

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO

JOSÉ GERALDO CUSTÓDIO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE BLOCOS
ESTRUTURAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

JOSÉ GERALDO CUSTÓDIO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE BLOCOS
ESTRUTURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Construção da Coordenação de Engenharia Civil – COECI, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Waidemam

CAMPO MOURÃO

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE BLOCOS ESTRUTURAIS

por

José Geraldo Custodio.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h30 do dia 11 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Materiais para Construção, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Profª. MSc. Vera Lúcia Barradas
Moreira**
(UTFPR)

Prof. Dr. Davi Antunes de Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dr. Leandro Waidemam
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, que me proporcionou o dom da vida e a todos aqueles que participaram da realização deste trabalho, e especialmente:

Ao minha Esposa Joece R. Pereira, e aos meus pais, Iracema de F. Baia Custodio e Valdemar Custodio pela motivação, carinho e dedicação em todos os momentos.

Ao professor orientador Leandro Waidemam, pela dedicação, companheirismo e paciência, sendo de fundamental importância no desenvolvimento desse trabalho.

Aos técnicos do laboratório pelo incentivo e ajuda prestada.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por disponibilizar equipamentos didáticos e possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores pelo apoio, dedicação, amizade e que com grande sabedoria transmitiram seus conhecimentos, contribuindo positivamente no crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

CUSTODIO, José Geraldo. Caracterização física e mecânica de blocos estruturais. 2013. 25p. Monografia de conclusão de curso (Graduação) – Tecnologia em Materiais para Construção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar um estudo sobre as propriedades físicas e mecânicas de blocos de concreto e blocos cerâmicos para fins estruturais. Inicialmente aborda-se o cenário atual da construção civil, em especial o uso de alvenaria estrutural no Brasil. Na sequência, são apresentados os ensaios realizados com duas amostras de blocos estruturais, uma de blocos de concreto e uma de blocos cerâmicos, referentes ao aspecto dimensional e visual, índice de absorção de água e resistência à compressão. Como resultado final do estudo é feita uma discussão sobre quais blocos podem ser utilizados para fins estruturais.

Palavras-chave: Blocos de concreto e cerâmico. Alvenaria estrutural. Características físicas e mecânicas.

ABSTRACT

CUSTODIO, José Geraldo. Physical and mechanical characterization of structural blocks. 2013. 25p. Monografia de conclusão de curso (Graduação) – Tecnologia em Materiais para Construção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

This work has as main objective to present a study of the physical and mechanical properties of concrete and ceramic blocks for structural purposes. Initially we discuss the current scenario construction, in particular the use of structural masonry building process in Brazil. Additionally, we present laboratory tests performed with two specimens of structural blocks, a concrete brick and a clay brick, for the dimensional and visual appearance index, water absorption and resistance to compression. At the end, we made a discussion of which blocks can be used for structural purposes.

Keywords: Concrete and Clay Bricks. Structural Masonry. Physical and Mechanical Characteristics.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 -	Análise Visual.....	22
Fotografia 2 -	Análise dimensional dos blocos.....	23
Fotografia 3 -	Secagem dos blocos.....	23
Fotografia 4 -	imersão em água.....	24
Fotografia 5 -	capeamento dos Blocos.....	25
Fotografia 6 -	Ensaio de resistência a compressão dos blocos.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões reais de blocos de concreto	18
Tabela 2 - Dimensões reais de blocos de concreto.....	18
Tabela 3 - Tamanho da amostra em função do número de blocos do lote.....	19
Tabela 4 - Resistência mecânica, absorção média e retração em blocos de concreto.....	20
Tabela 5 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.....	21
Tabela 6 - Características geométricas dos blocos de concreto.....	27
Tabela 7 - Características geométricas dos blocos cerâmicos.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4 ALVENARIA ESTRUTURAL	13
4.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	15
4.2 BLOCOS ESTRUTURAIS	16
4.2.1 Características dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria.....	16
4.2.2 Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural.....	20
5 METODOLOGIA	22
5.1 ANÁLISE DIMENSIONAL E VISUAL	22
5.2 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	23
5.3 RESISTÊNCIA À CÔMPRESSÃO DOS BLOCOS	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6.1 ASPECTO VISUAL	26
6.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	26
6.3 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	28
6.4 RESISTÊNCIA À CÔMPRESSÃO	30
7 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria de um modo geral é formado pela união de blocos sólidos justapostos um sobre o outro, podendo ser unidos por argamassa ou não destinado a suportar esforços a compressão. Esses blocos são fabricados justamente para esse fim, como, por exemplo, cerâmico, concreto, gesso, vidro, solo cimento e os que são retirados da natureza e esculpido como os blocos de pedra entre outros.

As alvenarias podem ser classificadas em dois tipos, sendo a de vedação ou de divisória e a de função estrutural. As alvenarias de vedação ou divisórias são as que não sofrem esforços, a não ser seu peso próprio, e todo peso excedente, como o da cobertura e laje, é localizado nas vigas e pilares que são confeccionados geralmente em concreto armado. As alvenarias estruturais são as que suportam não somente o seu peso próprio, mas também os esforços de todo o sistema estrutural, como por exemplo, o peso de lajes, coberturas, caixas d' água, etc. Elas são executadas com blocos com furos na vertical onde nos encontros de parede ou pontos estratégicos são preenchidas com micro concreto (graute) e com uma armadura passiva de aço.

“Tanto a alvenaria estrutural quanto a de vedação tem uma função em comum: dividir ambientes internos como sala, cozinha e também a área externa das áreas internas da edificação” (ZANUTO, 2009).

Embora seja um procedimento comum, na execução de alvenaria estrutural, deve-se tomar cuidados nas escolhas dos materiais buscando materiais específicos para esta função. É também necessário a exigência de laudos técnicos por parte dos fornecedores que comprovem que este material está atendendo as especificações relativas às normas técnicas.

Dentro desse contexto, objetiva-se neste trabalho estudar algumas características físicas e mecânicas de blocos estruturais cerâmicos e de concreto comercializados na região de Campo Mourão – PR.

2 JUSTIFICATIVA

É de interesse realizar um estudo para destacar as diferenças entre blocos estruturais cerâmicos e de concreto, citando suas características físico-mecânicas, pois são materiais que podem atender às mesmas finalidades e que estão ganhando espaço no mercado da construção civil com o aparecimento de novos fornecedores a cada dia.

Além do mais, o controle de qualidade dos produtos empregados nos edifícios é de fundamental importância para o desenvolvimento do setor. Conhecer as características reais do produto pode auxiliar na redução de custos com retrabalho, falhas localizadas por má qualidade de elementos construtivos e perdas dentro do canteiro de obra.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Tem-se como objetivo principal deste trabalho avaliar as principais características físicas e mecânicas de blocos estruturais cerâmicos e de concreto comercializados na região de Campo Mourão – PR, estipuladas pelas normas técnicas pertinentes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir do objetivo geral apresentado têm-se como objetivos específicos:

- inspecionar visualmente a qualidade das superfícies dos blocos produzidos;
- verificar as dimensões nominais dos blocos;
- determinar o índice de absorção de água dos blocos;
- avaliar a resistência à compressão dos blocos analisados.

4 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é uma técnica construtiva que há milhares de anos vem sendo desenvolvida e utilizada. Inicialmente, em tempos que datam antes de Cristo, esta era uma técnica construtiva que não apresentava um grande marco tecnológico. Estruturalmente, estas obras, nada mais eram que o empilhamento de pedra sobre pedra, mas que, ao longo do tempo, tornaram-se admiráveis devido à falta de conhecimento técnico e das características físicas dos materiais que as constituíam, como destaca Barbosa (2004, p.2).

Segundo Prado (2006, p.1) obras famosas como a Pirâmide de Quéops, o farol de Alexandria e as grandes catedrais góticas construídas na Idade Média são exemplos de obras históricas executadas em alvenaria pelo homem. O autor afirma ainda que, no Brasil, esta técnica foi implantada em 1966 em São Paulo, com a construção de prédios com quatro pavimentos.

Até pouco tempo, a alvenaria estrutural em blocos sofria com o desconhecimento técnico e até mesmo era deixada de lado frente a outras técnicas construtivas mais consolidadas no mercado brasileiro. É o caso da alvenaria simples em concreto, constituída por uma estrutura em concreto e aço, complementada pelos elementos de vedação não estruturais, usualmente utilizada em todo o país.

A falta de mão de obra qualificada e bons projetistas dificultavam a disseminação da alvenaria estrutural. O fornecimento de blocos estruturais com qualidade nas diversas regiões do país também era uma das barreiras a ser quebrada.

Tal dificuldade poderia ser explicada pela falta de material técnico nacional e normalização nos diversos setores da indústria da construção. Pode-se citar entre eles: a produção de insumos na indústria, a produção no canteiro de obras e a falta de formação nas universidades sobre este tema. Muito do material técnico que era encontrado não se ajustava às características do mercado nacional, ou seja, de normas e execução de projetos, do clima, da mão de obra. O setor necessitava de inovação para crescer.

Em 2011, no dia 18 de julho, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, publicou duas importantes normas para o setor: a NBR 15961 -1: 2011 – Alvenaria estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1: Projeto e NBR 15961 – 2: 2011 –

Alvenaria estrutural – Blocos de Concreto – Parte 2: Execução e controle de obras. A primeira parte especifica os requisitos mínimos exigíveis para o projeto de estruturas de alvenaria de blocos de concreto. A segunda parte estabelece os requisitos mínimos exigíveis para a execução e o controle de obras com estruturas de alvenaria de blocos de concreto.

A inovação tecnológica a cada dia ganha espaço nos diversos segmentos das indústrias. As empresas procuram inovar para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir os custos da produção. A industrialização da construção civil torna-se fundamental para o desenvolvimento da economia do país.

Mesmo com algumas limitações, a alvenaria estrutural vem inovando e ganhando seu espaço. O desenvolvimento de normas técnicas e fiscalização dos fornecedores de blocos estruturais é um sinal de que o setor tem força e espaço para crescer.

Uma das áreas da engenharia civil que tem apresentado maior potencial de crescimento é, sem sombra de dúvida, a execução de edifícios em alvenaria estrutural. Isso se deve principalmente à economia obtida por esse processo construtivo em relação ao concreto convencional. Por propiciar uma maior racionalidade na execução da obra, reduzindo o consumo e desperdício de materiais, essa economia pode chegar a 30% do valor da estrutura, em caso de edifícios em alvenaria não armada de até oito pavimentos. (PRADO, 2006, p.3).

O déficit de moradias no Brasil é gigante, na casa dos milhões de unidades. A maior parte da falta de moradia deve-se as classes de menor poder aquisitivo.

Com o crescimento da economia do país e a criação de programas governamentais, abriu-se um novo mercado na construção civil: moradias a baixo custo com qualidade. A redução dos prazos, etapas de construção e custos, foi fundamental para a inserção da alvenaria estrutural na maioria dos empreendimentos de interesse social.

A maior preocupação no momento quanto a empreendimentos de empresas privadas ligadas a programas governamentais é a garantia a longo prazo, a qualidade e um baixo custo. O fator determinante neste caso é o controle do processo de execução e utilização de materiais que atendam as especificações técnicas.

Salvador Filho (2007, p.42) salienta que é possível a produção de moradias com bons materiais a baixo custo, sem afetar a qualidade. O importante é o conceito

de industrialização de todos os processos, a fim de garantir altíssima qualidade dos produtos produzidos.

Para que esta economia aconteça, é necessária a racionalização e produtividade: padronização e organização da produção. Isto quer dizer que é necessário que as empresas fornecedoras de blocos estruturais atendam as diversas normas técnicas de produção e que o controle nas empresas executantes de obras deste tipo, o faça cumprir. Realização de ensaios é fundamental para aceitação e controle da qualidade dos blocos.

Salvador Filho (2007, p.43) destaca a necessidade de se produzir componente para a construção civil com altíssimo controle de qualidade que propiciem bons resultados na construção e que sejam viáveis não apenas para especialistas.

4.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

No que diz respeito ao sistema estrutural, a alvenaria tem a finalidade de resistir ao carregamento da edificação, tendo as paredes, além da função de vedação, também a função de resistir aos esforços solicitantes. A remoção de qualquer parede fica sujeita a análise de projeto e execução de reforços, sempre por um profissional habilitado.

Nestas obras, as lajes normalmente são de concreto armado ou protendido, podendo ser pré-fabricadas ou moldadas in loco. A solução adotada depende muito do tamanho da edificação, das características tecnológicas e financeiras da empresa.

Para conceber um bom projeto em alvenaria estrutural, é imprescindível um que o projeto arquitetônico e o projeto estrutural sejam elaborados em conjunto. A forma da edificação, a distribuição das paredes e ambientes são essenciais para tornarem um projeto mais exequível e econômico possível. A repetição de paredes nos demais pavimentos, por exemplo, dispensa elementos estruturais auxiliares ou estruturas de transição.

Quanto ao projeto elétrico, de água fria e esgoto, estes devem estar perfeitamente detalhados, pois as tubulações verticais na maioria das vezes estão

alocadas dentro dos furos dos blocos e descem até o ponto desejado. Para os trechos horizontais, a tubulação é escondida pela utilização de forros, em geral, de gesso. No caso da tubulação de esgoto, devido ao maior diâmetro das peças, é necessário a execução de shafts de passagem.

4.2 BLOCOS ESTRUTURAIS

O bloco de concreto surgiu na Europa em meados do século XIX. Naquela época eles eram fabricados como elementos maciços, sendo então muito pesados e de difícil manuseio. Por volta de 1890, nos Estados Unidos, foram criados os blocos vazados que, por serem mais leves e possuírem resistências satisfatórias, tiveram grande disseminação por todos os EUA e Europa. No Brasil o bloco foi introduzido apenas em 1950 e desde então vem substituindo o bloco cerâmico nas obras de alvenaria estruturais.

O bloco cerâmico vem sendo utilizado pelo homem desde a antiguidade. As estruturas mais antigas datam do império romano, sendo encontradas nas ruínas antigas estruturas com blocos cerâmicos da forma conhecida atualmente, mas com diferenças no peso e dimensões.

Atualmente são encontrados blocos cerâmicos de várias dimensões e com modelos de furos diferenciados na horizontal (redondo, retangular, quadrado, etc). Os mesmos, quando fabricados com furos na vertical e com requisitos exigidos por normas, são utilizados para alvenaria estrutural.

4.2.1 Características dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria

A norma brasileira NBR 6136:2006 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos, tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos para o recebimento de blocos vazados de concreto simples, destinados à execução de alvenaria com função estrutural ou não estrutural. Esta norma será utilizada para avaliar as características estabelecidas nos objetivos específicos deste trabalho.

Esta norma define bloco vazado como sendo o componente de alvenaria, sendo sua a área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta.

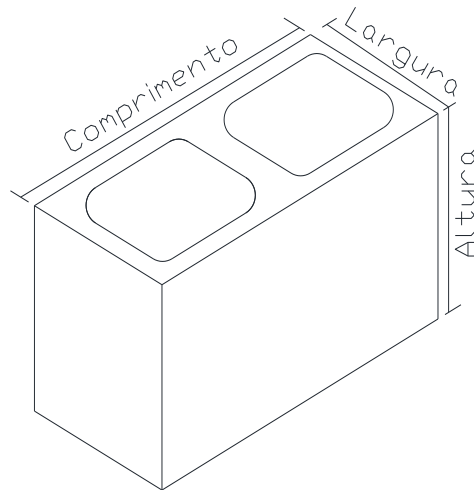


Figura 1 - Dimensões do bloco de concreto
Fonte: NBR 6136: 2006.

Os blocos podem ser classificados segundo a NBR 6136:2006 em quatro classes:

- a) classe A – com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- b) classe B – com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- c) classe C – com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.
- d) classe D – sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

As dimensões reais dos blocos vazados de concreto, modulares e submodulares, devem corresponder as dimensões constantes na tabela 1.

A espessura mínima de qualquer parede de bloco deve atender a tabela 2. A tolerância permitida nas dimensões das paredes é de 1,0 mm para cada valor individual.

Tabela 1 – Dimensões reais de blocos de concreto.

Família de blocos											
Designação	Nominal	20	15	12.5				10		7.5	
	Módulo	M - 20	M - 15		M - 12.5			M - 10		M - 7.5	
	Amarração	1/2	1/2	1/2	½	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20 x 40	15 x 40	15 x 40	12.5 x 40	12.5 x 40	12.5 x 37.5	10 x 40	10 x 30	10 x 30	7.5 x 40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	190
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	90	-	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90	-
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	-	40+

NOTA: as tolerâncias permitidas nas dimensões indicadas na tabela 1 são de +- 2,00 mm para largura e +-3,00 mm para a altura e para o seu comprimento.

Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com as ABNT NBR 5706 e ABNT NBR 5726.

Fonte: NBR 6136:2006.

Tabela 2 – Espessura de parede para blocos de concreto.

(continua)

Classe	Designação	Paredes longitudinais ¹⁾ (mm)	Paredes transversais	
			Paredes ¹⁾ (mm)	Espessura equivalente ²⁾ mm/m
A	M - 15	25	25	188
	M - 20	32	25	188
B	M - 15	25	25	188

M - 20

32

25

188

Tabela 2 – Espessura de parede para blocos de concreto.

(conclusão)

Classe	Designação	Paredes longitudinais ¹⁾ (mm)	Paredes transversais	
			Paredes ¹⁾ (mm)	Espessura equivalente ²⁾ mm/m
C	M - 10	18	18	135
	M - 12.5	18	18	135
	M - 15	18	18	135
	M - 20	18	18	135
D	M - 7.5	15	15	113
	M - 10	15	15	113
	M - 12.5	15	15	113
	M - 15	15	15	113
	M - 20	15	15	113

1) Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.

2) Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: NBR 6136:2006

A inspeção deve ser realizada conforme item 6 da NBR 6136:2006, especificamente o item 6.3, que traz os requisitos mínimos para a amostragem (tabela 3).

Para os requisitos físicos e mecânicos, o item 5.3 da norma NBR 6136:2006, define que os blocos vazados de concreto devem atender aos limites de resistência, absorção e retração linear por secagem, estabelecidos na tabela 4.

Tabela 3 – Tamanho da amostra em função do número de blocos do lote.

Número de blocos do lote	Número de blocos da amostra		Número mínimo de blocos para ensaio dimensional e resistência à compressão		Número de blocos para ensaios de absorção e área líquida
	Prova	Contraprova	Critério estabelecido em 6.5.1	Critério estabelecido em 6.5.2	
Até 5000	7 ou 9	8 ou 9	6	4	3
5000 a 10000	8 ou 11	9 ou 11	8	5	3
10001 a 20000	10 ou 13	11 ou 13	10	6	3

Fonte: NBR 6136:2006

Tabela 4 – Resistência mecânica, absorção média e retração em blocos de concreto.

Classe	Resistência característica <i>fck</i> MPa	Absorção média em %		Retração ¹⁾ %
		Agregado normal	Agregado leve	
A	≥ 6.0			
B	≥ 4.0		≤ 13.0 % (média)	
C	≥ 3.0	≤ 10 %		≤ 0.065 %
D	≥ 2.0		≤ 16.0 % (média)	

1) Facultativo.

Fonte: NBR 6136:2006.

4.2.2 Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural

A norma brasileira NBR 15720: 2005 – Componentes cerâmicos, parte 2: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – terminologia e requisitos, define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos estruturais a serem utilizados em obras de alvenaria estrutural, com ou sem revestimento.

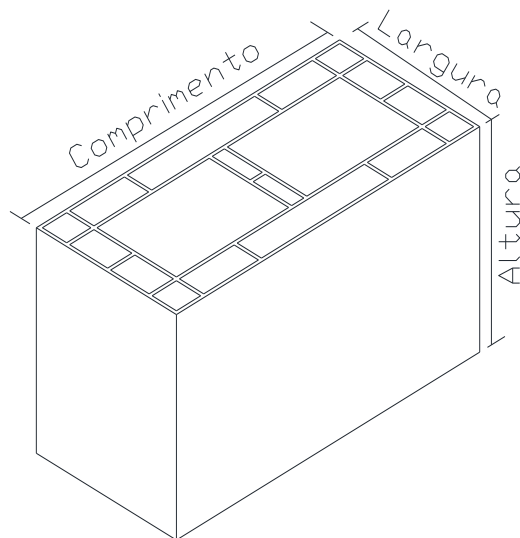


Figura 2 – Dimensões do bloco cerâmico.
Fonte: NBR 15270 – 2: 2005.

As dimensões de fabricação do bloco cerâmico estrutural são as indicadas a seguir na Tabela 5.

Tabela 5 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.

Dimensões (LxHxC)		Dimensões de fabricação (cm)				
Módulo dimensional M = 10 cm	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
			Bloco principal	½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M		11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M	11,5		24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M		19	29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	29	14	-		44
(3/2)M x (2)M x (4)M		39	19	34		54
(2)M x (2)M x (3)M	19	29	14	34		49
(2)M x (2)M x (4)M		39	19	0		59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.

Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Fonte: NBR 15270 – 2: 2005.

É importante salientar que a norma ainda traz a aceitação de uma tolerância de ± 5 mm em todas as medidas apresentadas.

Já a NBR 15720: 2005 - Componentes cerâmicos, parte 2: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – métodos de ensaio, tem por objetivo estabelecer os métodos para a execução dos ensaios dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação.

Estas duas normas serviram de base para a execução dos ensaios descritos nos objetivos específicos.

5 METODOLOGIA

5.1 ANÁLISE DIMENSIONAL E VISUAL

Para realização do ensaio de análise dimensional e inspeção visual foi consultado o procedimento padrão descrito na NBR 6136 (blocos de concreto) e NBR 15270-2 (blocos cerâmicos).

Inicialmente foi realizada a verificação visual da qualidade da superfície dos blocos e ausência de trincas e imperfeições, conforme ilustra a Fotografia 1.



Fotografia 1 – Análise visual.
Fonte: O autor.

Os blocos passaram ainda pela verificação de suas dimensões nominais com paquímetro, conforme ilustra a Fotografia 2.



Fotografia 2 – Análise dimensional dos blocos.
Fonte: O autor.

5.2 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Para realização desse ensaio foram utilizadas a NBR 12118 (blocos de concreto) e NBR 15270-3 (blocos cerâmicos). Segundo procedimentos descritos nas normas os blocos permaneceram em estufa até ser retirada totalmente a umidade, obtendo-se assim a massa seca do bloco através da pesagem, conforme Fotografia 3.



Fotografia 3 – Secagem dos blocos.
Fonte: O autor.

Na sequência, uma vez atingida a temperatura ambiente, os blocos foram depositados em um recipiente com água onde ficaram submersos por 24 horas, conforme ilustra a Fotografia 4.



Fotografia 4 – Imersão em água.
Fonte: O autor.

Após esse período, retirou-se os blocos do recipiente, aguardou-se um minuto para a drenagem. A próxima etapa foi a realização da secagem da superfície com pano seco e, com o auxílio da balança, obteve-se a massa úmida do bloco. O índice de absorção do bloco é então obtido através da razão entre o acréscimo de massa devido à absorção e a massa seca do bloco.

5.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS

Conforme o procedimento descrito na NBR 7184 (bloco concreto) e na NBR 15270-3 (bloco cerâmico) os blocos foram capeados com enxofre nas duas faces de forma que as suas superfícies ficassem planas e uniformes (Fotografia 5).



Fotografia 5 – Copeamento dos blocos.
Fonte: O autor.

Após o copeamento, os blocos foram posicionados na prensa hidráulica conforme Fotografia 6, onde foram levados ao rompimento através da aplicação de um carregamento de compressão.



Fotografia 6 – Ensaio de resistência à compressão dos blocos.
Fonte: O autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ASPECTO VISUAL

Através de inspeção visual, analisa-se se os blocos de concreto atendem às seguintes características estabelecidas pela NBR 6136 (bloco de concreto) e NBR 15270-2 (bloco cerâmico):

- homogeneidade e compacidade;
- presença de arestas vivas;
- ausência de trincas, fraturas, imperfeições e outros defeitos;
- superfície áspera para garantir uma boa aderência;

As características listadas acima dizem respeito à qualidade de assentamento dos blocos bem como à durabilidade da construção. Em relação a essas características todos os blocos, tanto os de concreto quanto os cerâmicos, atenderam aos requisitos de norma.

6.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Para determinação das características geométricas dos blocos cerâmicos e dos blocos de concreto, foram realizadas medidas de altura, largura, e comprimento dos blocos. Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Os resultados apresentados na Tabela 6 ilustram as dimensões obtidas de seis corpos-de-prova de concreto. Deve ser destacado que todas as amostras deveriam apresentar as seguintes dimensões, de acordo com as definições de norma: 190 mm para altura; 140 mm para largura e 390 mm para comprimento. Ainda segundo a norma, as dimensões padronizadas do bloco admitem tolerância de ± 2 mm na largura e ± 3 mm na altura e comprimento

Após a análise dos valores ilustrados, pode-se verificar que os blocos não atenderam os requisitos referentes às características geométricas. Em se tratando

das medidas de altura e comprimento, foram obtidas medidas com variação de até 3,5 mm, enquanto que na largura verificou-se uma variação de até 2,9 mm.

Tabela 6 – Características geométricas dos blocos de concreto.

Corpo de prova	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
1	193,5	142,1	392,0
2	192,3	142,6	392,8
3	192,0	142,7	392,8
4	191,5	142,6	392,8
5	191,3	142,9	393,3
6	190,7	142,5	392,0
MÉDIA	191,9	142,6	392,6
NBR 6136	190,0 ± 3,0	140,0 ± 2,0	390,0 ± 3,0

Fonte: O autor.

Tabela 7 – Características geométricas dos blocos cerâmicos.

Corpo de prova	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
1	193,0	137,6	287,6
2	195,0	137,8	289,4
3	192,7	137,1	288,4
4	191,5	138,5	289,9
5	192,0	137,3	288,9
6	193,3	137,7	288,2
MÉDIA	192,9	137,7	288,7
NBR 15270-2 (valores individuais)	190,0 ± 5,0	140,0 ± 5,0	290,0 ± 5,0
NBR 15270-2 (valores médios)	190,0 ± 3,0	140,0 ± 3,0	290,0 ± 3,0

Fonte: O autor.

Já os resultados apresentados na Tabela 7, ilustram as dimensões obtidas de seis corpos-de-prova cerâmicos. Deve ser destacado que todas as amostras

deveriam apresentar as seguintes dimensões, de acordo com as definições da norma: 190 mm para altura; 140 mm para largura e 290 mm para comprimento.

Segundo a norma NBR 15270 - 2 as dimensões padronizadas do bloco admitem tolerância individual de ± 5 mm em qualquer dimensão (altura, largura e comprimento) e tolerância de ± 3 nos valores médios encontrados entre os blocos ensaiados em qualquer dimensão (altura, largura e comprimento). Dessa forma, após a análise individual e nos valores médios, pode-se verificar que todos os blocos cerâmicos atenderam os requisitos referentes às características geométricas trazidas pela norma.

6.3 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Para a determinação do índice de absorção de água foram ensaiados três blocos referentes a cada material. Os resultados obtidos para o índice de absorção de água estão ilustrados individualmente e em média nos Gráficos 1 e 2, a seguir.

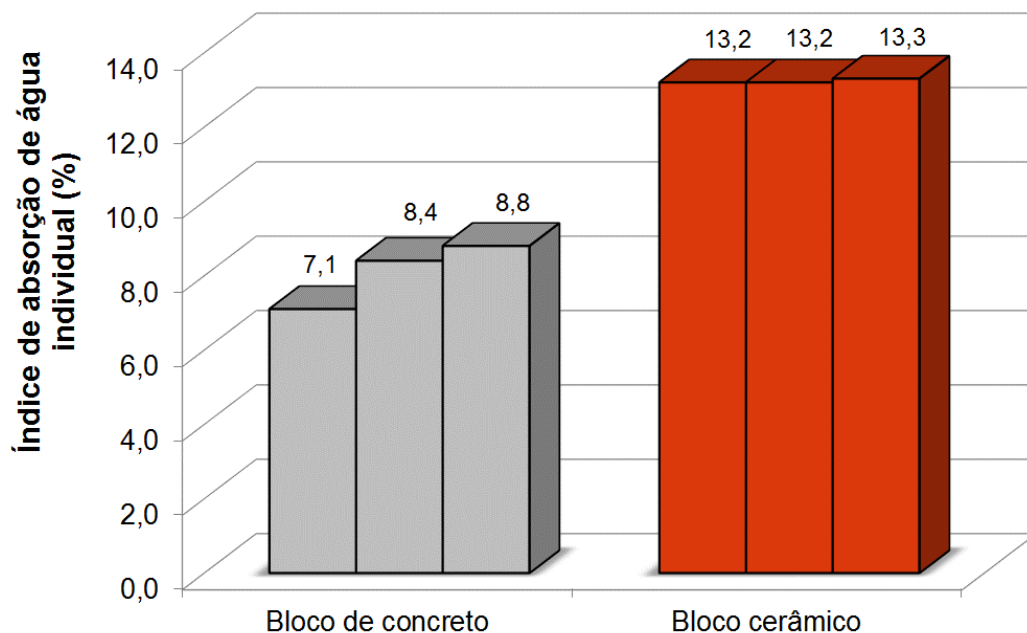


Gráfico 1 – Índice de absorção individual em função do material.
Fonte: O autor.

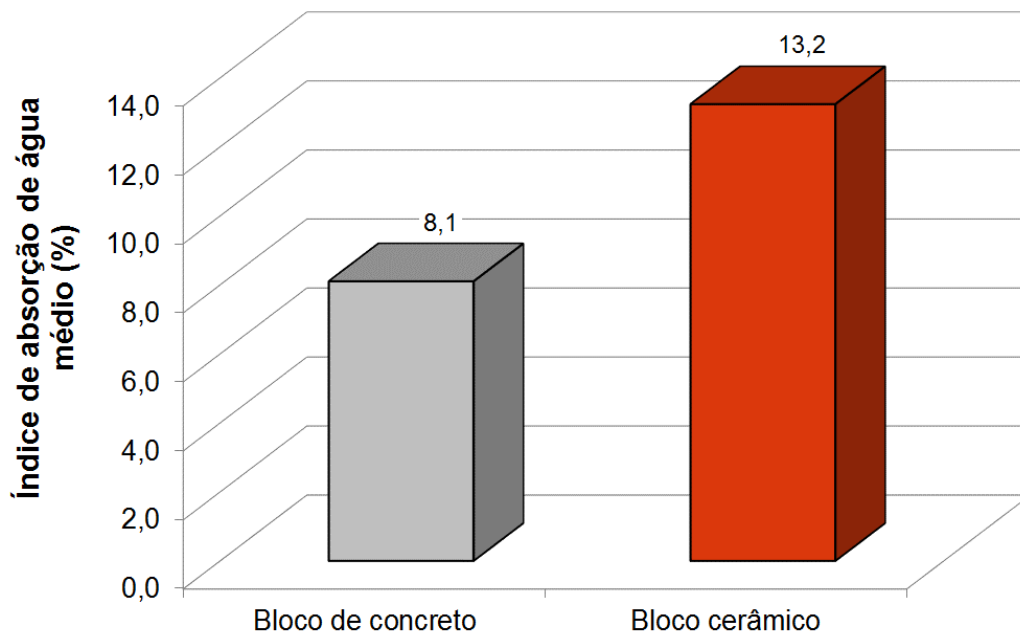


Gráfico 2 – Índice de absorção médio em função do material.
Fonte: O autor.

O índice de absorção do material empregado na construção esta diretamente relacionado à segurança das construções, pois um alto índice de absorção de água pode resultar em um acréscimo imprevisto de peso dos blocos sobre as estruturas e assim causar patologias como fissuras, trincas, recalque da fundação e outros que podem causar o desabamento do empreendimento e com isso por em risco a vida dos usuários dessas habitações. Além de causar problemas na aderência da argamassa de reboco, pois a água existente na composição da argamassa é absorvida, resultando em uma massa seca sem poder de fixação e assim causando o desprendimento da mesma com o passar do tempo.

Com relação ao índice de absorção de água, a NBR 6136 indica que as amostras submetidas ao ensaio de bloco de concreto devem apresentar índices individuais máximos iguais a 10% e, valores médios máximos de 15%. Sendo assim, com base nos gráficos ilustrados anteriormente, pode-se concluir que todos os blocos de concreto ensaiados encontram-se dentro dos limites estipulados em norma.

Ainda sobre o índice de absorção de água, a NBR 15270 - 2 indica que as amostras submetidas ao ensaio de bloco cerâmico devem apresentar índices de absorção de água no intervalo de 8% a 22%.

Sendo assim, com base nos gráficos ilustrados anteriormente, pode-se concluir que todos os blocos cerâmicos ensaiados encontram-se dentro dos limites estipulados em norma.

6.4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Conforme a NBR 6136 e a NBR 15270-2 foram ensaiados seis blocos referentes à cada material para a determinação de resistência à compressão dos mesmos. Os resultados obtidos para a resistência à compressão estão ilustrados individualmente e em média nos gráficos 3 e 4, respectivamente.

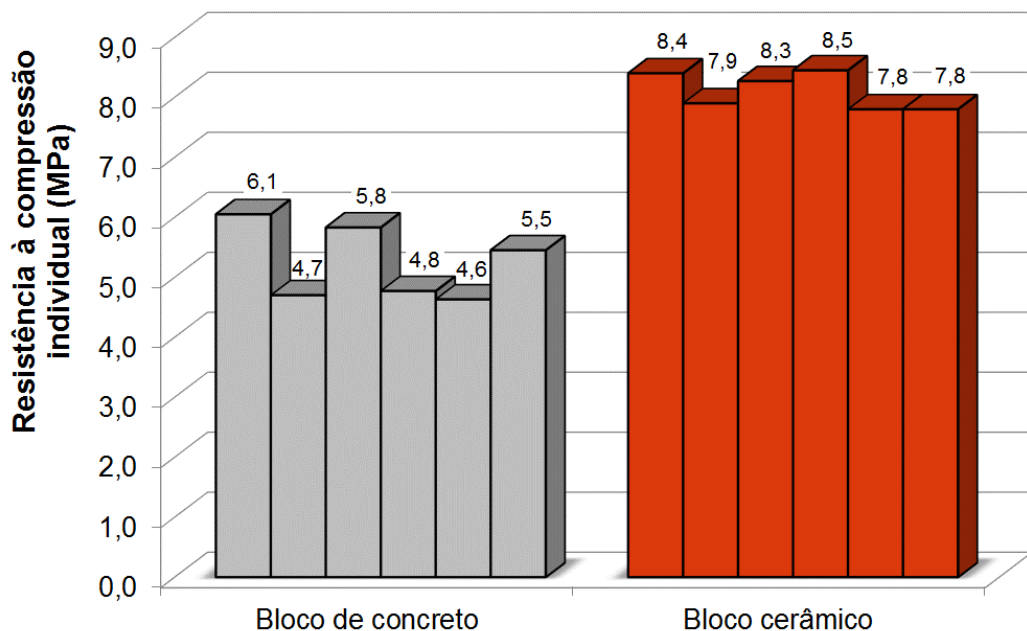


Gráfico 3 – Resistência à compressão individual em função do material.
Fonte: O autor.

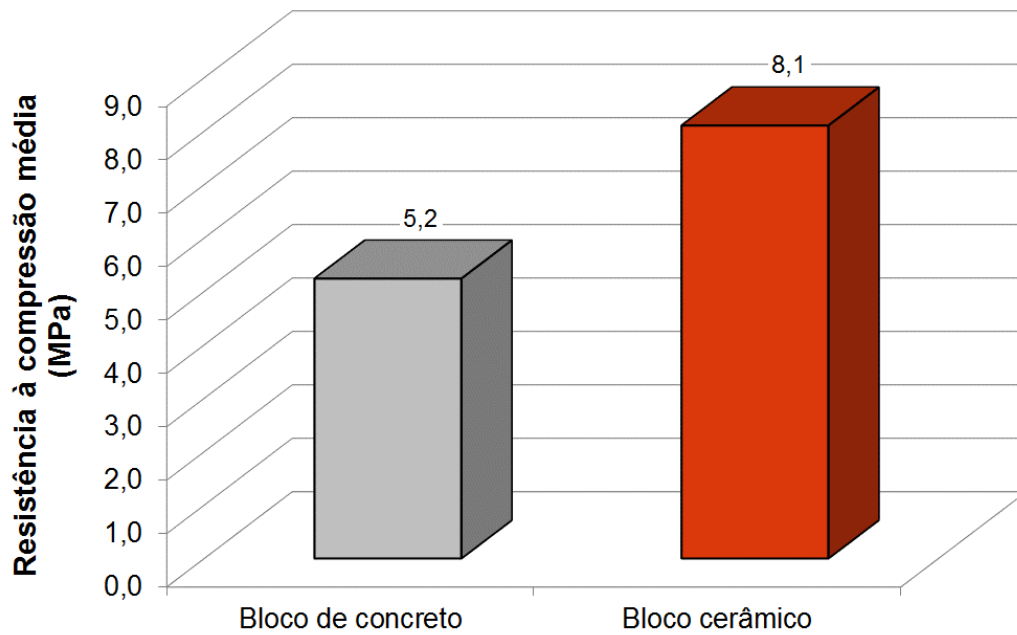


Gráfico 4 – Resistência à compressão média em função do material.
Fonte: O autor.

O ensaio de resistência à compressão é importante para se conhecer a resistência do bloco e assim empregá-lo com segurança na execução de projetos.

A NBR 6136 indica que as amostras de bloco de concreto estrutural submetidas ao ensaio devem apresentar valores individuais mínimos iguais ou superior a 4,0 MPa enquanto que NBR 15270-2 indica que as amostras de blocos cerâmicos estruturais submetido ao ensaio devem apresentar valores mínimos igual ou superior a 3,0 MPa.

Sendo assim, com base nos Gráficos 3 e 4 ilustrados anteriormente, pode-se concluir que todos os blocos ensaiados encontram-se dentro dos limites estipulados em norma, apresentando resistência satisfatória para o seu uso como bloco estrutural.

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar fisicamente dois diferentes materiais para execução de alvenaria estrutural na região de Campo Mourão.

Visando alcançar os objetivos propostos foram realizados ensaios laboratoriais onde foram avaliadas as características relacionadas às dimensões dos blocos, índice de absorção de água e resistência à compressão.

Com relação à inspeção visual e à avaliação das dimensões, somente o bloco cerâmico atendeu a todos os requisitos proposto em norma. Já com relação aos ensaios de índice de absorção de água e resistência a compressão, conclui-se que ambos os blocos atendem às exigências de norma.

Assim conclui-se, conforme descrição das normas vigentes, e a partir dos blocos ensaiados, apenas o bloco cerâmico pode ser comercializado como bloco estrutural, indicado para uso em alvenarias portantes com necessidades iguais ou inferiores à sua resistência máxima.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** - requisitos. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30cm, 19p.

_____. **NBR 7184: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30 cm, 2p.

_____. **NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** – determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30 cm, 3p.

_____. **NBR 15270 – 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural** – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30 cm, 11p.

_____. **NBR 15720 – 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação** – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30cm, 27p.

_____. **NBR 15961 – 1: Alvenaria estrutural: blocos de concreto** - projeto. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30cm, 42p.

_____. **NBR 15961 – 2: Alvenaria estrutural: blocos de concreto** – execução e controle de obras. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 30cm, 35p.

BARBOSA, Claudius de S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas dos materiais constituintes**. 2004. 153f. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estrutura, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

CAMACHO, Jeferson S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2006. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%20estrutural.pdf>> . acesso em 12 de abril de 2011 as 21:40.

MEDEIROS, Jonas S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto**. 1993. 24f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993.

PRADO, Danilo M. **Propriedades físicas e mecânicas dos blocos estruturais produzidos com agregados reciclados de concreto**. 2006. 130f. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estrutura, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SALVADOR FILHO, José Américo A. **Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas**. 2007. 246f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ZANUTO, G. **Estudo Comparativo Entre Blocos Cerâmicos e de Concreto**. 2009. 65f. TCC (Graduação em Tecnologia em Materiais de Construção) – Universidade Tecnológica do Paraná, Universidade de Campo Mourão, Campo Mourão, 2009.