



## AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE AVARIAS NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS CERÂMICOS COM FIM ESTRUTURAL

**MELO, Francisca Ires Vieira de (1); MAIA, Carlos Eduardo Marinho (2);  
BESSA, Carlos Vinicius Damaceno (3); PAIVA, Lourena Barbosa Cavalcante  
(4)**

(1) Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, [ires\\_vieira@hotmail.com](mailto:ires_vieira@hotmail.com)

(2) Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, [eduardommaia@gmail.com](mailto:eduardommaia@gmail.com)

(3) Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, [essasp@hotmail.com](mailto:essasp@hotmail.com)

(4) Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, [lourena\\_paiva@hotmail.com](mailto:lourena_paiva@hotmail.com)

### RESUMO

Sob a ótica da alvenaria estrutural, deve-se priorizar a execução de obras econômicas e seguras em relação aos sistemas construtivos tradicionais, com o intuito de produzir habitações num curto intervalo de tempo a preços baixos, atendendo aos requisitos de qualidade e durabilidade. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo, analisar o desempenho de blocos cerâmicos com fim estrutural, assim como verificar o processo de controle de qualidade dos mesmos, em um empreendimento habitacional localizado na cidade de Mossoró/RN. Foi dado ênfase aos blocos cerâmicos que apresentaram algum tipo de avaria ou dano, afim de verificar a perda da resistência oferecida pelos mesmos. Todo embasamento deu-se conforme a NBR15812-2 de 03/2010, observando as especificações para a execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. O método de pesquisa teve uma abordagem aplicada, quanto aos objetivos, se tratou de uma pesquisa exploratória e descritiva, com uma abordagem quali-quantitativa, os procedimentos técnicos adotados foram inerentes a um estudo de caso associado a uma pesquisa de campo. O trabalho se deu em seis etapas, compreendendo desde a definição do conceito de alvenaria estrutural até a obtenção das resistências à compressão de blocos cerâmicos, prismas cerâmicos ocos e prismas cerâmicos com graute, estabelecendo relações de resistências entre os materiais ensaiados. O resultado da pesquisa, aponta que houve perdas significativas das resistências oferecidas pelos blocos com avarias, o que mostra a grande relevância de um controle de qualidade eficiente, evitando assim problemas futuros, principalmente no aparecimento de patologias.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural, Controle de qualidade, Ensaio mecânico, Resistência a compressão.

### ABSTRACT

*From the perspective of structural masonry, the execution of economical and safe works should be prioritized over traditional building systems, with the aim of producing housing in a short time at low prices, meeting the quality and durability requirements. Thus, this research aims to analyze the performance of ceramic blocks with structural purpose, as well as verify the quality control process of them, in a housing development located in the city of Mossoró / RN. Emphasis was placed on the ceramic blocks that presented some type of imperfection or damage, in order to verify the loss of resistance offered by them. All basement was in accordance with NBR15812-2 of 03/2010, observing the specifications for the execution and control of works in structural masonry of ceramic blocks. The research method had an applied approach, as the objectives, it was an exploratory and descriptive research, with a qualitative and quantitative approach, the technical procedures adopted were inherent to a case study associated with a field research. The work was carried out in six stages, ranging from the definition of the concept of structural*

*masonry to obtaining the compressive strengths of ceramic blocks, hollow ceramic prisms and grout ceramic prisms, establishing resistance relationships between the tested materials. The result of the research indicates that there were significant losses of the resistances offered by the faulty blocks, which shows the great relevance of an efficient quality control, thus avoiding future problems, especially in the appearance of pathologies.*

**Keywords:** *Structural Masonry, Quality Control, Mechanical Testing, Compressive Strength.*

## 1 INTRODUÇÃO

O campo da construção civil engloba diversos níveis de atividades, gerando grande preocupação com fatores como o grande consumo de materiais, tal como a geração de resíduos sólidos. Neste âmbito, surgem as iniciativas de inserção de técnicas construtivas que minimizem tais fatores, buscando associar segurança e economia.

Segundo Marco (2016), a técnica construtiva do tipo alvenaria estrutural tem se mostrado como uma boa opção para construtoras e profissionais que desejam trabalhar com um método eficaz, eficiente, rápido e econômico, dispensando a utilização de elementos estruturais como vigas e pilares. A ausência de uma estrutura de concreto armado, associada a adoção de uma vedação com blocos modulares de maior resistência, faz com que a alvenaria estrutural proporcione uma obra racional, ou seja, mais rápida, gerando menos entulhos e mais economia.

No entanto é fundamental que seja adotado um rigoroso processo de qualidade na aquisição dos materiais utilizados, exigindo um controle padronizado durante todas as etapas da obra, a fim de se obter o desempenho desejado conforme o projeto da edificação. A falta de observação de normas durante a execução e controle de obras em alvenaria estrutural levam ao surgimento de patologias e custos de reparos oriundos de falhas de execução da estrutura, fato que implica a não racionalização da obra (MACHADO, 2015).

São diversos os pontos e critérios que devem ser levados em consideração, pode-se citar como um dos mais relevantes é a exigência e acompanhamento do controle de qualidade, o emprego de materiais de qualidade e a utilização de ferramentas adequadas. Com essas ações colocadas em prática, tanto na etapa de projeto como na etapa de execução, é possível ampliar a qualidade dos empreendimentos habitacionais.

Perante esse contexto, despertou-se um interesse peculiar no estudo acerca do tema alvenaria estrutural, pelo fato de tratar-se de um conteúdo bastante atual, e também por exigir maiores contribuições tanto para o mercado da construção civil quanto para o universo acadêmico.

Diante do exposto, o presente estudo tem o objetivo de analisar o desempenho de blocos cerâmicos com fim estrutural, assim como verificar o processo de controle de qualidade dos mesmos, em um

empreendimento habitacional localizado na cidade de Mossoró/RN. Visto a significativa preocupação com relação a forma que esse controle de qualidade é realizado no canteiro de obra, bem como ainda verificar o desempenho dos blocos descartados nessa etapa, sendo todos esses fatores responsáveis para se obter um controle de qualidade eficaz, garantindo economia e segurança da obra.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Alvenaria estrutural**

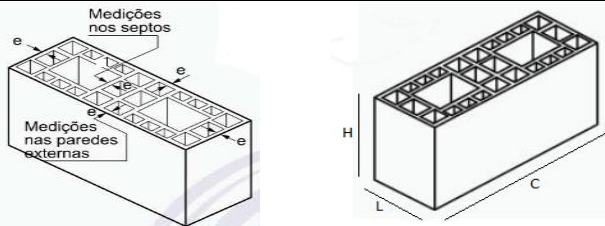
Define-se como alvenaria, um componente constituído por blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, originando um conjunto rígido e coeso. São algumas de suas funções, promover a vedação de ambientes, oferecer conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo e durabilidade. Nos casos em que a alvenaria exerce ainda a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços submetidos à edificação, trata-se de uma alvenaria do tipo estrutural (PARSEKIAN & SOARES, 2010).

### **2.2 Blocos cerâmicos estruturais**

Pode-se definir como bloco a unidade básica que forma a alvenaria. Os blocos representam cerca de 80% a 95% do volume da alvenaria, determinando com isso a maior parte das características das paredes, tais como, resistência à compressão, estabilidade e precisão dimensional, resistência ao fogo e à penetração de chuvas, isolamento térmico e acústico, além da estética. Junto com a argamassa, os blocos também contribuem para a resistência aos esforços solicitantes de cisalhamento e tração. Logo, pode-se concluir que tratam-se de unidades fundamentais da alvenaria (PARSEKIAN & SOARES, 2010).

O quadro 1, mostra os requisitos estabelecidos pela ABNT.

**Quadro 1 - Bloco para alvenaria racionalizada em parede vazada com vazados verticais**

Classe	Fbk mínimo MPa	Absorção d'água %	Geometria	
				
			Espessura mínima das paredes do bloco (mm)	
		Externa	Interna	
EST40	4,0	8 a 21	7	6
EST60	6,0		8	7
EST80	8,0			
EST100	10,0			
EST120	12,0			
EST140	14,0			

**Fonte:** Adaptado da NBR 15270-1 (2017)

É necessário um controle rigoroso das dimensões dos blocos cerâmicos estruturais, uma maior uniformidade no tamanho dos blocos acarreta em uma melhor qualidade, e conseqüentemente menor trabalho de assentamento por parte da equipe de pedreiros e serventes, contribuindo também para a utilização eficiente do sistema de construção modular (ANTUNES, 2011).

### 2.3 Graute

É um concreto com agregados de pequena dimensão e relativamente fluido, eventualmente necessário para o preenchimento de vazios nos blocos. Possibilita para a alvenaria um aumento da capacidade de resistência a compressão, e ainda permite que as armaduras combatam as tensões de tração. O Conjunto bloco, graute e armadura deve trabalhar monoliticamente, semelhante ao que ocorre no concreto armado, logo é necessário que o graute envolva completamente as armaduras (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

### 2.4 Prisma

Prisma é o corpo de prova da alvenaria estrutural, obtido pela superposição de blocos, unidos por juntas de argamassa, podendo ser grauteado ou oco. Destina-se a realização do ensaio mecânico de compressão axial (NBR 15812-2, 2010). O estudo das resistências à compressão dos prismas, representa fidedignamente o comportamento da alvenaria, podendo verificar-se a interação entre argamassa, graute e bloco (SOARES, 2012).

### 3 METODOLOGIA

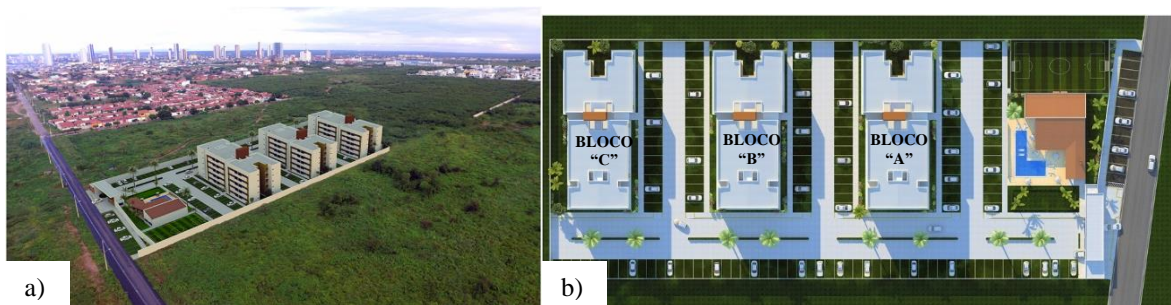
A pesquisa desenvolvida neste artigo, tem como finalidade, relacionar o desempenho mecânico de blocos cerâmicos com fim estrutural de lotes reprovados (existência de avarias ou defeitos) com lotes aprovados (sem existência de avarias ou defeitos). Assim como, analisar as suas possíveis influências na economia e segurança da obra, visto que muitas vezes estas avarias são responsáveis pelo aparecimento de patologias, como fissuras, trincas, e até mesmo aparecimento de umidade na alvenaria.

Os ensaios de resistência mecânica a compressão para os blocos aprovados foi certificado pelo Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, localizada na cidade de Natal/RN. E os ensaios de resistência mecânica a compressão para os blocos reprovados foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, localizada na cidade de Mossoró/RN.

#### 3.1 Caracterização da obra

O empreendimento analisado durante o desenvolvimento da presente pesquisa, teve início em agosto de 2018 e tem previsão de conclusão para o ano de 2023, fica instalado em um terreno com área total de 9.565,50 m<sup>2</sup>, o mesmo é composto por 3 blocos de edificações, cada bloco possui 5 pavimentos contando com a parte térrea, compondo um total de 50 apartamentos por bloco. Cada apartamento tem 53 m<sup>2</sup> de área construída. As figuras 1 a) e b), dão uma visão geral do empreendimento, trata-se de perspectivas após o termino da obra.

**Figura 1 - a) Visão geral do empreendimento. b) Vista superior dos blocos**



FONTE: Imagens cedidas pela construtora (2019)

#### 3.2 Etapas da pesquisa

Realizou-se visitas in loco ao canteiro de obras localizado na cidade de Mossoró/RN, as figuras 2 a), b), c) e d), ilustram diferentes vistas do canteiro de obras.

**Figura 2 a) Vista lateral. b) Vista frontal. c) Vista lateral. d) Vista superior**



**FONTE:** Autoria própria (2019)

Efetuuou-se a seleção de quinze blocos cerâmicos 14x19x29, do lote dos blocos reprovados, ver figura 3 a), b), c) e d), para montagem dos nove corpos de prova, utilizando uma argamassa de assentamento com o traço, (cimento:cal:areia) 1:1:6.

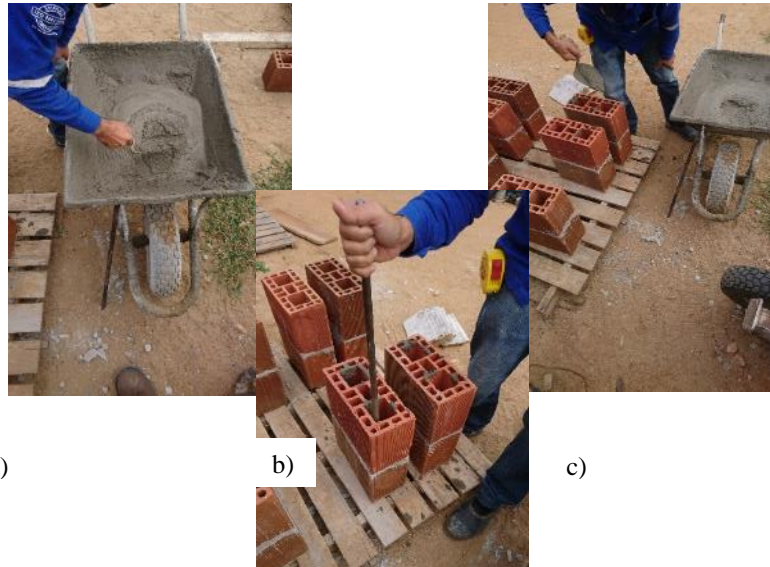
**Figura 3 - a) Blocos cerâmicos 14x19x29. b) Colocação da argamassa. c) Montagem de prisma. d) Lote reprovado**



**FONTE:** Autoria própria (2019)

Seguidamente preparou-se a amostragem de três prismas grauteados, utilizando um graute com o traço (cimento:areia:pedrisco) 1:3:3, ver figura 4 a), b) e c). Em seguida, realizou-se o capeamento das demais faces dos corpos de prova, e realizado o transporte até o Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, campus Mossoró/RN.

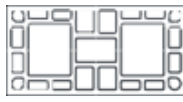
**Figura 4 - a) Graute. b) Grautamento de prismas. c) Golpes.**



**FONTE:** Autoria própria (2019)

Ao total realizaram-se os ensaios mecânicos de nove corpos de prova, conforme indicado no quadro 2. Os prismas foram moldados e ensaiados conforme a NBR 15812-2.

**Quadro 2 - Corpos de prova**

Amostra	Nº de corpos de prova	Traço da argamassa	Traço do Graute	Geometria e resistência do bloco
Blocos cerâmicos	3	1:1:6	-	 EST60
Prismas cerâmicos de dois blocos	3	1:1:6	-	
Prismas cerâmicos de dois blocos	3	1:1:6	1:3:3	

**FONTE:** Autoria própria (2019)

Os ensaios de resistência mecânica foram realizados com prensa hidráulica, com capacidade de carregamento na ordem de 2000 kN, marca EMIC, modelo PC 150C. Ver figuras 5 a), b) e c).

**Figura 5 - a) Prensa hidráulica. b) Mostrador digital. c) Prisma cerâmico.**



**FONTE:** Autoria própria (2019)

Ao final, foi obtido um tempo de cura de 14 dias, desde a confecção dos corpos de provas, até a data da realização dos ensaios. Vale ressaltar que a NBR15812-2, não deixa estipulado um tempo de cura mínimo do ensaio.

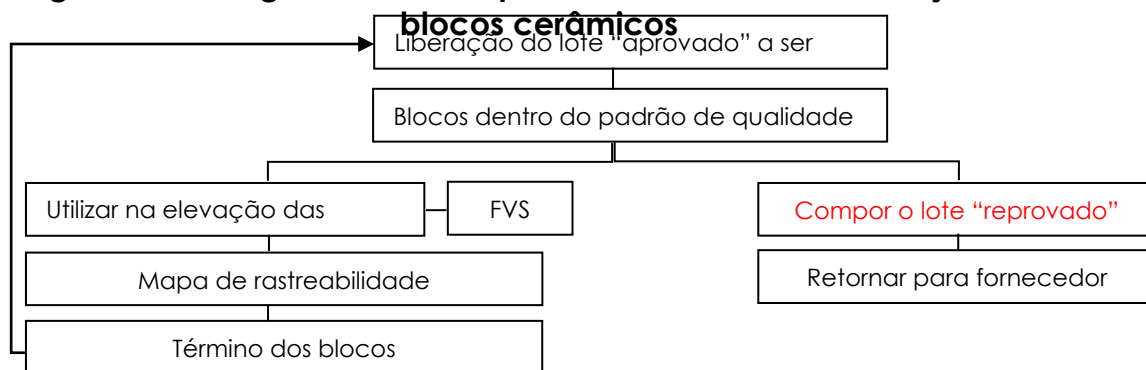
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento da presente pesquisa utilizou como base os pressupostos dispostos na NBR15812-2, de maneira sucinta, pode-se dizer que a construtora adota um rigoroso controle de qualidade, envolvendo um processo de cooperação contínua, que se inicia com o recebimento dos blocos cerâmicos e conferência das notas fiscais, esse serviço é realizado pelo técnico de edificações e pelo almoxarife, que autorizam ou não o recebimento.

Os blocos são armazenados em lotes específicos de no máximo 20.000 unidades, todos eles são postos sobre um lastro de brita calcária, afim de se evitar a contaminação direta ou indireta por ação da capilaridade da água presente no solo. Em seguida, são colocadas placas de identificação contendo o número da nota fiscal, número do lote e data de recebimento para em seguida se libera a utilização dos mesmos. Toda a equipe é instruída a utilizar apenas aqueles blocos isentos de trincas, rachaduras, deformações geométricas ou qualquer outro tipo de imperfeição, ou seja, “blocos aprovados”, garantido assim uma padronização dos mesmos.

Todo e qualquer bloco que apresente avarias, deve ser separado, passando a compor o lote dos “reprovados”, que posteriormente serão devidamente substituídos pelo fornecedor. Em etapa posterior a elevação das alvenarias, são elaboradas fichas de verificação de serviço – FVS, afim de se manter o registro dos parâmetros observados, proporcionando o controle de qualidade da obra. A Figura 6 indica a sequência executiva de utilização dos blocos cerâmicos, iniciando com a liberação do lote a ser utilizado e finalizando com o seu emprego na elevação das alvenarias.

**Figura 6 - Fluxograma com sequência executiva de utilização dos**



**FONTE:** Autoria própria (2019)



#### 4.1 Análise dos primas utilizados na obra

O controle da resistência dos materiais e das alvenarias, à compressão axial, é realizado atualmente em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, que por meio do Núcleo Tecnológico Industrial e do Laboratório de Materiais de Construção, realiza os ensaios mecânicos e emite os respectivos certificados, com todos os resultados expressos em MPa. Os certificados de resistência à compressão, nº 250, 251 e 252, foram realizados nos blocos cerâmicos utilizados na elevação das alvenarias do 1º e 2º pavimento do bloco “A”. Os relatórios foram emitidos em junho de 2019. Os resultados observados estão expressos no quadro 3.

**Quadro 3 - Resultados**

Amostra	Nº de corpos de prova	Resistência Média (MPa)	Desvio padrão (MPa)	Coefficiente de variação (%)	Fbk de projeto (MPa)
Blocos cerâmicos	13	14,16	3,32	23,42	6,0
Prismas cerâmicos ocos	13	5,42	1,12	20,64	3,3
Prismas cerâmicos grauteados	13	6,82	1,22	17,85	3,3

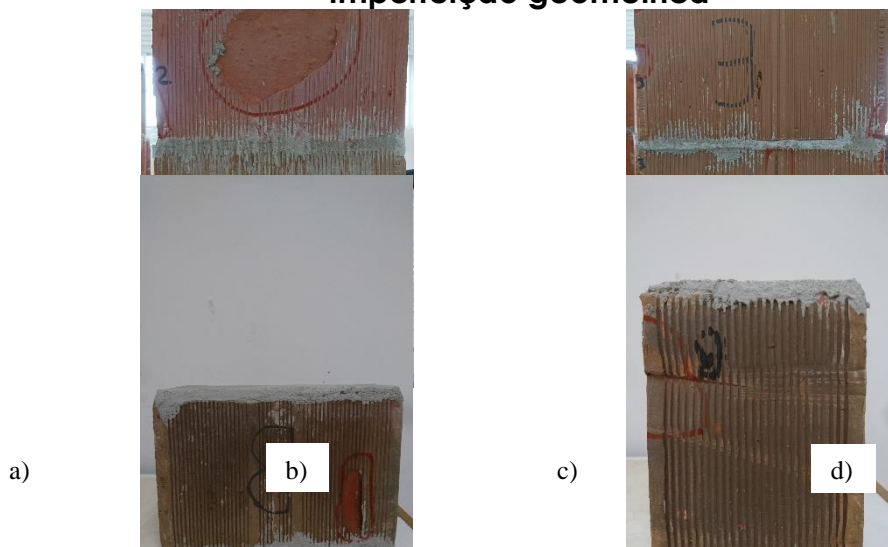
**FONTE:** Elaborado a partir de certificados de resistência a compressão (2019)

Por meio dos valores verificados nos certificados, todos os corpos de prova foram considerados aprovados, em virtude das resistências médias superarem as resistências de projeto. Confirmando com isso, a qualidade e segurança das alvenarias construídas.

#### 4.2 Análise dos primas com imperfeições

Todos os blocos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, apresentavam pelo menos algum tipo de defeito, variando desde trincas, fissuras, imperfeição geométrica, coloração atípica, desagregação do material cerâmico, falta de planesa, entre outros. Ver figuras 7 a), b), c) e d).

**Figura 7 - a) Desagregação. b) Trincas. c) Desagregação. d) Imperfeição geométrica**



**FONTE:** Autoria própria (2019)

Apenas os prismas cerâmicos preenchidos com graute, apresentaram resistência média superior a resistência de projeto. Os prismas ocos e os blocos, apresentaram resistências médias inferiores as resistências de projeto. Confirmando com isso, o risco de utilização desses materiais na elevação das alvenarias. Os resultados obtidos com a realização dos ensaios, estão expressos no quadro 4.

**Quadro 4 - Resultados das amostras ensaiadas no laboratório da UFERSA**

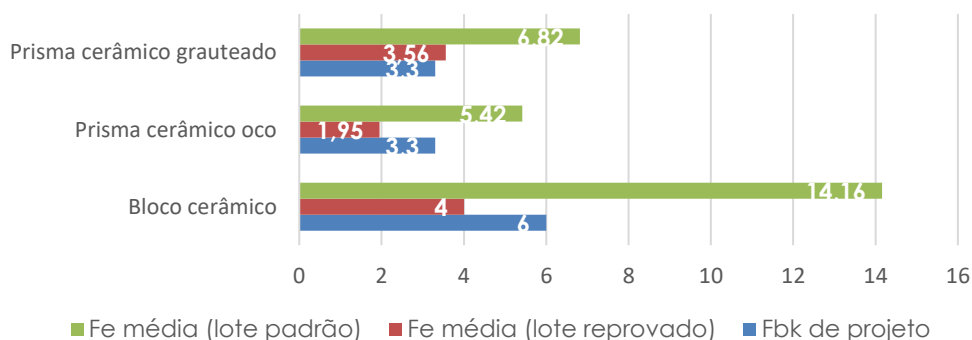
Amostra	Nº de corpos de prova	Resistência Média (MPa)	Desvio padrão (MPa)	Coefficiente de variação (%)	Fbk de projeto (MPa)
Blocos cerâmicos	3	4	0,7	17,60	6,0
Prismas cerâmicos ocos	3	1,95	0,2	10,10	3,3
Prismas cerâmicos grauteados	3	3,56	1,22	34,26	3,3

FONTE: Autoria própria (2019).

#### 4.3 Comparativo entre os blocos aprovados e os reprovados no controle de qualidade

De acordo com os resultados obtidos, houveram diferenças significativas quanto aos valores das resistências médias à compressão. A Figura 8, compara os valores das resistências médias (Fe média) e resistências de projeto (Fbk), entre os corpos de prova.

**Figura 8. Resumo da resistência à compressão dos componentes ensaiados (MPa)**

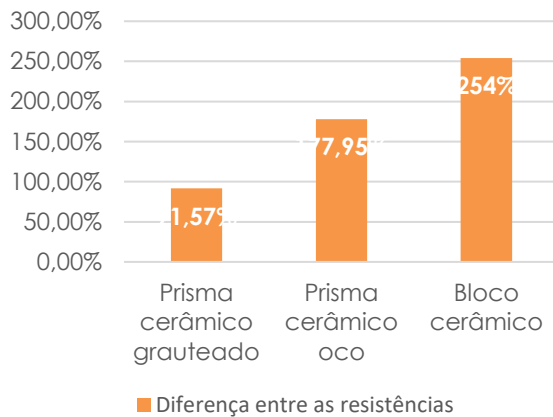


FONTE: Autoria própria (2019)

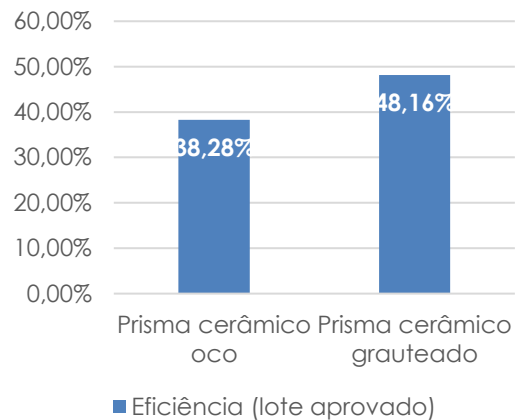
Conforme esperado, as resistências dos corpos de prova do lote aprovado, superaram as resistências dos corpos de prova do lote reprovado. O fator que mais contribuiu para obtenção de uma maior resistência nos prismas do lote aprovado, foi o fato de inexistir defeitos ou avarias nos mesmos. A Figura 9, aponta em termos percentuais, o quão maior foi a superioridade observada. E a Figura 10, expressa o fator de eficiência dos prismas do lote aprovado, em relação aos blocos cerâmicos.



**Figura 9. Superioridade das resistências dos corpos de prova do lote aprovado**



**Figura 10. Fator de eficiência dos prismas.**



**FONTE:** Autoria própria (2019).

É possível correlacionar as resistências médias dos prismas com as resistências médias dos blocos, por meio do cálculo do fator de eficiência, dividindo-se o valor da resistência à compressão do prisma, pela resistência do bloco. É fundamental a análise desse parâmetro, para compreensão da influência da argamassa, na resistência dos prismas. Blocos com maior resistência tendem a aumentar a capacidade de tensão da alvenaria à compressão. Entretanto, esse aumento nas alvenarias não é linearmente proporcional ao dos blocos. É importante perceber que o fator de eficiência, é uma medida que relaciona diretamente a resistência dos prismas, com as resistências dos blocos, logo, quanto maior a resistência do bloco menor o fator de eficiência (SANTOS, 2008).

## 5 CONCLUSÕES

Por meio da análise e realização dos ensaios mecânicos, para os corpos de prova do lote aprovado, os resultados mostram que os blocos cerâmicos, os prismas cerâmicos ocos e os prismas cerâmicos grauteados apresentaram valores que superam as resistências de projeto.

Já para os corpos de prova do lote reprovado, os resultados mostram que apenas os prismas cerâmicos grauteados apresentaram valores que superam as resistências de projeto. Quando comparados com as resistências de projeto, os valores observados apontam que os blocos cerâmicos apresentaram uma perda de 33,33% na resistência, e os prismas cerâmicos ocos de 40,91%, ou seja, houve uma perda significativa de resistência, devido aos defeitos existentes nos blocos.

Em termos percentuais, os valores das resistências dos corpos de prova do lote aprovado, superam as resistências dos corpos de prova do lote

reprovado em, 91,57%, 177,95% e 254%, respectivamente (prisma cerâmico grauteado, prisma cerâmico oco, bloco cerâmico).

Fica evidenciado, a necessidade do acompanhamento constante no controle da qualidade dos blocos. Visto que, algumas avarias chegam a ser imperceptíveis, pois deveras, na maioria das vezes trata-se de pequenas imperfeições, contudo o seu caráter defeituoso pode implicar em sérias consequências quanto a resistência mecânica a compressão axial da alvenaria. Esse estudo, permitiu de forma prática, o acompanhamento da implementação da política de qualidade da empresa, que padroniza todos os serviços executados, garantindo com isso economia, segurança e qualidade para o empreendimento.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. . **NBR 15812-2**: Alvenaria estrutural - blocos cerâmicos - parte 2: execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria - parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.
- ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. 263 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- MARCO, Carlos Eduardo Giacomini de. **Resistência à compressão de prismas preenchidos com argamassa / graute**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- MACHADO, Diego Willian Nascimento. **Alvenaria estrutural: construindo conhecimento**. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010. 328p. ISBN: 9788586872488.
- RAMALHO, Marcio A; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 174p. ISBN: 8572661476.
- SOARES, Márcia Maria Melo. **Especificação, execução e controle de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos de acordo com a NBR 15812**. 2011.187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- SANTOS, M. J. F dos. **Análise da resistência de prismas e pequenas paredes de alvenaria estrutural cerâmica para diferentes tipos de argamassas**. 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Programa de

Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria,  
Santa Maria, 2008.