

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS COM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA AO FOGO

Giovani Freitas de Sousa¹

giovanisousa.eng@gmail.com

Milene Carvalho²

milene.carvalho@unilasalle.edu.br

Universidade La Salle – Canoas

Resumo: Situações de incêndio nas edificações causam efeitos altamente destrutivos, tanto na econômica, quanto na sociedade. Portanto, estão ocorrendo grandes esforços no Brasil para avaliar o comportamento e a resistência de materiais mediante a exposição ao fogo. Deste modo, com o intuito de preconizar a qualidade dos sistemas constituintes das construções, entrou em vigor a norma de desempenho das edificações habitacionais, a ABNT NBR 15575:2013, que fixa requisitos e critérios mínimos que devem ser atendidos pelas unidades autônomas em seu todo, sendo um deles, a segurança contra incêndios nas edificações, ou seja, isto colaborou para que houvesse a necessidade de pesquisas nessa área, por parte de universidades, construtoras, fabricantes, etc. Sendo assim, com o objetivo de contribuir com os estudos já existentes, neste trabalho foram identificados de forma comparativa, o desempenho de blocos de concreto e cerâmicos, quando expostos a altas temperaturas, onde foi constatado que em determinados tipos de sistemas, quando aplicado em conjunto com blocos de diferentes dimensões e fabricados por empresas divergentes, apresentam resultados satisfatórios quando relacionados ao tempo de resistência. No entanto, quando possuem espessuras de revestimentos diferentes, bem como, quando possuem fabricantes variados, a variação do desempenho no que se refere ao tempo resistência ao fogo, foram inferiores ao que é sugerido pela norma.

Palavras-Chave: Desempenho; Resistência ao Fogo; Segurança Contra Incêndio.

COMPARATIVE STUDY OF PERFORMANCE OF FIRE RESISTANCE VERTICAL SEALING SYSTEMS

Abstract: Fire situations in buildings cause highly destructive effects, both economically and in society. Therefore, Great efforts are underway in Brazil to access the behavior and strength of materials through exposure to fire. This way, in order to recommend the quality of the building's constituent systems, came into force the standard of performance of residential buildings, ABNT NBR 15575: 2013, laying down minimum requirements and criteria to be attended by the autonomous units as a whole, being one of them, fire safety in buildings; That is, this contributed on the need for research in this area, from universities, construction companies, manufacturers, etc. Thus, in order to contribute to existing studies, in this work were comparatively identified, the performance of concrete and ceramic blocks, when exposed to high

¹ Graduando em engenharia civil, Universidade La Salle.

² Prof. Me(a) Milene Carvalho, Universidade La Salle.

temperatures, where it was found that in certain types of systems, when applied in conjunction with blocks of different sizes and manufactured by divergent companies, were found satisfactory results when related to the resistance time. However, when having different coating thicknesses, as well as when they have different manufacturers, the performance variation with attended characteristics to fire resistance time, were inferior to what is suggested by the norm.

Keywords: Performance; Fire Resistance; Fire Safety.

INTRODUÇÃO

Em meio a evolução do cenário brasileiro, onde empresas executam construções cada vez mais enxutas, visando agilidade em todos os processos, as qualidades de muitos materiais não são levadas em consideração no momento da concepção dos projetos. Portanto, desta forma, diversos estudos estão sendo demandados pela indústria da construção civil, no que se refere à proteção contra incêndios, principalmente após os eventos ocorridos em São Paulo e o sinistro do Edifício Joelma (Silva, 2012), que resultou em um total de 189 vítimas fatais. Outro caso importante de ser lembrado é o incêndio da boate Kiss, que ocorreu em Santa Maria, RS, uma fatalidade que matou 242 pessoas e deixou 630 feridos (Revista Incêndio, 2015).

Para auxiliar os projetistas, construtores e dar um resguardo para os moradores/ocupantes dos imóveis em geral no Brasil, a norma de desempenho das edificações habitacionais (ABNT, NBR 15575:2013) está se difundindo e sendo cobrada cada vez mais pelos órgãos fiscalizadores. Assim sendo, os profissionais da área da indústria da construção civil devem esperar que em um futuro muito próximo, diversas empresas responsáveis por empreendimentos residenciais e comerciais construídos fora dos regulamentos, sejam notificadas juridicamente para que tomem as devidas providencias, ou até mesmo, justifiquem o uso de determinados materiais.

Deste modo, com o intuito de estudar o comportamento das alvenarias de blocos estruturais e de vedação, de concreto e cerâmica, quando submetidas à esforços de compressão, expostas às temperaturas altas e com diferentes espessuras de revestimentos, serão apresentados de forma comparativa os resultados de ensaios já realizados por laboratórios de grande know-how na região sul do Brasil. Sendo assim, a partir da conclusão deste artigo, espero ser capaz de esclarecer dúvidas que ainda se mantenham no momento da concepção, escolha dos materiais para a execução de determinado projeto e de acordo com a aplicação do empreendimento e cargas aplicadas à estrutura.

OBJETIVOS

Objetivo geral

De acordo com o que foi exposto na introdução deste artigo, o objetivo geral e principal, é fazer uma análise crítica e comparativa, de alguns sistemas de vedações verticais mais utilizados na construção civil, ou seja, os blocos de concreto e cerâmico, e relatar os impactos que estes sofreram quando submetidos a esforços de compressão e altas temperaturas.

Objetivos específicos

Sistema blocos de vedação - De acordo com os ensaios para determinação do tempo de resistência

ao fogo de sistemas de alvenarias de vedação, através do procedimento da ABNT NBR 10636:1989 – paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio, verificando características de (a) estabilidade, (b) estanqueidade e (c) isolamento térmico. Portanto, abaixo estão as análises comparativas que serão realizadas para as amostras de blocos de vedação:

- Comparar desempenho de diversos tipos de sistemas aplicados a blocos de vedação do catálogo empresa “A”, C;

Sistema blocos estruturais – Determinação da resistência ao fogo do sistema vertical de vedação interna e externa (SVVIE) com função estrutural, verificando características de (a) isolamento térmico, (b) estanqueidade e (c) resistência mecânica e deformações, de acordo com o método de ensaio prescrito na norma ABNT NBR 5628:2001 – Componentes construtivos estruturais – Determinação de resistência ao fogo.

- Comparar desempenho de diversos tipos de sistemas aplicados a blocos estruturais do catálogo empresa “A”, “B” e “C”;

Sistema blocos estruturais (vs) sistema blocos de vedação – Com a intenção de corroborar com o estudo, também serão comparados sistemas de vedação estrutural com sistemas de vedação não estrutural, seguindo às mesmas metodologias de ensaio citadas à cima.

- Comparar desempenho de blocos estruturais e de vedação da empresa “C” com as empresas “A” e “B”;

SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS

Alvenaria de vedação

Segundo Franco (1998), “a vedação vertical ocupa uma posição estratégica da construção civil de edifícios. Ela é o subsistema que tem como uma das principais funções compartimentarem a edificação e propiciar aos ambientes, características que permitam o adequado desenvolvimento das atividades para as quais eles foram projetados”. Além disto, possui uma interface com vários outros sistemas do edifício, como a própria estrutura, as instalações, vedações horizontais, impermeabilizações, entre outros. Esta situação da vedação vertical torna-se crítica como elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra.

A produção da vedação vertical tem interfaces com a maioria dos serviços a serem realizados para a execução do edifício, assim um mau planejamento desta execução, pode acarretar em retrabalhos e desperdícios, logo a racionalização da construção, passa necessariamente pela racionalização dos serviços de vedação vertical. Ela também é fundamental para implantação das tecnologias construtivas racionalizadas para a produção desta etapa de serviço.

Alvenaria de vedação de bloco ou tijolo cerâmico

Para a Anicer (2016), “o sistema de vedação vertical, mais usado no Brasil é a alvenaria, constituídas por elementos cerâmicos, com revestimentos ou até sem, devido a boa qualidade da argila, principalmente na região sul do país”.

Segundo Thomaz (2007), “os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, deve atender a norma NBR 15270-1, as quais além de definir termos fixam os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento. Consideram-se dois tipos de blocos quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos. As dimensões de fabricação (largura – L, altura H e comprimento – C) devem ser correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional $M = 10 \text{ cm}$ menos 1 cm, conforme dimensões padronizadas.

São blocos ou tijolos com furos ou vazados prismáticos geralmente dispostos horizontalmente, ou seja, perpendiculares as faces que os contêm, o que ocasiona a diminuição da resistência dos painéis de alvenaria.

Além dos blocos e meio blocos existem outros tipos de componentes cerâmicos complementares que integram as alvenarias de vedação, com funções específicas como a canaleta U, que permite a construção de cintas de amarração, vergas e contra-vergas, a canaleta J, os blocos de amarração, os compensadores e outros que podem ser especificados em projetos, desde que atendam aos requisitos de desempenho exigidos.

Alvenaria de vedação de blocos de concreto

Segundo Farias (2015), com o avanço do tempo e aumento do acesso a informação, o mundo globalizado tende a evoluir, com o surgimento cada vez mais rápido de novas tecnologias e materiais que facilitam a vida do homem. O ramo da construção civil não poderia deixar de acompanhar essas evoluções, com um aumento nas matérias de propriedades mais avançadas. Foi com esse avanço após a revolução industrial que um novo tipo de material ganhou espaço no cenário da construção civil, o concreto, tanto na função estrutural quando na fabricação de blocos de vedação.

Este tipo de material com requisitos apenas para uso não estrutural, é classificado como classe C, após a cura em 28 dias ele deve apresentar uma resistência característica a compressão axial maior ou igual a 3 MPa, deve ser usado sempre acima do solo, blocos de concreto de 65 mm de largura são apenas para uso de alvenarias de vedação.

No entanto segundo Mohamad (2015), no Brasil o uso de bloco de concreto apenas para vedações, ainda está crescendo de forma muito lenta, principalmente em regiões onde a grande tradição no uso dos blocos cerâmicos. O mesmo serve para o caso da alvenaria estrutural, sistema ainda mais recente e menos convencional, que necessita de uma mão de obra mais especializada e cuidados na execução para seu perfeito funcionamento.

Alvenaria estrutural

A problemática do déficit habitacional fez com que o governo federal, a partir de programas como “Minha casa Minha Vida” (MCMV), procurasse um meio de reduzir tal problema, com isso o uso de alvenaria estrutural, por ser um método racionalizado e bastante difundido, tornou-se uma alternativa.

Camacho (2006) definiu a alvenaria estrutural como um processo construtivo no qual elementos que desempenham função portantes, são projetados dimensionados e executados de forma racional, em um sistema que visa à produtividade com economia de material.

Para Figueiredo (1989), para ser classificado com um sistema estrutural, o mesmo deve atender aos seguintes aspectos:

Segurança estrutural: o sistema deve suportar às ações quanto aos estados limites últimos (ELU) e de utilização (ELS);

Durabilidade: devem ser asseguradas ao longo de sua vida útil, as propriedades químicas, físicas e mecânicas dos materiais, dos elementos e dos componentes existentes na edificação;

Compatibilidade: deve ser compatível com outros sistemas estruturais já empregados, tais como concreto armado e estruturas metálicas;

Facilidade, rapidez e qualidade na execução: o sistema deve ser de fácil execução, não necessitando de equipamentos ou técnicas avançadas; espera-se que na execução não haja perda quanto a qualidade e a segurança.

Vários autores conceituam a racionalização construtiva. Trigo (1978) entende como “o conjunto de ações tendentes ao aumento de rendimento do setor em conjunto e de cada uma das tarefas a realizar em particular”.

Para Testa (1972) “as ações ligadas à racionalização construtiva são baseadas no esforço pra o aumento do desempenho e produtividade, pela aplicação de todas as possíveis medidas para incrementar a produção, para garantir a melhor utilização de materiais, equipamentos e mão-de-obra, no canteiro de obras e no processo de produção”.

Conforme o (MANUAL TECNICO PAULUZZI, 2015), O princípio básico da alvenaria racionalizada é tomar todas as decisões quanto aos passos de execução na fase de projeto e documentá-los em forma de desenho ou observações descritivas. Assim, o projeto contempla todo o detalhamento executivo, estrutural, alvenaria e instalações, compatibilizando tudo.

Já Sabbatini (1989), vê a racionalização como uma ferramenta da industrialização, ele também define que “racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações, que tenham por objetivo aperfeiçoar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”.

Alvenaria estrutural de bloco cerâmico

A década de 80 marca o início do uso de blocos cerâmicos na Alvenaria estrutural, em 1989 foi editada a NBR 15961-1:2011 – Calculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto, que trata do cálculo da alvenaria estrutural, armada ou não armada de blocos vazados de concreto.

Os blocos cerâmicos portantes devem conter os furos ou vazados prismáticos, dispostos na direção vertical, esta afirmativa se deve a diferença no mecanismo de ruptura de ambos, que no caso dos furos verticais formam indícios da situação de colapso, que no caso de furos na horizontal é brusco e frágil.

As dimensões nominais dos “Blocos Cerâmicos Vazados” para alvenaria estrutural estão dispostas na NBR 15270-2, conforme tabela abaixo.

Figura 1 – Dimensões nominais dos “Blocos Cerâmicos Vazados”

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

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Fonte: ABNT NBR 15270-2

Os blocos são classificados baseados em suas resistências a compressão, conforme tabela abaixo:

Figura 2 – Tabela 1.2.7 – Resistência a compressão – Blocos cerâmicos

Tipo		Resistência à compressão na área bruta (MPa)
Vedação	A	1,5
	B	2,5
Portante	C	4,0
	D	7,0
	F	10,0

Fonte: Transcrição da Tabela 3 da NBR 7171

Alvenaria estrutural de blocos de concreto

No Brasil, o marco inicial do uso de blocos de concreto em alvenaria estrutural armada, foi em São Paulo, no conjunto habitacional “Central Parque da Lapa” em 1966. Segundo Mohamad (2015), foram construídos inicialmente prédios com 4 pavimentos com paredes de espessura de 19cm, depois já em 1972, no mesmo empreendimento, foram construídas mais quatro torres com 12 andares em alvenaria estrutural.

A partir da década de 90 sua utilização foi difundida pelos países, num momento em que várias construtoras passaram a adotar esse sistema estrutural.

Para Costa (2010), a consolidação do sistema no Brasil se deu quando as dúvidas em relação à segurança estrutural dos blocos foram diminuídas de forma drástica, a partir do momento que a (ABPC)

Associação Brasileira de Cimento Portland, passou a qualificar e certificar os produtores de blocos estruturais de concreto com seu selo de qualidade.

Alvenaria estrutural armada segundo NBR:15961-1 de blocos vazados de concreto, segundo a mesma referência é aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuamente com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração.

Os blocos vazados de concreto são classificados por suas resistências a compressão, eles devem atender as seguintes classes:

Classe A – com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo, resistências características a compressão axial $F_{bk} > 8,0$ Mpa;

Classe B - com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo, resistências características a compressão axial entre $4,0 > F_{bk} > 8,0$ Mpa;

Classe C - com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo, desde que sejam de 90 mm de largura para edificações de um pavimento, para uma edificação de até 3 pavimentos pode ser usado o de 115mm de largura, já para pavimentos superiores a dois e até cinco, os blocos classe C de 140mm e 190mm atendem. Resistências características a compressão axial de $F_{bk} > 3,0$ Mpa;

O não atendimento à resistência especificada em projeto pode resultar em desabamentos, trincas e comprometimento de toda estrutura, a NBR 6136 especifica que a resistência característica do bloco à compressão deve obedecer aos seguintes limites:

$F_{bk} > 6,0$ MPa: blocos em paredes externas sem revestimentos;

$F_{bk} > 4,5$ MPa: blocos em paredes internas ou externas com revestimentos.

Empiricamente os projetistas gostam de adotar a prática de utilizar as resistências dos primeiros pavimentos, relacionando ao número de pavimentos que a edificação terá. Outro fato comum é utilizar resistências menores em andares superiores, o que ajuda muito no aspecto econômico.

METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia utilizada para compilação e elaboração do trabalho é de uma pesquisa com abordagem quantitativa. Os principais procedimentos utilizados para a obtenção das informações estão sendo por meio de pesquisas bibliográficas em livros, revistas, artigos, dissertações, sites confiáveis da internet, normas técnicas e ensaios fornecidos pelas empresas fabricantes.

CARACTERIZAÇÃO DOS ENSAIOS

ENSAIO 01 – Comparativo de blocos quando aplicados em sistemas de vedação sem função estrutural:

Consistem em realizar um sistema de vedação vertical em alvenaria, sem função estrutural, composto por blocos cerâmicos de vedação revestidos e assentados com argamassa estabilizada. A espessura total do sistema ensaiado foi de 23cm, sendo que para a análise do sistema foram confeccionados exemplares

sem aberturas, com dimensões 315cm x 300cm, sendo a superfície exposta à elevadas temperaturas de 250cm x 250cm, conforme prescrição normativa.

ENSAIO 02 – Comparativo de blocos quando aplicados em sistemas de vedação com função estrutural:

Consiste em analisar um sistema vertical de vedação externa (SVVE) composta por blocos cerâmicos estruturais assentados com o uso de argamassa de assentamento industrializada de granulometria média com 1 cm de espessura, revestimento argamassado de chapisco (traço 1:3, misturado convencionalmente em betoneira de eixo horizontal, bem como, reboco com argamassa industrializada para reboco grosso. Para a avaliação desse sistema foi confeccionado um exemplar sem aberturas com dimensões de 315cm x 300cm, sendo a superfície exposta diretamente ao fogo de 250cm x 250cm. O sistema foi preparado sobre um pórtico para que fosse possível realizar a junção da amostra com o forno padronizado.

Isolamento térmico

Para o isolamento térmico a temperatura média não deve ultrapassar 140°C enquanto que a temperatura máxima a cada termopar não deve ser superior a 180°C.

Estanqueidade

Para o requisito de estanqueidade do elemento submetido ao fogo, devem ser avaliadas as fissuras ou outras aberturas que surjam no ato do ensaio. Devem ser observadas, ainda todas as mudanças ou eventos que possam causar riscos a um ambiente, como a emissão de volume apreciável de fumaça ou gases quentes. A normativa classifica como estanque todas as paredes que, ao prorrogar fissuração, não provoquem a inflamação do chumaço de algodão ou chamas com duração superior a 10s.

Resistência mecânica e deformações

É aplicada uma carga durante todo o período do ensaio de resistência ao fogo, sendo que durante o ensaio são registrados os deslocamentos transversais e a ocorrência de falhas na amostra e de qualquer outro fator que possa afetar a sua resistência mecânica no ato do ensaio.

Medição das temperaturas

Para realizar a medição das temperaturas junto à face interna e externa utiliza-se um total de 10 termopares. Na parte interna, junto ao forno, cinco termopares fixos medem a temperatura na superfície da amostra. Na parte externa, cinco termopares são acoplados junto à superfície, os termopares internos e externos são do tipo k, as posições termopares externas (face do sistema não exposta ao fogo) coincidem com os termopares internos (face do sistema exposta ao fogo).

RESULTADOS

Resumo resultados

Tabela 1 –Resumo dos ensaios realizados

RESUMO RESULTADOS				
Nº	FABRICANTE	MODELO	RESISTÊNCIA (MPa)	MPO (mi)
1	Empresa "A"	14x19x29 - CERÂMICO - (Sem revest.)	7	90
2	Empresa "A"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 1,5cm dois lados)	7	240
3	Empresa A	11,5x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,5cm Um lado)	3	90
4	Empresa A	19x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,0cm + 1,0cm textura Um lado)	7	180
5	Empresa A	19x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 1,5cm Dois lados)	7	240
6	Empresa A	11,5x19x29 - CERÂMICO - (Termofida 2,0cm Um lado)	3	240
7	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm Um lado)	7	81
8	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm Um lado)	7	131
9	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 1,5cm e 2,5cm)	7	142
10	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 1,0cm e 2,0cm)	7	180
11	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm e 1,0cm)	7	180
12	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 1,5cm e 2,5cm)	7	208
13	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 2,5cm e 2,5cm)	7	221
14	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm e 2,5cm)	7	240
15	Empresa "B"	14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm e 2,0cm)	7	240
16	Empresa B	19x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm + 1,0cm)	7	240
17	Empresa "C"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 5mm gesso Um lado)	7	58
18	Empresa "C"	14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0 cm Dois lados)	7	90
19	Empresa "C"	14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 5mm gesso dois)	7	120
20	Empresa "C"	14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0 cm Um lado)	7	120
21	Empresa C	19x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm + 1,0cm de gesso)	7	90
22	Empresa C	19x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,0cm um lado + 1,0cm de gesso)	7	120
23	Empresa C	11,5x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm + 1,0cm de Gesso)	3	120
24	Empresa C	11,5x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. Vermifloc 2,5cm + 2,0cm de reboco)	3	240
25	Empresa "D"	14x19x29 - CONCRETO - (Chapisco + Revest. 1,5 cm Dois lados)	7	180

Comparativo blocos 14x19x29 de 7MPa

Tabela 2 - Dados dos ensaios blocos 14x19x29 7MPa

BLOCOS 14x19x29 (7MPa)			
Nº	FABRICANTE	MODELO	TEMPO (min)
1	Empresa "C"	A - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 5mm gesso Um lado)	58
2	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm Um lado)	81
3	Empresa "A"	A - 14x19x29 - CERÂMICO - (Sem revest.)	90
4	Empresa "C"	C - 14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0 cm Dois lados)	90
5	Empresa "C"	C - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 5mm gesso dois)	120
6	Empresa "C"	C - 14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0 cm Um lado)	120
7	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm Um lado)	131
8	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 1,5cm e 2,5cm)	142
9	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 1,0cm e 2,0cm)	180
10	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm e 1,0cm)	180
11	Empresa "D"	D - 14x19x29 - CONCRETO - (Chapisco + Revest. 1,5 cm Dois lados)	180
12	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 1,5cm e 2,5cm)	208
13	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 2,5cm e 2,5cm)	221
14	Empresa "A"	A - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 1,5cm dois lados)	240
15	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,5cm e 2,5cm)	240
16	Empresa "B"	B - 14x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm e 2,0cm)	240

Gráfico 1 – Comparativo de blocos 14x19x29 7MPa

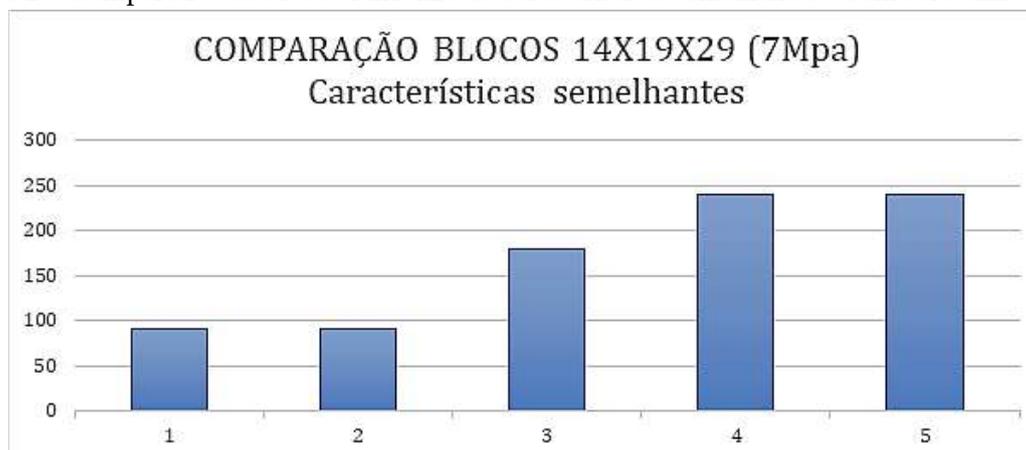
No gráfico 01 estão apresentados os resultados dos ensaios realizados em diversos tipos de sistema, com elementos/blocos cerâmicos e de concreto, com dimensões de 14x19x29cm, de 7MPa de resistência. Desta forma, estes dados obtidos através de ensaios laboratoriais, estão expressos no gráfico de forma crescente, do pior para o melhor desempenho. Portanto, ficou constatado que a amostra 14, da empresa A e as amostras 15 e 16 da empresa B, se sobressaíram em relação aos demais protótipos.

Da gama de resultados, algumas amostras da empresa A, B e C, tiveram resultado extremamente baixo para os sistemas aplicados ao ensaio, devido ao sistema que compôs a prova de teste.

Comparativo blocos 14x19x29 com características semelhantes

Tabela 3 - Dados dos ensaios blocos 14x19x29 7MPa – Características semelhantes

BLOCOS 14x19x29 (7MPa) - Características semelhantes			
Nº	FABRICANTE	MODELO	TEMPO (min)
1	Empresa "C"	C - 14x19x29 (Chapisco + Revest. 2,0 cm Dois lados)	90
2	Empresa "A"	A - 14x19x29 (Sem revest.)	90
3	Empresa "D"	D - 14x19x29 (Chapisco + Revest. 1,5 cm Dois lados)	180
4	Empresa "A"	A - 14x19x29 (Revest. 1,5cm dois lados)	240
5	Empresa "B"	B - 14x19x29 (Chapisco + Revest. 2,0cm e 2,0cm)	240

Gráfico 2 – Comparativo de blocos 14x19x29 de características semelhantes – Sem acréscimo de carga

Com a intenção de compreender melhor os ensaios demonstrados no gráfico 01, de forma mais sintetizada foram relacionados os experimentos de 4 amostras no gráfico 02, onde podemos identificar características semelhantes de espessura e tipo de revestimento, assim como, dimensões e resistência do bloco ensaiado. Sendo assim, novamente em ordem crescente, da esquerda para a direita, temos os desempenhos no quesito tempo (min) das amostras das empresas A, B, C e D, que se trata de blocos cerâmico e concreto.

A amostra 1, comprova um mal desempenho para o sistema testado, ou seja, com a utilização de chapisco e revestimento de 20mm em ambos os lados, acaba sendo muito inferior a outros tipos de procedimentos apresentados no gráfico 01. Já quando comparamos com a amostra de número 2, percebemos a magnitude da ineficiência de tal sistema, haja vista que um bloco de mesmas características (Amostra 2), porém, sem qualquer revestimento, demonstrou um desempenho idêntico ao da amostra 1.

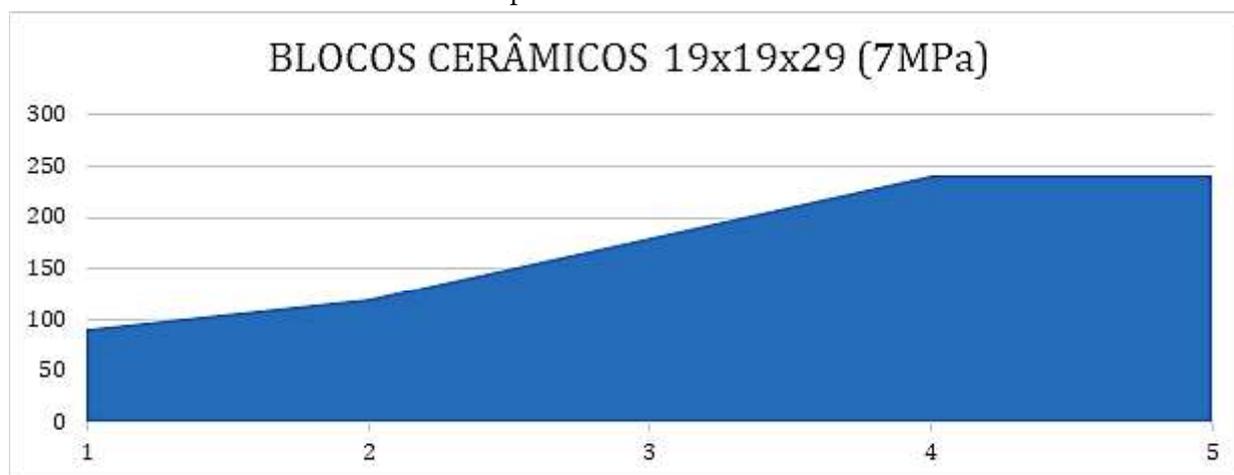
Analisando de forma minuciosa os dados obtidos no gráfico, especificamente as amostras 3, 4 e 5, identificamos uma melhor qualidade do sistema quando aplicado, visto que, mesmo possuindo características de espessuras de revestimento inferiores as demais. Portanto, se pensarmos na aplicação em uma construção real, fora de um ambiente laboratorial, será possível obter uma performance idêntica com menos custos de materiais e não carregando demasiadamente a estrutura em seu todo.

Comparativo blocos 19x19x29 de (7MPa)

Tabela 4 – Dados dos ensaios blocos 19x19x29 7MPa

BLOCOS 19x19x29 (7MPa)			
Nº	FABRICANTE	MODELO	TEMPO (min)
1	Empresa C	C - 19x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm + 1,0cm de gesso)	90
2	Empresa C	C - 19x19x29- CERÂMICO - (Revest. 2,0cm um lado + 1,0cm de gesso)	120
3	Empresa A	A - 19x19x29 - CERÂMICO - (Revest. 2,0cm + 1,0cm textura Um lado)	180
4	Empresa A	A - 19x19x29 - CERÂMICO - (Aplicação de carga + Revest. 1,5cm Dois lados)	240
5	Empresa B	B - 19x19x29 - CERÂMICO - (Chapisco + Revest. 2,0cm + 1,0cm)	240

Gráfico 3 – Comparativos de ensaios blocos 19x19x29



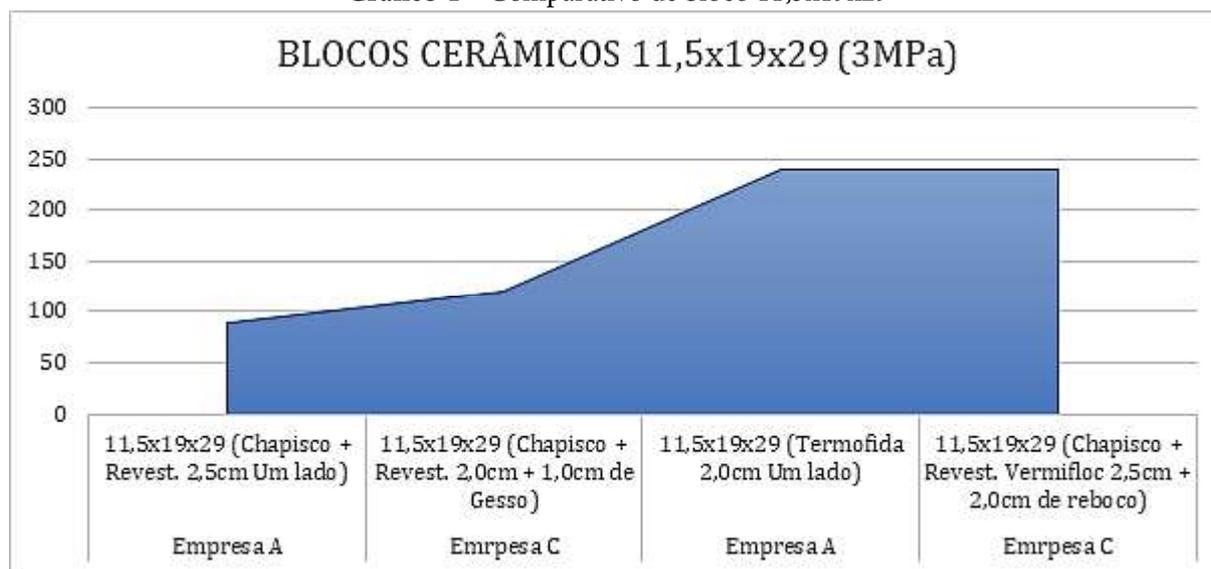
No gráfico 03 é possível elencar da esquerda para direita, os tipos de sistemas aplicados a blocos de dimensões de 19x19x29cm, de 7MPa de resistência, no qual se revelam características de espessura de revestimento que variam de 10mm a 20mm.

Dessa maneira, novamente a empresa A se destaca quando comparadas com as outras, mesmo possuindo espessuras de revestimentos inferiores as demais empresas.

Observando a amostra de número 4, certifica o melhor desempenho, a julgar pelo acréscimo de carga que foi aplicado à amostra durante o teste, unido com revestimento de 15 mm, contra substratos chapiscados e rebocados com 20 mm de revestimento da amostra de número 5.

Comparativo blocos 11,5x19x29 (3MPa)

Gráfico 4 – Comparativo de bloco 11,5x19x29



Através do gráfico 04, mostrando indicadores de desempenhos de amostras com blocos de vedação de 11,5x19x29cm, constatamos que as amostras das empresas A e C se destacam no quesito desempenho quando expostos a altas temperaturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como objetivo principal deste trabalho foram analisados os resultados dos ensaios realizados em amostras de blocos estruturais e não estruturais, bem como, com variações de dimensões usualmente comercializadas e utilizadas na indústria da construção civil brasileira, no quesito desempenho de sistemas quando expostos a altas temperaturas.

Quando analisamos os ensaios, vemos que algumas empresas se destacam em sua qualidade quando comparadas com outras existentes no mercado, mesmo com amostras de mesmas características.

Também é possível perceber que, mesmo determinadas empresas possuindo sistemas testados com características inferiores, como exemplo, não aplicação de chapisco e/ou possuindo espessura de revestimentos bem inferiores, se sobressaem na performance de resistência contra altas temperaturas.

Em interesse secundário, através do estudo desenvolvido durante este artigo de análise comparativa, se conclui a grande necessidade do estudo de dados, assim como, a busca por empresas com grande know-hall

de mercado de alvenarias de vedações, tanto portantes ou não. Desta forma, quando no início da concepção de qualquer projeto, temos a responsabilidade para com a lei e a boa prática, de prestar o melhor trabalho, buscando sistemas que realmente funcionam, visto que, como já apontado anteriormente, a NBR 15575 que estabelece um nível mínimo de desempenho de uma determinada edificação, está cada vez mais difundida no Brasil, trazendo conceitos da indústria da construção civil do exterior, especificamente de países mais desenvolvidos em suas obras de construção civil. Isto posto, é de extrema necessidade que engenheiros civis e arquitetos, se atentem às necessidades construtivas para que suas obras possuam o melhor desempenho durante toda sua vida útil.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10636 Paredes divisórias sem função estrutural** – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1989

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628 Componentes construtivos estruturais** – Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1 Componentes cerâmicos** – Blocos e tijolos para alvenaria. Rio de Janeiro, 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2 Componentes cerâmicos** – Blocos e tijolos para alvenaria. Rio de Janeiro, 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1 Alvenaria estrutural** – Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2 Alvenaria estrutural** – Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136 Bloco vazados de concreto simples para alvenaria** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural (NEPAE). Ilha Solteira, 2006.53p. Apostila.

COSTA, A. O., 2010. Patologia nas edificações do PAR, construídos com alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte. **Dissertação de M. Sc.**, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, Santa Catarina.

FRANCO, L. S. O projeto das vedações verticais: Características e a importância para a racionalização do processo de produção. Ln.: **Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios: Vedações verticais**, São Paulo, 1998. Anais. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998

MOHAMAD, G. et al. **Desenvolvimento de uma nova concepção geométrica para blocos de concretos não modulares para alvenaria estrutural**. Ambiente construído, V.15, N.2, Porto Alegre, abr/jun 2015.

PAULUZZI, BLOCOS CERÂMICOS. Manual Técnico, 2015.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo, 1989. **Tese (Doutorado)** - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA, V. P. **Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio**. n. 0, p. 237, 2012.

TESTA, C. **The industrialization of building**. S.l., Van Nostrand, 1972

THOMAZ. **Código de Práticas nº01** – Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos – DrElcio Thomaz. São Paulo, 2018.

TRIGO, J.A.T. Tecnologias da construção de habitação. **Revista Técnica**, v.39, n.448, p.53, mar. 1978