para se referir ao que é popularmente conhecido como cimento. Sendo ele um pó com propriedades específicas que enrijece sob ação da água. Sua composição é à base de clínquer e de adições sendo produzido através da moagem de seus compostos. Após endurecido sua resistência à água é bem alta sendo ele o aglomerante mais utilizado nas construções civis. Quando em contato com a água o cimento adquire propriedades ligantes, pois há uma reação química que resulta em propriedades de pega e endurecimento.

#### b) Agregados

Os agregados segundo a NBR 9935 (ABNT, 2011) é um insumo granular sem forma ou volume definido, de dimensões e propriedades adequadas para a produção de argamassa e concreto. Eles participam da composição do bloco de concreto exercendo a função de minimizar os efeitos da retração, contribui com 80% do peso do bloco ajudando a reduzir o custo na fabricação e aumenta a resistência ao desgaste.

Os agregados podem ser classificados quanto à origem (naturais e artificiais), quanto às dimensões (gráudo e miúdo) e quanto à massa unitária (leve, médio e pesado). A verificação da procedência dos agregados não pode ser subestimada, pois o mesmo pode possuir propriedades químicas e/ou físicas que podem interferir negativamente causando alguma reação que prejudique a qualidade (MEIER, 2011).

#### c) Aditivos

Os aditivos são materiais de natureza química que os fabricantes podem optar por usar na fabricação dos blocos. Quando são adicionados, deve ser feito de forma coerente à mistura para que não afetem a qualidade do mesmo. Os principais aditivos exercem certas funções como de retardadores que adiam as reações no processo de cura, incorporadores de ar que deixam o bloco mais homogêneo e coeso, plastificantes que melhoram a trabalhabilidade do bloco, superplastificantes

que aumenta a resistência e reduz muito o teor de água no bloco e aceleradores do processo de cura (FREITAS, 2013).

### **2.3 Métodos de dosagem**

A padronização dos materiais é uma etapa importante na fabricação dos blocos, pois ela também influi bastante na qualidade do mesmo. Os requisitos exigidos objetiva a obtenção da melhor proporção dos materiais para que o bloco alcance as seguintes características: trabalhabilidade, resistência físico-mecânica, permeabilidade e porosidade adequadas e condição de exposição. Cada material influencia de uma forma ao produto final, por isso a sua quantidade não pode ser utilizada em excesso ou escassez. Apesar das particularidades que podem ser obtidas por quem elabora o traço, deve-se sempre estar atento ao que estabelece a ABCP quanto às características que o concreto deve ter e antes de ser fabricado em larga escala, deve-se realizar o ensaio de resistência à compressão para se certificar que o concreto e os blocos a serem fabricados, atendam as normas de qualidade (TUTIKIAN e HELENE, 2011).

### **2.4 Coordenação modular para edificações**

Visando a otimização do tempo, a redução dos custos e a melhor utilização do espaço a aplicação da Coordenação Modular se tornou imprescindível nas obras em alvenaria, pois a mesma “consiste num sistema capaz de ordenar e racionalizar a confecção de qualquer artefato, desde o projeto até o produto final” (PENTEADO, 1980 *apud* CARVALHO E TAVARES, 2015, p. 1).

### **2.5 Fatores que influenciam no desempenho dos blocos de concreto**

São vários os fatores que influenciam o desempenho dos blocos de concreto fazendo com que eles sejam classificados como conforme ou não conforme de acordo com as NBR 6136:2006 e NBR 12118:2006. Na presente pesquisa serão

abordados os seguintes fatores: resistência à compressão, precisão dimensional e perfeição geométrica, textura superficial e tempo de cura.

### 2.5.1 Resistência à compressão

Os testes de resistência do bloco de concreto são de extrema importância porque a resistência da alvenaria depende principalmente de um conjunto de blocos resistentes. Os fatores essenciais que influem na resistência à compressão dos blocos são: o tipo, qualidade e proporção dos insumos utilizados, a eficácia na prensagem, cura e idade dos blocos (FILHO, 2007).

A determinação da compressão mínima para parâmetros de resistência à compressão exigidos por norma são para valores médios 2,5 Mpa e para valores individuais de 2,0 Mpa (NBR 6136, 2006). Sendo assim, é indispensável à verificação da qualidade para determinar a segurança estrutural da edificação, uma vez que, é de grande importância identificar a capacidade de carga que os blocos de concreto para vedação resistem no momento em que forem submetidos a ações exercidas perpendicularmente sobre suas faces e define se as provas oferecem resistência adequada. O não atendimento dos parâmetros normativos mínimos poderá acarretar em fissuras, rachaduras ou até mesmo desabamento (SILVA, 2014).

Os blocos de concreto podem ser classificados de três maneiras: blocos de vedação destinados ao fechamento de vãos de prédios, blocos aparentes ou arquitetônicos com função decorativa e blocos estruturais que permitem as instalações elétricas e hidráulicas sejam embutidas já na fase de levantamento das edificações. Contudo os blocos estruturais possuem maior resistência aos esforços de compressão devidos suas paredes serem mais espessas (NBR 6136, 2006).

### 2.5.2 Precisão dimensional e perfeição geométrica

A qualidade dos blocos de concreto é indispensável para um bom desempenho da obra, por isso suas dimensões estão especificadas de acordo com a NBR 6136:2006 para que as possíveis variações dimensionais não interfiram na

coordenação modular que e tem por objetivo a economia, a otimização do tempo, a redução dos custos e a melhor utilização do espaço, uma vez que ao se inserir uma série com medida padronizada minimiza o trabalho estrutural e de acabamento. Sendo assim é necessário que as fábricas se atenham ao que é exigido, pois a não conformidade nas dimensões dos blocos apontam erros na produção e fiscalização dos lotes (MAYR, 2000). Essas dimensões devem seguir as especificadas na figura 1.

**Figura 1** Dimensões para blocos de concreto

Família		20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	7,5x40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-

Nota 1 - As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta tabela são de  $\pm 2,00$  mm para largura e  $\pm 3,00$  mm para a altura e para o comprimento.

Nota 2 - Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873:2010.

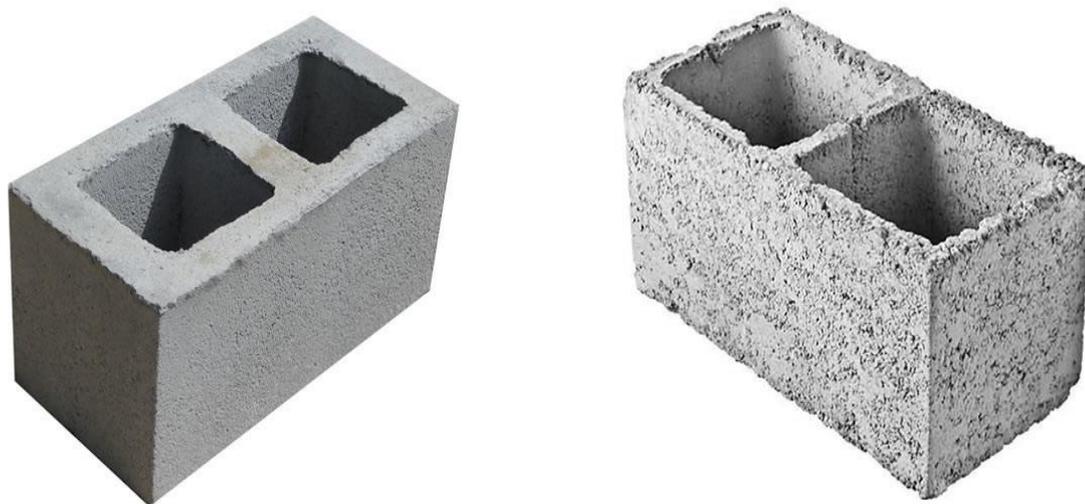
Nota 3 - As dimensões da canaleta "J" devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.

Fonte: Norma ABNT NBR 6136:2014

### 2.5.3 Textura superficial

A textura dos blocos de concreto é outro fator a ser analisado para mensurar a qualidade da obra. A textura pode ser percebida através de uma inspeção visual onde se pode constatar se o bloco de concreto durante o processo de fabricação obteve uma mistura homogênea, prensagem, secagem e tempo de cura controlada de forma adequada para que no resultado final o bloco esteja sem irregularidades, homogêneo e compacto. A textura pode variar de lisa a áspera (figura 2), isso irá depender dos materiais que foram utilizados e das condições em que foram fabricados. Por isso que a compra dos blocos de concreto deve ser feita em fábricas que seguem as normas estabelecidas (FILHO, 2007).

**Figura 2** Textura dos Blocos de Concreto



Fonte: <http://www.izifix.com.br>. Acesso: 20/10/2017

### 2.5.4 Tempo de cura

O tempo de cura dos blocos de concreto tem algumas medidas a serem tomadas após a fabricação para que o mesmo não perca água antes da hidratação

necessária ao cimento que consiste na reação química que ocorre entre o cimento e a água. Essa medida diz respeito ao tempo controlado que o bloco precisa descansar em condições de umidade e temperaturas específicas para que seja substituída a água contida na mistura, pelos produtos da hidratação do aglomerante conferindo assim a resistência que culminará em um produto de boa qualidade. Existem três tipos de cura dos blocos de concreto, podendo ser cura natural, cura à vapor à baixa pressão e cura em autoclave que utiliza ar quente para acelera a hidratação do cimento (NASCIMENTO *et. al.*, 2009).

Segundo Philippsen e Shimosaka (2014) na cura natural os lotes de blocos não podem ser vendidos antes de terem decorrido no mínimo sete dias sendo que nas primeiras 24 horas os blocos devem permanecer na câmara de cura em condições favoráveis de saturação de umidade e só após esse período que os blocos podem ser transferidos para uma área aberta para serem empilhados. Mas os blocos de concreto curados de forma natural só completaram o seu processo de cura após 28 dias de sua fabricação sendo estes os mais indicados para serem utilizados.

Na cura úmida os blocos devem ser conservados a uma umidade do ar o mais alto possível de preferência acima de 95% a fim de atingir a saturação do ambiente, pois assim haverá uma aceleração das reações no processo de hidratação do cimento. A cura influencia no ganho de resistência, diminuição da porosidade e absorção de água (Philippsen e Shimosaka, 2014).

### 2.5.5 Normas aplicáveis

Existe um conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que versam sobre a qualidade dos materiais e ao sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto. As principais são:

A NBR 6136/2006 determina os requisitos gerais e específicos para o recebimento dos blocos vazados de concreto simples, designados a realização de alvenaria com ou sem função estrutural. Nessa norma são abordadas a definição de blocos de concreto, suas dimensões específicas, a classificação quanto a seu uso, os materiais para sua fabricação, determinam também os ensaios que devem ser realizados que garanta a qualidade dos blocos de concretos e quais os padrões para

a aceitação ou a rejeição do lote de concreto fabricado caso tenha seguido ou não a norma.

A NBR 7184/92 estabelece o método de determinação da resistência à compressão em blocos vazados de concreto simples para alvenaria com e sem função estrutural. Nessa norma é especificada a aparelhagem a ser usado no ensaio, o método utilizado na execução e o que deve constar no resultado do ensaio.

NBR 12118/2006 – Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Métodos de ensaio, estabelece os procedimentos para análise dimensional, determinação da absorção de água, determinação da área líquida, resistência à compressão e da retração por secagem sendo definidos na norma todos os conceitos dos termos supracitados e as aparelhagens usadas para as análises, a descrição do método de execução do ensaio e o que deve constar no relatório de resultados.

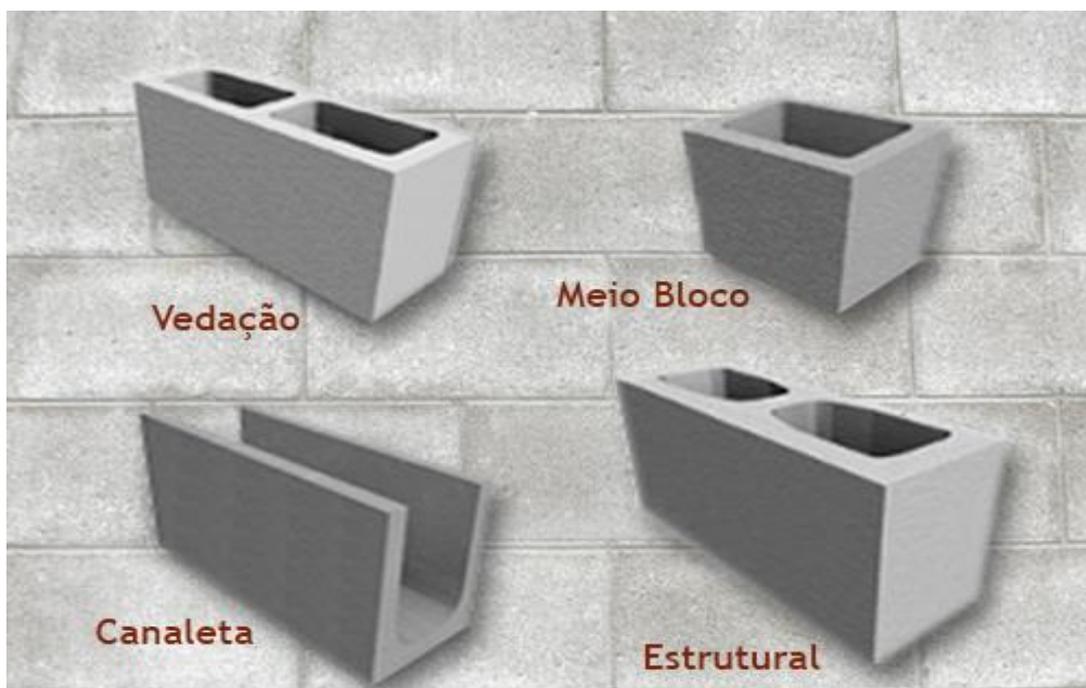
#### 2.5.6 Modelos de blocos

De acordo com a NBR 12118:2006 (2006) existem dois tipos de blocos vazado de concreto, o com função estrutural e o sem função estrutural. O que irá diferencia-los será o tipo de agregado utilizado que devem atender os requisitos de manuseio e aplicabilidade dentre eles alguns modelos mais utilizados são (figura 3):

- Blocos de vedação: esses blocos possuem finalidade para fechamento de vãos sendo utilizados em paredes ou muros havendo como estruturas colunas em suas extremidades ou caso necessário colunas intermediárias (MACHADO, 2014).
- Bloco estrutural: Este modelo possui paredes mais espessas e maiores traços de cimento o que atribui maior resistência aos blocos. É utilizado onde há necessidade de atravessar ferragens e tubulações sejam elas elétricas ou hidráulicas (MACHADO, 2014).
- Meio bloco: sua função é a de acabamento sendo utilizados nas extremidades para completar medidas de paredes evitando que o bloco seja dividido ao meio o que poderia causar desperdício de material (MACHADO, 2014).

- Canaleta: São empregados em diversas situações, de preferência em vigas e paredes, pingadeiras em muros, nas junções de lajes e paredes. Possuem dois tipos principais: as canaletas tipo “J” e tipo “U” (MACHADO, 2014).

**Figura 3** Modelos de Blocos de Concreto



Fonte: <https://br.pinterest.com>. Acesso: 18/10/2017

### **3 METODOLOGIA**

Fundamentado nas discussões expostas, relacionado à análise da qualidade de blocos de concreto segundo a NBR 6136 e NBR 12118, foi definido o programa experimental deste trabalho. A seguir serão elencados os materiais utilizados e os procedimentos escolhidos para a sua caracterização.

#### **3.1 Caracterização técnica e ensaios realizados**

##### **3.1.1 Entrevista**

Para determinar o método de dosagem de materiais e a classificação das empresas analisadas foi realizada uma entrevista estruturada o que permite que a pergunta seja feita da mesma forma a todas as pessoas que forem entrevistadas (AGUIAR E MEDEIROS, 2009). O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário anônimo com 07 perguntas, procurando investigar o nível de conhecimento técnico dos responsáveis pela fabricação, os materiais e o traço utilizado por cada fábrica objetivando ofertar um produto de qualidade obedecendo às normas supracitadas.

A determinação do número de fábricas a serem estudadas visou um nível de confiança de 100% por isso foram entrevistadas quatro fábricas existentes no município de Caratinga-MG e região englobando fábricas pertencentes à cidade de Ubaporanga.

Foram compradas 15 (quinze) unidades de blocos de concreto sem função estrutural de cada empresa fabricante. Desse total 6 (seis) amostras foram submetidas inicialmente a inspeção visual e a verificação dimensional e posteriormente submetidas ao ensaio de resistência a compressão. A determinação das 6 unidades a serem testadas obedecem a NBR 6136/2006 no tópico 6.3 que estabelece a amostragem.

Das 9 amostras restantes, 6 foram adquiridas para serem usadas caso fosse necessário repetir algum procedimento e as 3 excedentes foram adquiridas como

medida de segurança, caso alguma peça fosse danificada no percurso da fábrica até o laboratório. As fábricas serão denominadas F1, F2, F3 e F4 e as amostras serão denominadas A-1, A-2, A-3, A-4, A-5 e A-6.

### 3.1.2 Inspeção visual

Essa análise irá verificar se os blocos coletados atendem as especificações da NBR 6136/2006 no item 4.3.2 que determina que os blocos:

- Devem ser homogêneos e compactos;
- Devem ter arestas vivas;
- Não devem apresentar trincas, fraturas, imperfeições ou outros defeitos;
- Devem ter superfície suficientemente áspera para garantir uma boa aderência, não sendo permitida qualquer pintura que oculte defeitos eventualmente existentes no bloco.

### 3.1.3 Verificação dimensional

As dimensões dos blocos devem obedecer as especificadas na figura 1 sendo medidos a altura, largura, comprimento e espessura das paredes. Foram analisadas com o auxílio de uma trena e de um paquímetro as dimensões: comprimento, largura, altura e espessura das paredes do bloco.

### 3.1.4 Ensaio de ruptura

A compra dos blocos utilizados foi programada de acordo para que o ensaio fosse feito após o tempo de cura de 28 dias.

A posição do corpo de prova na prensa deve ser a mesma que será utilizada na obra, para a pesquisa foi utilizada a posição horizontal. Com tudo pronto, inicia-se a aplicação de força no bloco de concreto constantemente e progressivamente até ocorrer a sua ruptura, onde se registra a intensidade da força expressa em Tonelada

Força no momento da ruptura. Em seguida é realizada a conversão da unidade de medida Tonelada Força (tf) para Mega Pascal (Mpa) utilizando a seguinte fórmula:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual:

$\sigma$  = tensão

F = força

A= área

Sendo as unidades [Pa] (pascal = [N/m<sup>2</sup>]), [MPa] = 10<sup>6</sup> [Pa] ou [MPa] = [N/mm<sup>2</sup>].

E é feita a comparação dos resultados obtidos nos ensaios com os parâmetros exigidos pela NBR 12118/2006.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Entrevistas

As entrevistas foram aplicadas de forma presencial e os resultados alcançados foram:

a) Fábrica 1

A fábrica é classificada como de pequeno porte, possuindo 12 funcionários que são responsáveis pela produção. A empresa atua no mercado há 35 anos e consegue alcançar uma produção de 1.000 blocos de concreto por dia, quando a produção é apenas dos blocos, mas quando funcionários são designados para transportes e a fabricação de outros tipos de peças a produção fica em torno de 230 blocos por dia.

Os materiais utilizados para a fabricação dos blocos vazados de concreto classe D são: 03 latas de brita zero, 03 latas de pó de pedra, 03 latas de areia, água a depender da umidade dos materiais e 01 saco de cimento CPV que é o próprio para esse fim, pois o mesmo possui uma alta resistência inicial. A produção é feita onde o enchimento da forma e a prensagem dos blocos são feitos por equipamentos semi-automáticos. A figura 4 mostra a máquina responsável por dar forma ao bloco e a figura 5 mostra uma betoneira que é usada para misturar os materiais para o concreto chegar ao ponto ideal e ser colocado na forma.

**Figura 4** Máquina manual para fabricação



Fonte: O autor

**Figura 5** Máquina para mistura de insumos

Fonte: O autor

O traço utilizado por essa fábrica é na proporção de 3 por 1 sendo 3 latas de 18 litros de brita zero, 3 latas de 18 litros de pó de pedra, 3 latas de 18 litros de areia e 1 saco de cimento CPV 40 kg e a água colocada aos poucos e controlada manualmente, pois a quantidade da mesma é condicionada de acordo com o teor de umidade dos outros materiais a serem utilizados controlada pelo responsável técnico. O responsável não soube precisar a resistência que os blocos produzidos pela empresa alcançam e quando questionado ele demonstrou não saber o que significava a medida de resistência em Mpa, mas disse que os blocos são muito resistentes e que suportariam altas cargas incididas sobre ela.

O método de cura que eles adotam é posicionar os blocos lado a lado e ir molhando-os durante 3 dias sem colocar uma lona por cima para evitar a perda precoce de água, que é necessário para o processo de cura. Os blocos são vendidos a partir do terceiro dia de fabricação, sua justificativa foi que o fato de ser utilizado o cimento CPV o bloco alcança sua resistência rapidamente e também que geralmente até ser utilizado na obra provavelmente terão se passado no mínimo 7 dias, que é o mínimo exigido pela NBR 12118/2006.

b) Fábrica 2

A empresa é classificada de porte pequeno possuindo 4 funcionários e está no mercado há cinco anos. A produção que a empresa alcança tem uma média de 1.800 blocos por dia sendo essa produção influenciada apenas por motivos de carregamento de caminhões e entregas (Figura 6).

**Figura 6** Produção diária de blocos de concreto



Fonte: O autor

Os materiais utilizados nos blocos vazados de concreto classe D são: brita zero, cimento CPV, areia, pó de pedra e água (Figura 7) . A máquina utilizada para dar forma ao bloco é uma máquina hidráulica onde seu sistema de vibração costuma ser mais robusto e eficiente conseguindo atingir altas cargas de compactação e também usam a betoneira para poder misturar os materiais até o ponto de serem moldados (Figura 8).

**Figura 7** Materiais utilizados para a fabricação dos blocos



Fonte: O autor

**Figura 8** Maquinário utilizado na fabricação dos blocos



Fonte: O autor

O traço utilizado pela empresa é 1 carrinho de brita zero, 3 carrinhos de pó de pedra, 3 carrinhos de areia e um saco de cimento de 40 kg e a água também é medida de acordo com a umidade dos outros materiais que é controlada pelo fabricante (Figura 9). Com essa medida consegue-se produzir em torno de 76 blocos de concreto. Quando questionado sobre qual resistência esse traço atinge, o funcionário não soube responder e me encaminhou para o proprietário que relatou que da última vez que enviou as peças para o laboratório, os blocos atingiram a resistência de 2Mpa.

**Figura 9** Medida utilizada pelo fabricante



Fonte: O autor

Com relação ao método de cura eles dispõem os blocos pelo pátio da fábrica assim que vão sendo fabricados e os tampam com uma lona para que a mesma faça o papel de uma câmara própria para cura. O objetivo é manter a umidade do concreto alta, por cerca de 3 dias (Figura 10) após esse período ele é destampado, empilhados e só são vendidos após sete dias de fabricação ressaltando que é o tempo mínimo exigido para que o bloco tenha alcançado uma resistência mínima de confiança para serem utilizados. Esse processo de cura é uma forma que a fábrica usa em substituição da câmara de cura.

**Figura 10** Método de cura utilizado



Fonte: O autor

c) Fábrica 3

A empresa é classificada como de pequeno porte e está no mercado há 18 anos. A quantidade de blocos produzidos diariamente gira em torno de 2000 blocos (Figura 11).

**Figura 11** Produção diária de blocos de concreto



Fonte: O autor

Os materiais utilizados para a fabricação são: brita zero, pó de pedra, cimento CPV, areia e água. A máquina utilizada para a produção é operada manualmente possui sistema pneumático que proporciona um sistema de vibração (figura 12).

**Figura 12** Máquina pneumática utilizada na fabricação



Fonte: O autor

Ao ser questionado sobre o traço utilizado, o funcionário disse que o proprietário havia mudado o traço para: 9 tambores de pó de pedra, 3 tambores de brita zero, 1 tambor de cimento CPV (25 kg), 3 tambores de areia e a quantidade de água que é medida de acordo com a umidade dos outros materiais. O funcionário responsável pelo acompanhamento da fabricação dos blocos não soube quantos blocos esse traço renderia e também não sabia a resistência que os mesmos alcançariam.

O processo de cura dos blocos produzidos também obedece à manutenção da umidade colocando uma lona sob os blocos que estão colocados pelo pátio para que a mesma evite a perda de água (Figura 13). Após três dias de cura os blocos já são colocados para venda, mas os que foram me vendidos tinham apenas dois dias.

**Figura 13** Método de cura

Fonte: O autor

d) Fábrica 4

A última fábrica que foi entrevistada está classificada como médio porte, estando no mercado de fabricação de blocos há 13 anos. A empresa alcança uma produção de 3.600 blocos por dia (Figura 14).

**Figura 14** Produção diária dos blocos de concreto

Fonte: O autor

Os materiais utilizados na fabricação dos blocos vazados de concreto são: cimento CPV, pó de pedra, pedrisco miúdo, areia e água. Sobre o traço utilizado o funcionário respondeu que segue a seguinte medida: 1 lata (18 L) de cimento, 9 latas de pó de pedra, 3 latas de pedrisco, 3 latas de areia e água que também é medida baseado na umidade em que os materiais estão. A máquina utilizada na produção possui sistema hidráulico de vibro-prensagem de movimentos automáticos por comando de alavanca (Figura 15) indicada para fábrica de blocos em atividade profissional.

**Figura 15** Máquina hidráulica para fabricação dos blocos



Fonte: O autor

No processo de cura os blocos produzidos são dispostos úmidos no pátio pelo período de 1 dia cobertos por uma lona impermeável (Figura 16). Após quatro dias de cura os blocos já são colocados para venda.

**Figura 16** Método de cura

Fonte: O autor

## 4.2 Inspeção visual

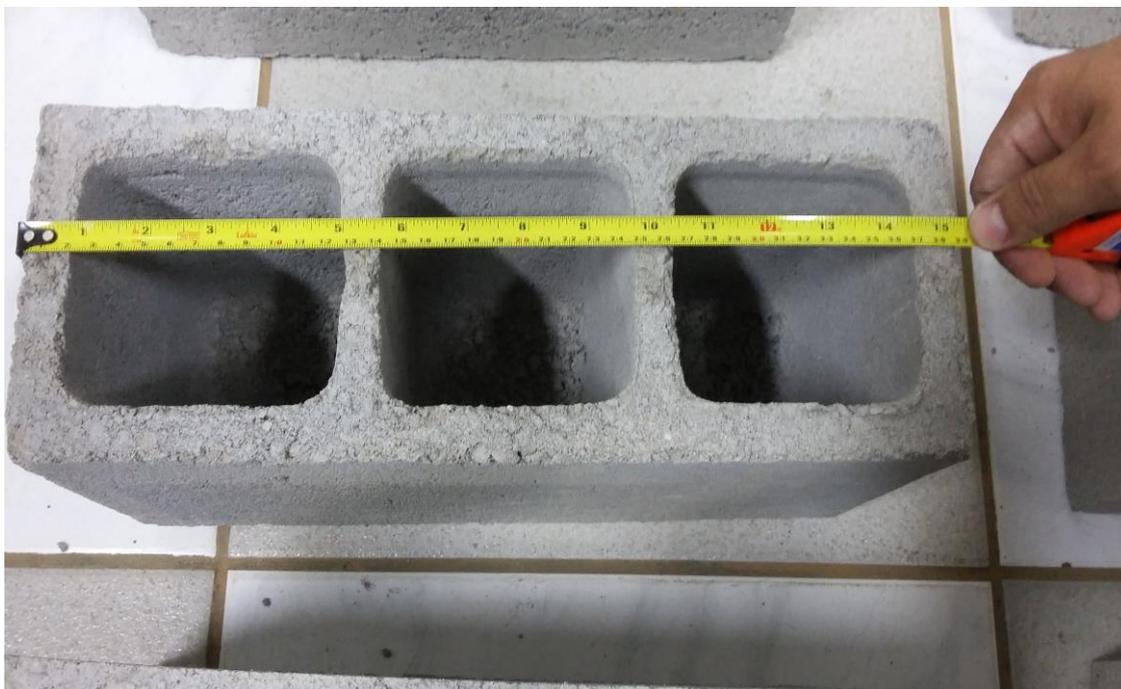
As amostras das fábricas 2, 3 e 4 aparentemente ao serem selecionadas para compra foram observadas que os blocos possuíam arestas vivas, não possuíam trincas e não foram identificadas quaisquer outras patologias. Vale ressaltar que as amostras da fábrica 1 apresentavam também arestas vivas e não possuíam patologias, mas os blocos apresentavam aparentemente mais porosos que o normal devido ao maquinário ser um modelo obsoleto, pois o sistema de vibração da mesma é inferior ao das máquinas mais modernas.

## 4.3 Análise dimensional

As figuras 17: a, b e c demonstra o momento da análise dimensional dos blocos.

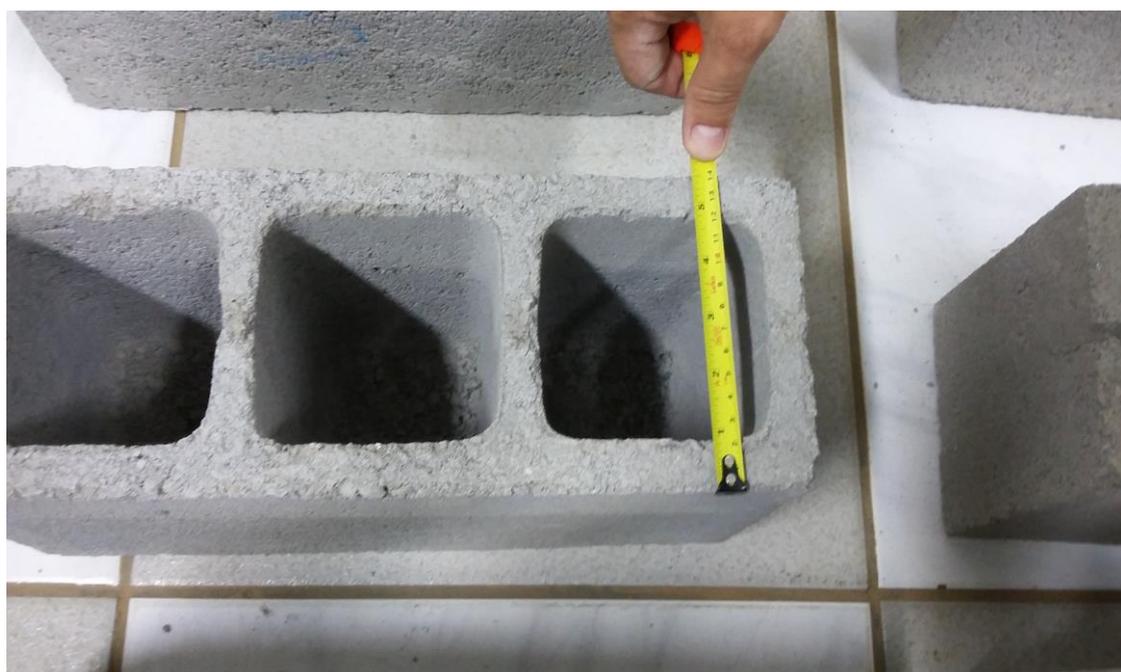
**Figura 17** Análise dimensional dos blocos

a) Comprimento



Fonte: O autor

b) Largura



Fonte: O autor

## c) Altura



Fonte: O autor

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados obtidos do ensaio dimensional dos blocos analisados das 4 fábricas.

**Tabela 1** Resultado do ensaio de análise dimensional dos blocos: comprimento, largura e altura

Fábrica	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
F1	390	150	200
F2	390	140	190
F3	390	140	180
F4	390	140	190

Fonte: O autor

**Tabela 2** Resultado do ensaio de análise dimensional dos blocos: espessura das paredes

Fábrica	Parede Longitudinal (mm)	Parede Transversal (mm)	Raio da Mísula (mm)
F-1	18	18	20
F-2	20	20	20
F-3	19	19	20
F-4	25	25	20

Fonte: O autor

Os resultados acima (tabela 1) mostram que a dimensão dos blocos vazados de concreto classe D, estão dentro do que pede a NBR 6136:2006 que permite uma tolerância de  $\pm 3,0$  mm para o comprimento e altura e uma tolerância de  $\pm 2,0$  mm para a largura dos blocos.

Com relação à espessura, a norma NBR 6136/2006 tópico 3.1.2 permite uma tolerância de  $-1,0$  mm das dimensões das paredes. Como nenhuma das amostras possuíam um valor de espessura menor que  $15,0$  mm todas as fábricas estavam em conformidade com a norma.

#### 4.4 Ensaio de ruptura

A figura 18 demonstra o ensaio realizado de resistência à compressão que foi realizada na máquina Prensa Hidráulica Manual do laboratório do Instituto tecnológico de Caratinga.

**Figura 18** Ensaio de resistência à compressão



Fonte: O autor

Os resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos vazados de concreto Classe D estão expressos na tabela 3.

**Tabela 3** Resultado do ensaio de resistência à compressão dos blocos de vedação

Resistência à Compressão		
Fábrica	Amostra	Resistência – (Mpa)
F-1	A-1	5,90
	A-2	4,91
	A-3	4,85
	A-4	4,37
	A-5	4,51
	A-6	4,82
Média	4,91 Mpa	
Desvio Padrão	±0,54 Mpa	
F-2	A-1	4,02
	A-2	3,94
	A-3	4,05
	A-4	3,62
	A-5	4,01
	A-6	4,12
Média	3,96 Mpa	
Desvio Padrão	±0,18 Mpa	
F-3	A-1	6,62
	A-2	5,52
	A-3	5,94

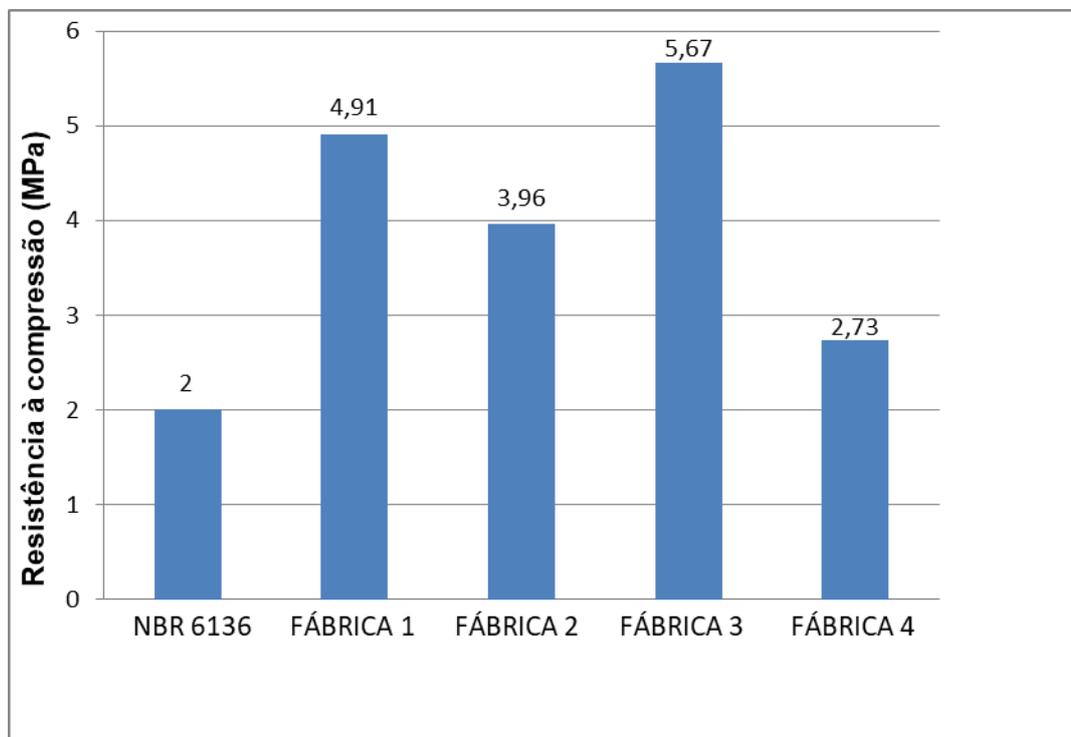
	A-4	4,41
	A-5	5,61
	A-6	5,86
Média	5,67 Mpa	
Desvio Padrão	±0,72 Mpa	
F-4	A-1	2,91
	A-2	2,95
	A-3	2,49
	A-4	2,83
	A-5	2,81
	A-6	2,40
Média	2,73 Mpa	
Desvio Padrão	±0,23 Mpa	

Fonte: O autor

De acordo com os resultados dos ensaios realizados, as 4 fábricas atingiram valor acima do mínimo exigido pela norma NBR 6136:2006 para blocos vazados de concreto Classe D.

A fábrica 1 e a fábrica 3 mostraram os melhores resultados estando bem acima do mínimo exigido (gráfico 1), o que pode ser ocasionado por uma dosagem errada de insumos. Podendo ser classificados até como blocos de concreto classe B.

**Gráfico 1** Comparativo de resistência média à compressão das fábricas com relação à norma NBR 6136:2006



Fonte: O autor

## 5 CONCLUSÃO

Dado o exposto conclui-se que mesmo com o crescimento do uso de blocos de concreto nas construções atualmente, as fábricas ainda necessita de profissionais qualificados, pois os mesmos, durante as entrevistas não apresentavam conhecimento técnico sobre as normas exigidas, principalmente no que diz respeito à resistência dos blocos, exceto o proprietário da fábrica 2 que demonstrou conhecimento e dados sobre o produto fabricado.

No que diz respeito à inspeção visual, os blocos das 4 fábricas se apresentaram compactos, homogêneos, com arestas vivas, superfície áspera e sem nenhuma patologia que influenciasse na resistência, sendo importante destacar que os blocos da fábrica 1 eram mais ásperos que os outros devido à máquina utilizada ser manual de movimento semiautomático.

Os blocos de concreto analisados estavam em conformidade com a NBR 6136:2006 que estabelece os valores da altura, largura e comprimento sendo a tolerância máxima permitida de  $\pm 3,0$  mm. A fábrica 1 apresentou uma alteração de + 1,0 mm em sua largura e altura e na fábrica 3 apresentou uma alteração de -1,0 mm na altura do bloco. Já na análise dimensional das espessuras das paredes, todas as fábricas estavam em conformidade com a referida norma, pois nenhum bloco apresentou alteração de -1,0 mm que é a tolerância máxima exigida. Mas vale ressaltar que as paredes longitudinais e transversais dos blocos analisados estão variando de 3 a 10 mm acima do determinado pela norma.

Quanto à análise dimensional, as amostras obtiveram resultados positivos, pois todas alcançaram acima do mínimo estabelecido pelas normas NBR 6136:2006 e a NBR 12118:2006. Quanto à resistência compressão o menor valor foi de 2,73 Mpa e o maior valor registrado foi de 5,67 Mpa. Os blocos das fábricas 1 e 3 alcançaram resistência que os classificariam como sendo blocos vazados de concreto classe B com resistência mínima de 4 Mpa. Os blocos da fábrica dois poderiam ser classificados como sendo blocos vazados de concreto classe C com resistência mínima de 3 Mpa. Apenas os blocos da fábrica 2 atendem aos requisitos para a resistência dos blocos de classe D.

O fato dos resultados terem sido em sua maioria bem acima do exigido pode ser devido aos critérios de dosagem dos insumos utilizados e do processo de cura.

Apresentando como possíveis causas a falta de informação técnica em relação ao traço utilizado e a falta de realização de testes de resistência à compressão dos blocos ou até mesmo a falta de fiscalização. Se fosse feito um ajuste dessas dosagens dos blocos diminuiria o custo da fabricação o que seria possível diminuir também os custos de venda, beneficiando a todos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V. R. L.; MEDEIROS, C. M. *Entrevistas na pesquisa social: o relato de um grupo de foco nas licenciaturas*. Anais do IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. (PUCPR). Curitiba: Outubro, 2009. P.1710- 1718.

ARCARI, A. *Alvenaria estrutural e estrutura aporticada de concreto armado: Estudo comparativo de custos para a execução do empreendimento habitacional de interesse social*. 2010. 76f. Trabalho de Diplomação (Bacharelado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Má qualidade dos blocos de concreto pode comprometer a obra*. São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118: *Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 2006.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: *Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7184: *Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: Determinação da resistência à compressão*. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: *Agregados Terminologia*. Rio de Janeiro, 2011.

BAUER, L. A F. *Materiais de Construção*. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. V. 2, 960p.

CAMPOS, J. C. *Alvenaria Estrutural Especialização em Engenharia de Estruturas*.

Disponível em: <  
<http://www.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Alvenaria%20Estrutural%20-%20JC%20Campos.pdf>> Acesso em: 16 de out de 2017.

CARVALHO, A. P. A; TAVARES, I. G. *Modulação no projeto arquitetônico de estabelecimentos assistenciais de saúde: O caso dos Hospitais SARAH*. Disponível

em: < <http://www.ceap.br/artigos/ART07042015193814.pdf>> Acesso em: 29 de out de 2017.

FILHO, J. A. A. S. *Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas*. 2007. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

FREITAS, J. A. *Materiais de Construção (TC-031) Aditivos para concreto*. Universidade Federal do Paraná. 2013. Disponível em: < [http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/1/15/TC031\\_Aditivos\\_.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/1/15/TC031_Aditivos_.pdf)> Acesso em: 11 de out de 2017.

MACHADO, J. F. *Diretrizes para projetos em alvenaria estrutural: Modulação e detalhamentos*. 2014. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

MAYR, L. R. *Falhas de projeto e erros de execução: Uma questão de comunicação*. 2000. 147f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

MEIER, D. *Análise da qualidade do agregado miúdo fornecido em Curitiba e região metropolitana*. 2011. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnologia em Concreto) Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

NASCIMENTO, J. W. B. *et al. Blocos de concreto para construção modular de silos cilíndricos*. Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, (Suplemento), p. 991–998, nov./dez. 2009.

NASCIMENTO, L.O. *Alvenarias*. 2ª edição – 2004, IBS, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, D. J. T. M. *et al. Uso de blocos de concreto na construção civil*. Rev. Ciências exatas e tecnológicas, Maceió, v. 3, n. 2, p. 103-118, abr. 2016.

PEREIRA, M. S. *Controle da Resistência do Concreto: Paradigmas e Variabilidades – Estudo de Caso*. 2008. 248f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

PHILIPPSEN, A. L. A; SHIMOSAKA, T. J. *Estudo do efeito da cura térmica na resistência inicial do concreto para aplicação na indústria de pré-moldados de concreto*. 2014. 101f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia

Civil). Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

SILVA, C. O. *Manual de Desempenho: Alvenaria com Blocos de Concreto* – Guia para atendimento à Norma ABNT 15575. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto – Bloco Brasil. São Paulo, 2014.

TUTIKIAN, B. F; HELENE, P. *Dosagem dos Concretos de Cimento Portland*. Disponível: < <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc56.pdf>> Acesso em: 11 de out de 2017.

### APÊNDICE A – Cálculo da área de concreto dos blocos.

Fábrica 1:  $(18 \times 390 \times 2) + (18 \times 100 \times 4) = 21240 \text{ mm}^2$

Fábrica 2:  $(20 \times 390 \times 2) + (20 \times 100 \times 4) = 23600 \text{ mm}^2$

Fábrica 3:  $(19 \times 390 \times 2) + (19 \times 100 \times 4) = 22420 \text{ mm}^2$

Fábrica 4:  $(25 \times 390 \times 2) + (25 \times 100 \times 4) = 29500 \text{ mm}^2$

### APÊNDICE B – Resultados teste de ruptura dos blocos (TF)

	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Fábrica 4
Amostra 1 (TF)	12,53	9,48	14,84	8,57
Amostra 2 (TF)	10,42	9,31	12,38	8,71
Amostra 3 (TF)	10,30	9,55	13,32	7,36
Amostra 4 (TF)	11,40	8,54	9,89	8,34
Amostra 5 (TF)	9,58	9,47	12,57	8,29
Amostra 6 (TF)	10,23	9,73	13,14	7,09

## APÊNDICE C – Resistência Característica do Concreto à Compressão

Fábrica 1:

Amostra 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(12,53 \times 1000) \times 10}{21240} = 5,90 \text{ MPa}$$

Amostra 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(10,42 \times 1000) \times 10}{21240} = 4,91 \text{ MPa}$$

Amostra 3:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(10,30 \times 1000) \times 10}{21240} = 4,85 \text{ MPa}$$

Amostra 4:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(11,40 \times 1000) \times 10}{21240} = 4,37 \text{ MPa}$$

Amostra 5:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,58 \times 1000) \times 10}{21240} = 4,51 \text{ MPa}$$

Amostra 6:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(10,23 \times 1000) \times 10}{21240} = 4,82 \text{ MPa}$$

Fábrica 2

Amostra 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,48 \times 1000) \times 10}{23600} = 4,02 \text{ MPa}$$

Amostra 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,31 \times 1000) \times 10}{23600} = 3,94 \text{ MPa}$$

Amostra 3:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,55 \times 1000) \times 10}{23600} = 4,05 \text{ MPa}$$

Amostra 4:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(8,54 \times 1000) \times 10}{23600} = 3,62 \text{ MPa}$$

Amostra 5:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,47 \times 1000) \times 10}{23600} = 4,01 \text{ MPa}$$

Amostra 6:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,73 \times 1000) \times 10}{23600} = 4,12 \text{ MPa}$$

Fábrica 3

Amostra 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(14,84 \times 1000) \times 10}{22420} = 6,62 \text{ MPa}$$

Amostra 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(12,38 \times 1000) \times 10}{22420} = 5,52 \text{ MPa}$$

Amostra 3:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(13,32 \times 1000) \times 10}{22420} = 5,94 \text{ MPa}$$

Amostra 4:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(9,89 \times 1000) \times 10}{22420} = 4,41 \text{ MPa}$$

Amostra 5:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(12,57 \times 1000) \times 10}{22420} = 5,61 \text{ MPa}$$

Amostra 6:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(13,14 \times 1000) \times 10}{22420} = 5,86 \text{ MPa}$$

Fábrica 4

Amostra 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(8,57 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,91 \text{ MPa}$$

Amostra 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(8,71 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,95 \text{ MPa}$$

Amostra 3:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(7,36 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,49 \text{ MPa}$$

Amostra 4:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(8,34 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,83 \text{ MPa}$$

Amostra 5:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(8,29 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,81 \text{ MPa}$$

Amostra 6:

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{(7,09 \times 1000) \times 10}{29500} = 2,40 \text{ MPa}$$