

# Análise experimental da resistência mecânica de argamassas convencional, industrializada e polimérica aplicadas em tijolos solo-cimento

*Experimental analysis of the mechanical strength of conventional, industrialized and polymeric mortars applied in soil-cement bricks*

Caroline Nobre Santos<sup>1</sup>  
Gabriel de Carvalho Raimundo<sup>1</sup>  
Humberto Luis Cunha Sousa<sup>1</sup>  
Ágatha Stela de Morais<sup>2</sup>  
André Luís Gamino<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve como proposta a análise comparativa por meio de ensaios laboratoriais das propriedades mecânicas (resistência à compressão, compressão diametral, compressão e tração média, e testes de absorção de água) das argamassas convencional, industrializada e polimérica separadamente e aplicadas no tijolo solo-cimento. A principal proposta foi analisar o comportamento mecânico da argamassa polimérica e industrializada frente à argamassa convencional, utilizando corpos de provas cilíndricos e realizando os ensaios acima citados para perceber os parâmetros técnicos. Foram confeccionados 20 corpos de prova de ambas argamassas, utilizando tempo de cura de 24 horas. Tais corpos de prova permaneceram 28 dias submersos na água; transcorrido tal prazo, eles foram retirados da água e submetidos ao teste de compressão diametral. Para o teste de absorção por imersão, foram feitos três corpos de provas cilíndricos e após a cura, foram obtidas suas respectivas massas e posteriormente foram levados a uma estufa com temperatura até 105° C, mantidos por 72 horas, foram retirados e deixados resfriar em temperatura ambiente e novamente determinada a massa; os mesmos três corpos permaneceram na água por 72 horas sendo retirados e determinadas suas massas. Após os procedimentos citados seguindo a NBR 9778 (2005), foram obtidos os resultados para cada teste realizado, onde provou-se que a norma não se aplica a argamassa polimérica, sendo insuficiente para realizar os testes que foram propostos; já para a argamassa convencional e industrializada, seus resultados ficaram entre os parâmetros da mesma, sendo aprovados pelas normas NBR 8492 (2012) e NBR 13279 (2005).

**Palavras-Chave:** argamassa convencional; argamassa polimérica; argamassa industrializada; resistência à compressão; resistência à tração média; absorção de água.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>2</sup> Docentes do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

**ABSTRACT**

The present work had as proposal a comparative analysis through laboratory tests of the mechanical properties (compressive strength, diametral compression, compression and average tensile strength, and water absorption tests) of conventional, industrialized and polymeric mortars separately and applied to the soil-cement brick. The main proposal was to analyze the mechanical behavior of polymeric and industrialized mortar compared to conventional mortar, using cylindrical specimens and performing the above tests to understand the technical parameters. Twenty specimens of both mortars were made, the cure time in the form was 24 hours and then 28 days submerged in water; after this period, they were removed from the water and submitted to the diametral compression test. For the immersion absorption test, three cylindrical specimens were also made and after curing they obtained their respective masses and were later taken to a greenhouse with temperature up to 105° C, kept for 72 hours, removed and allowed to cool at room temperature. and again determined the mass; the same three bodies remained in the water for 72 hours and were removed and their masses determined. After the procedures mentioned following NBR 9778 (2005), the results were obtained for each test performed, which proved that the standard does not apply to polymeric mortar, being insufficient to perform the tests that were proposed; For conventional and industrialized mortar, its results were within its parameters, being approved by cades NBR 8492 (2012) and NBR 13279 (2005).

**Keywords:** conventional mortar; polymeric mortar; industrialized mortar; compressive strength; medium tensile strength; water absorption.

**Introdução**

Tem-se utilizado na engenharia civil em suas construções, argamassa cimentícia para assentamento de alvenaria, isso porque era o melhor material frente aos demais testados por conta da resistência mecânica, durabilidade e outros aspectos. Segundo Nakakura (2003) “Não existem estimativas do volume de argamassa consumido em nosso país. O assentamento de blocos, contra piso e revestimento externo representa 70% do volume de argamassa”.

A argamassa polimérica foi mostrada em uma revista Norte Americana em meados de 1981, porém, a sua formulação química já existia na década de 1970. No Brasil, a argamassa polimérica foi pouco difundida até março de 2011, quando uma argamassa polimérica chamada Massa DunDun foi lançada em umas das principais feiras do mercado de construção civil, FEICON (Feira Internacional da Construção), onde houve uma forte repercussão na mídia nacional (Araújo, 2015).

Ultimamente vem sendo desenvolvido um tipo de argamassa que tem ganhado espaço na construção civil, a argamassa polimérica, que segundo os manuais técnicos dos fabricantes Cola Bloco, é a massa que permite o assentamento sem excessos de massas e com camadas mais finas, de 2800 a 3000 tijolos por dia no levantamento de paredes internas e externas. A argamassa polimérica CB (Cola Bloco) é uma inovação que traz economia real de tempo, material, mão de obra e dinheiro, com economia próxima de 30%. As composições químicas das argamassas poliméricas de assentamento existentes no mercado variam, pois existem diferentes formulações, tipos, quantidades e qualidades de matérias primas empregadas na composição. Normalmente contêm resinas sintéticas, cargas minerais e diversos aditivos com espessantes e estabilizantes, resultando em diferentes desempenhos mecânicos e durabilidade. A argamassa polimérica de assentamento é livre da emissão de gases poluidores e reduz o uso de areia na construção civil, diminuindo o impacto ambiental nos leitos de rios (Silva et al, 2013).

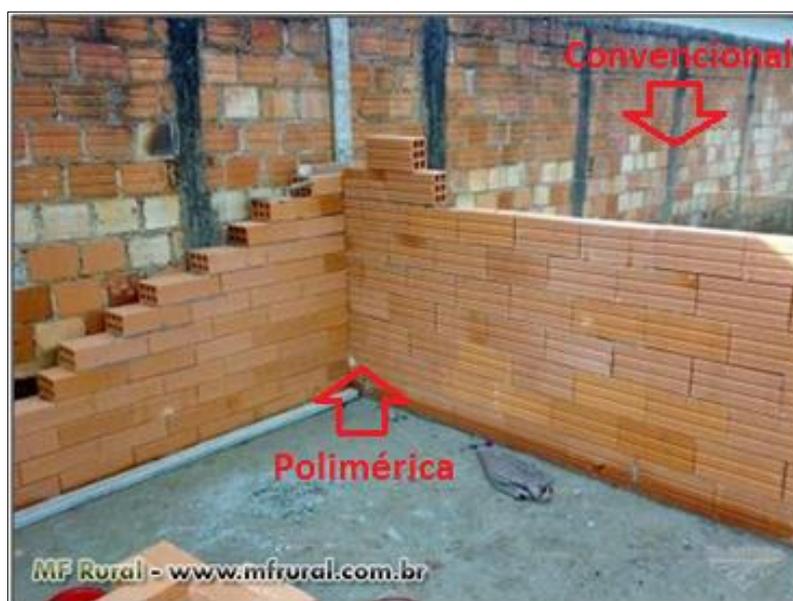
Segundo o relatório anual do Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC) de 2013, a fabricação de 1 kg de cimento emite mais de 600 gramas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. A nova tecnologia de material elimina a necessidade do uso da areia em sua composição, contribui para diminuir a retirada deste material dos leitos de rios, evitando os problemas ambientais associados a esta prática.

A argamassa sintética, argamassa polimérica ou composto polimérico para assentamento, refere-se a um grupo que servem de opção à argamassa convencional ou cimentícia, para aplicações na construção nas etapas de alvenaria e revestimento. A argamassa cimentícia, quando adicionados aditivos poliméricos para melhorar seu desempenho ou alterar algumas propriedades, também pode ser chamada usualmente de argamassa polimérica (Rocha, 1997).

A argamassa polimérica é usada no assentamento de tijolos cerâmicos ou blocos na execução em alvenarias de vedação ou estrutural, contendo avanços significativos quanto à facilidade nas tarefas diárias de uma obra (Rocha, 1997).

As argamassas são constituídas por materiais com propriedades de endurecimento e aderência, são obtidas através de uma mistura de água, aglomerante e agregado miúdo, e podem também ser adicionados alguns aditivos. A argamassa polimérica, segundo Silva (1991), é uma inovação e está sendo muito explorada no mercado, com os seus aditivos ela se torna um benefício para todos os setores da construção civil, como no assentamento em blocos de alvenarias e também em assentamento de pisos, azulejos e pastilhas durante o revestimento. Ainda, segundo Silva (1991), é um produto que torna a mão de obra muito mais produtiva, visando também a redução de custos, redução de patologias futuras e viabiliza principalmente a sustentabilidade.

Nas figuras abaixo pode-se observar a diferença na alvenaria de vedação construída com a argamassa polimérica em frente à outra alvenaria construída com argamassa convencional (figura 1). A figura 2 demonstra um exemplo de aplicação de argamassa cimentícia, a qual neste assentamento pode ser observado entre cada tijolo a argamassa espessa que pode dispor de um peso consideravelmente grande na obra final e maior gasto de material; na figura 3 há um exemplo de alvenaria assentada com argamassa polimérica, na qual pode ser constatado que não aparece a argamassa entre os tijolos, tornando a construção mais limpa e organizada.



**Figura 1** - Alvenaria de vedação construída com argamassa polimérica em frente à outra alvenaria construída com argamassa convencional. Fonte: MF Rural (2013).



**Figura 2** - Alvenaria construída com argamassa convencional.

Fonte: Kayro (2013).

Neste trabalho foram feitos ensaios referentes à resistência mecânica à compressão simples e a tração média e ensaios de absorção de água por imersão, tanto de tijolos solo-cimento quanto de cada tipo de argamassa.

Os testes foram feitos para comparar os três tipos de argamassa (polimérica, convencional e industrializada) o melhor resultado frente as normas vigentes para poder eleger o material adequado e satisfatório para a construção.

## **Materiais e métodos**

### *Materiais*

O presente trabalho dispôs de componentes para realização dos testes onde incluem: uma balança Pesadora Prix Toledo 9094 Plus standard com bateria e saída TTL, capacidade de pesagem 30kg; estufa com capacidade de 480 litros e controladores de temperatura em até 300° C; tanque de imersão; prensa da marca EMIC e modelo PCE100C com capacidade 100.000 kgf; tubo PVC com diâmetro de 50 mm; Cimento Nacional CP V-ARI MAX; areia seca em estufa; argamassa industrializada da marca CimentCola Quartzolit; argamassa polimérica da marca Biomassa, na qual dispõe dos requisitos de apresentação e informações condizentes com a NBR 16590-1(2017); blocos de solo-cimento vazados.

### *Balança Pesadora*

A balança (figura 3) pesou os agregados, aglomerantes e também a água, de forma a seguir o traço prescrito na NBR 7215 (2019).



**Figura 3** - Balança para pesagem dos insumos. Fonte: Autores.

### *Estufa*

A estufa (figura 4) tem a função de secar a areia e os corpos de prova, para retirar a água do material.



**Figura 4** – Estufa. Fonte: Autores.

### *Tanque de imersão*

O tanque utilizado (figura 5) serve para a cura dos corpos de prova.



**Figura 5** - Tanque de imersão. Fonte: Autores.

### *Prensa*

A prensa (figura 6) tem a função aplicar cargas nos moldes até o rompimento.



**Figura 6** - Prensa EMIC, modelo PCE 100 C. Fonte: Autores.

### *Tubo PVC*

Os tubos (figura 7) foram utilizados para confecção das formas dos corpos de prova.



**Figura 7** - Corpos de prova com caps. Fonte: Autores.

### *Método*

Foram moldados corpos de prova submetendo-os a ensaios de resistência à compressão e tração por compressão diametral.

Toda a superfície interna da forma de PVC foi untada com uma camada de óleo desmoldante; procedeu-se o enchimento dos moldes com as argamassas e dividindo-se em 3 camadas, cada camada recebeu 28 golpes de adensamento como pode ser observado na figura 8.



**Figura 8** - Adensamento da argamassa com 28 golpes por camada. Fonte: Autores.

Ao final da operação foi exercitada a retificação do topo dos corpos de prova. Inicialmente foram cobertos por plásticos, realizando a cura ao ar livre por 24 horas, após desforma foram colocados em tanques para realizar a cura úmida.

Finalizada a cura úmida, os corpos de prova foram colocados no centro do prato da prensa de ensaio e rompidos com velocidade de carregamento  $(0,25 \pm 0,05)$  MPa/s, figura 9.



**Figura 9** - Rompimento do corpo de prova. Fonte: Autores.

Para o ensaio de tração por compressão diametral, os cálculos necessários para determinar a resistência, foram feitos de acordo com a NBR 7222 (2011), e no ensaio de resistência à compressão simples, foi utilizado a NBR 5739 (2018).

O cálculo do desvio padrão e do coeficiente de variação foi usado o Anexo B da NBR 5739 (2018), no qual dá o valor em porcentagem.

Através do mesmo procedimento de confecção dos corpos de prova para o ensaio de compressão, foram feitos moldes para determinação da absorção de água, índice de vazios por imersão de acordo com a NBR 9778 (2005); o teste obteve os corpos de provas em estufa a temperaturas de  $(105 \pm 5)$  °C por um período de 72 horas, passado o período foi retirado e pesado para determinar a massa.

Seguindo o ensaio, foram imersos os corpos de prova em tanques de água a temperatura  $(23 \pm 2)$  °C e mantido por 72 horas, foram retirados para pesar a massa da amostra saturada, os cálculos necessários foram de acordo a NBR 9778 (2005).

Para o teste com os tijolos de solo-cimento a NBR 10836 (1994) pede para o teste, 10 tijolos inteiros, na qual 7 tijolos foram para ensaios de compressão simples e 3 tijolos para o ensaio de absorção de água.

Os corpos de prova foram serrados ao meio e unidos com as três argamassas de assentamento que estão sendo utilizadas neste projeto. Os tijolos apresentam encaixes na face superior e essas protuberâncias foram regularizadas com pasta de cimento.

Ao término do endurecimento do material os corpos de provas foram identificados e imersos em água por no mínimo 6 horas. Após o tempo de imersão, foram para a prensa a uma carga uniforme e a razão de 500 N/s (50 kgf/s), até o devido rompimento.

Após o ensaio de resistência, com os três blocos restantes, foi feito o ensaio de absorção de água, no qual foram secos em estufa com temperaturas entre, 105°C a 110°C no período de 24 horas; após serem tirados da estufa, foram para a balança a fim de determinar a massa do corpo de prova seco.

Logo após a obtenção das massas, as amostras foram imersas em tanques de água, na qual permaneceram por 24 horas. Passados o tempo determinado, foram enxugados superficialmente com um pano e pesados novamente, obteve-se assim a massa do corpo de prova saturado e calculado a porcentagem de absorção de acordo a NBR 10836 (1994).

## **Resultados e discussões**

### *Argamassa polimérica*

Em relação ao ensaio de resistência à compressão e absorção de água por imersão, os mesmos não se mostraram possíveis de serem executados, uma vez que não há conformidade com as normas NBR 7215 (2019) e NBR 9778 (2009), a respeito da consistência que os corpos de prova deveriam atingir ao final do período de 72 horas.

A NBR 16590 (2017) informa que a resistência máxima à compressão desta argamassa é alcançada em um período de aproximadamente três dias após seu assentamento, um intervalo de tempo relativamente curto comparado às demais argamassas, o que torna o material não condizente com os parâmetros normativos.

Os corpos de prova desta argamassa ficaram em seus respectivos moldes por três dias; após serem abertos apresentaram consistências não rígidas (figura 3), sendo assim foi impossível realizar os testes de compressão, tração e absorção de água.



**Figura 10** - Aspecto físicos dos corpos de prova moldados. Fonte: Autores.

O não endurecimento da argamassa polimérica em seus respectivos moldes já eram esperados, pois de acordo com Rocha (2012), os ensaios com a argamassa polimérica não apresentaram consistência endurecidas e impossibilitando a realização dos testes; além do não endurecimento da argamassa, a mesma apresentou reações com os moldes metálicos, causando dificuldade na desforma, pois, a massa aderiu ao metal e corroeu o molde, ocasionando a oxidação (figura 4). Conforme Rocha (2012), este tipo de argamassa provou-se inapropriada na utilização de vergas e contra vergas ou qualquer componente estrutural onde é necessário o uso de aço (armaduras) por conta das dimensões do elemento.



**Figura 11** - Corpo de prova de argamassa polimérica com sinais de oxidação. Fonte: Rocha (2012).

*Argamassa Cimentícia**Ensaio de Compressão Simples*

O preparo da argamassa convencional foi executado com o traço de acordo com a NBR 7215 (2019).

Para o teste de compressão simples foram ensaiados 5 corpos de prova com dimensões de 100 mm de altura e 50 mm de diâmetro de acordo a NBR 7215 (2019), a tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios.

**Tabela 1** - Ensaio de compressão.

CP	Carga suportada (kN)	Resistência a compressão (MPa)	Tempo de ensaio (s)
1	11,65	5,93	13
2	11,75	5,98	12
3	11,78	5,99	12
4	12,17	6,19	11
5	13,14	6,69	13

Fonte: Autores.

Para o cálculo do desvio padrão, foi utilizada a amplitude máxima entre as cargas em MPa (tabela 2) e o coeficiente ( $d_2 = 2,326$ ) para a quantidade de 5 corpos de prova, em acordo ao anexo B da NBR 5739 (2018).

**Tabela 2** - Desvio Padrão.

Nº do CP	Amplitude de valores de resistência (MPa)
1	5,93
5	6,69
Amplitude	$6,69 - 5,93 = 0,76$

Fonte: Autores.

Com a obtenção dos valores da tabela a cima, foi encontrado o desvio padrão do ensaio.

Para o cálculo do coeficiente de variação, NBR 5739 (2018) anexo B, tem-se os resultados dos cálculos na tabela 3.

**Tabela 3** - Coeficiente de variação e Avaliação do ensaio.

Nº do CP	$CV_e$	Avaliação do ensaio
1	1,09%	Excelente
2	1,08%	Excelente
3	1,08%	Excelente
4	1,05%	Excelente
5	0,97%	Excelente

Fonte: Autores.

No ensaio de resistência à compressão simples, obteve-se um valor médio de 6,156 MPa.

#### *Ensaio de Compressão Diametral*

Para o teste de compressão diametral ensaiados 5 corpos de prova de acordo a NBR 7215 (2019), os resultados obtidos deste ensaio foram postos na tabela 4.

**Tabela 42** - Ensaio de compressão diametral.

CP	Carga suportada (kN)	Resistência a compressão (MPa)	Tempo de ensaio (s)
1	19,67	2,50	0,13
2	20,17	2,57	0,003
3	20,48	2,61	0,2
4	21,14	2,69	1
5	22,41	2,85	0,1

Fonte: Autores.

Com isso foi analisado que, a argamassa convencional apresenta uma resistência melhor quando comprimida, pois a média chegou aos 6,156 MPa. No ensaio de tração a média mostrou-se inferior, com um valor de 2,644 MPa.

#### *Argamassa Industrializada*

##### *Ensaio de Compressão Simples*

Este ensaio de determinação da resistência à compressão simples seguiu o método de ensaio da NBR 7215 (2019).

Para o ensaio de resistência à compressão axial, os cálculos foram feitos de

acordo com a NBR 5739 (2018). A tabela 5 mostra os valores dos resultados calculados.

**Tabela 5** – Valores calculados do ensaio de compressão simples.

Nº do CP	Resistência à compressão (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Tempo de ensaio (s)
1	6,42	3,27	14
2	6,84	3,49	15
3	6,50	3,32	15
4	6,21	3,17	14
5	7,61	3,88	14

Fonte: Autores.

Para o cálculo do desvio padrão foi usado o anexo B da NBR 5739 (2018), na tabela 6, tem-se a amplitude entre o maior e menor valor.

**Tabela 6** – Amplitude calculada.

Nº do CP	Valores de resistência (MPa)
5	3,88
4	3,17
Amplitude	3,88 - 3,17 = 0,71

Fonte: Autores.

Para a quantidade de 5 corpos de prova, tem-se o coeficiente  $d_2 = 2,326$  da NBR 5739 (2018).

Para o cálculo do coeficiente de variação, NBR 5739 (2018) anexo B, foi calculado a variação em porcentagem, mostra na tabela 7 abaixo.

**Tabela 7** – Resultados do coeficiente de variação.

Nº do CP	Coeficiente de variação	Avaliação do ensaio
1	$CV_e = \frac{0,061}{3,27} \times 100\% = 1,86\%$	Excelente
2	$CV_e = \frac{0,061}{3,49} \times 100\% = 1,75\%$	Excelente
3	$CV_e = \frac{0,061}{3,32} \times 100\% = 1,84\%$	Excelente

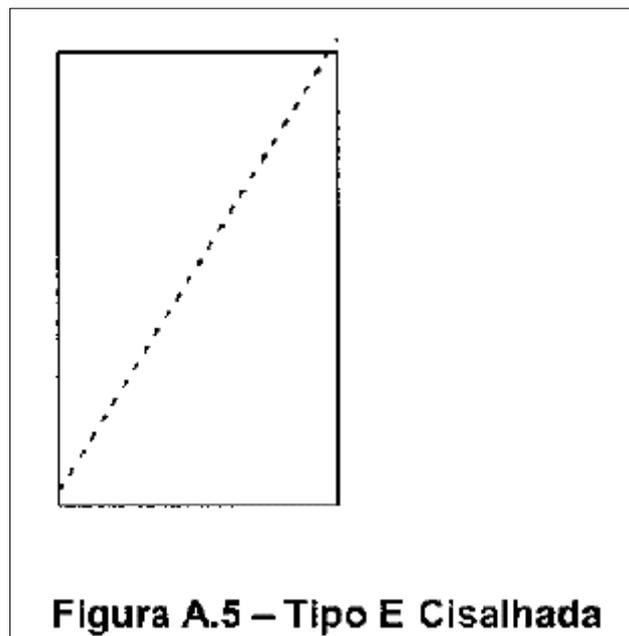
4	$CV_e = \frac{0,061}{3,17} \times 100\% = 1,92\%$	Excelente
5	$CV_e = \frac{0,061}{3,88} \times 100\% = 1,57\%$	Excelente

Fonte: Autores.

Frente à qualidade do ensaio, foi analisado de acordo com a tabela 13, da NBR 5739 (2018), que todos os corpos de provas estão com o coeficiente de variação menor que 3%, ou seja, no Nível 1 (Excelente).

Para os ensaios de compressão simples as duas argamassas tiveram o mesmo padrão de ruptura (figura 5), seguindo o anexo A da NBR 5739 (2018), as rupturas classificam-se como tipo E – cisalhada (figura 6).

Este tipo de ruptura ocorre em planos inclinados em relação à direção da força cortante que o gera, os testes realizados resultaram nestes efeitos e pode ser considerado normal e aceitável.



**Figura 12** - Ruptura dos corpos de prova. Fonte: anexo A da NBR 5739 (2018).



**Figura 13** - Ruptura dos corpos de prova. Fonte: Autores.

#### *Ensaio de Compressão Diametral*

Foram confeccionados 5 corpos de prova com o mesmo traço e características dos exemplares do ensaio de compressão simples.

Ao serem colocados na prensa, foram obtidas as cargas suportadas por cada corpo de prova em kN, e com os cálculos prescritos na NBR 7222 (2011), foi determinada a tensão de ruptura conforme tabela 8.

**Tabela 8** – Valores calculados do ensaio de compressão diametral.

CP	Resistência à compressão (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Tempo de ensaio (s)
1	4,91	0,312	8
2	5,00	0,318	5
3	4,89	0,311	7
4	4,96	0,315	7
5	4,99	0,317	9

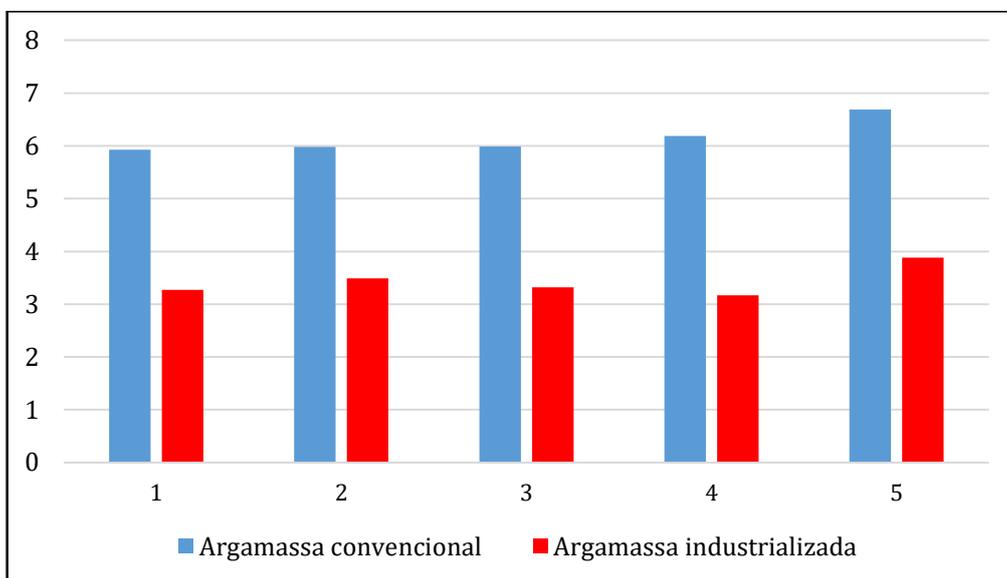
Fonte: Autores.

Com os valores finais obtidos, pode-se perceber que as argamassas de assentamento apresentaram uma baixa resistência à tração (0,318 MPa).

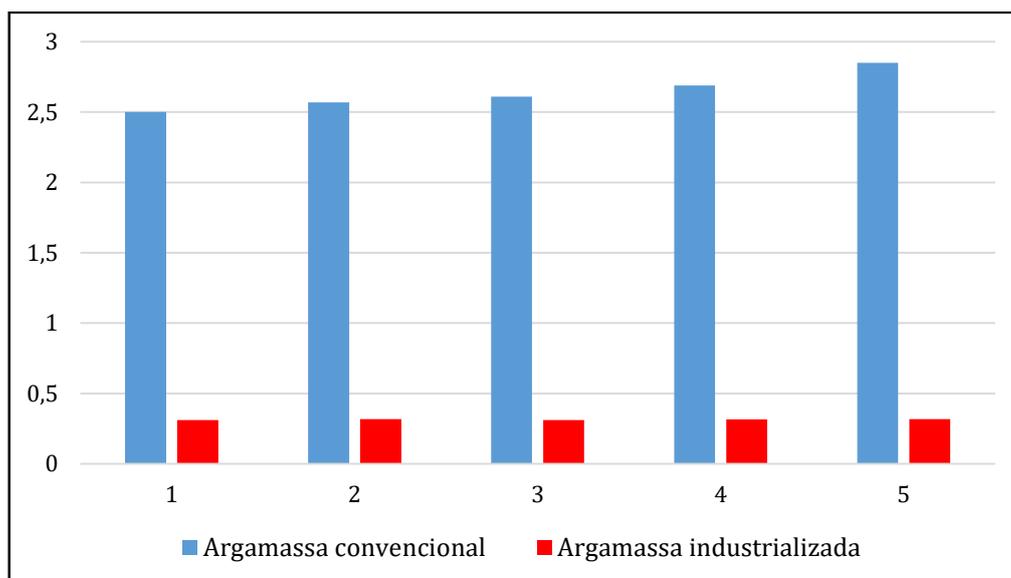
Os resultados obtidos foram organizados graficamente, e para os dois gráficos, o eixo X apresenta os corpos de provas ensaiados. O eixo Y apresenta a tensão de ruptura em MPa.

As barras de cor azul do gráfico representam os corpos de prova da argamassa convencional e as barras de cor vermelha simboliza os exemplares da argamassa industrializada.

O gráfico 1 mostra a diferença de resistência à compressão simples entre as argamassas; já no gráfico 2 pode ser analisada a disparidade entre as argamassas no ensaio de compressão diametral, isto se deu neste projeto, pois, para argamassa convencional foi utilizado um cimento de alta resistência.



**Gráfico 1-** Compressão simples entre as argamassas convencional e industrializada. Fonte: Autores.



**Gráfico 2-** Compressão diametral entre as argamassas convencional e industrializada.

Fonte: Autores.

A argamassa convencional mostrou um alto nível de resistência e este comportamento se deu pelo uso do cimento de alta resistência inicial, sendo superior ao cimento que sem encontra na argamassa industrializada.

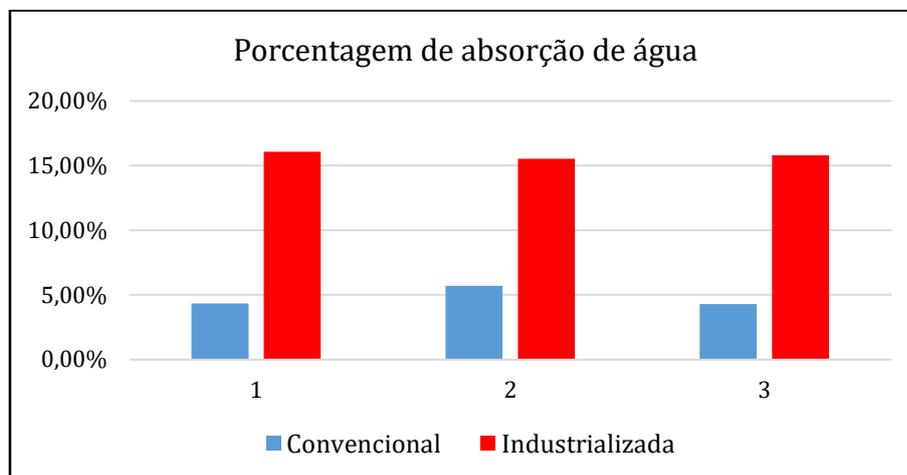
Diante desta medição pode-se concluir que o uso da argamassa convencional é mais apropriado para construção em que contem alvenaria estrutural, pois a alvenaria como um todo resistirá maior carga com a argamassa convencional.

#### *Ensaio de Absorção d' Água por Imersão*

Foram preparados três corpos de prova com as dimensões de 50x100 mm com a argamassa convencional usando o Cimento Nacional CP V-ARI MAX e mais três utilizando com a argamassa industrializada; após o desmolde e esperado o tempo de cura de 28 dias prescrito pela norma, os corpos de provas foram para a estufa e permaneceram por até 72h.

Os seis corpos de prova foram retirados da estufa e quando atingiram a temperatura ambiente foram colocados em tanques de água para que ficassem submergidos por 72 horas, onde se obteve a massa saturada dos corpos de prova. Após as 72 horas, os corpos de prova foram retirados do tanque, enxugados para tirar o excesso de água e logo em seguida pesados para obter a sua massa saturada ( $M_{sat}$ ). Os valores das amostras da argamassa convencional tiveram uma média de absorção d' água 4,783% enquanto a industrializada teve 15,793%.

O gráfico abaixo, mostra a diferença significativa entre os dois tipos de argamassa em relação ao quanto de água cada uma absorve, esta diferença é devido ao preparo da argamassa industrializada onde usou-se somente água, como descrevia o manual de instruções dos fabricantes.



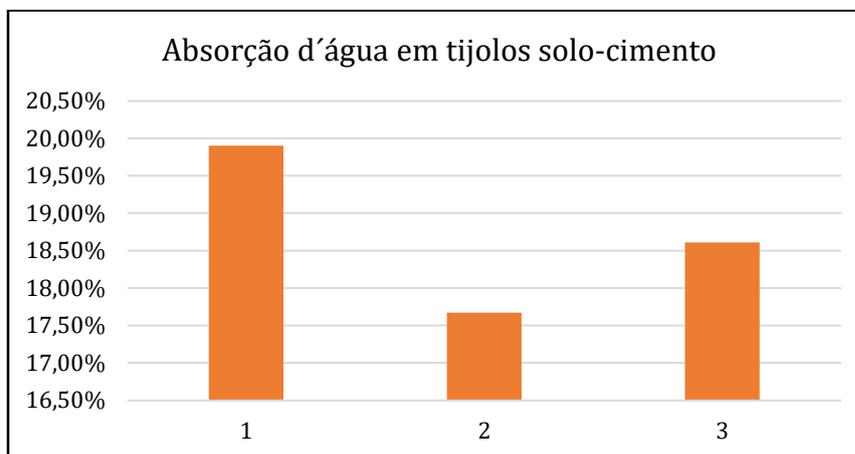
**Gráfico 3** - Absorção de água entre as argamassas convencional e industrializada. Fonte: Autores.

### *Tijolo solo-cimento*

Os procedimentos para o ensaio de absorção d'água por imersão com o tijolo solo-cimento se deve aos mesmos do ensaio de absorção com as argamassas. Após os processos de secagem em estufa e em câmara úmida os tijolos tiveram uma média de 18,75% de absorção de água. A NBR 10836 (1994) aponta para os resultados deste tipo de ensaio que os valores médios, iguais ou abaixo de 20%, e valores individuais iguais ou abaixo de 22%; desta forma o material encontra-se dentro das exigências estabelecidas pela normalização vigente.

Nos testes de Presa (2011) foram ensaiados cinco tijolos solo-cimento com idades 28 dias. Após feito os testes e comparado com os resultados de Presa (2011), ele obteve o maior valor de absorção d'água de 17,2% e o menor de 15,2%; e sua média foi de 16,3%; tais valores obtidos foram esperados perante a NBR 10834 (2013). Os ensaios feitos neste trabalho foram comparados com os ensaios de Presa (2011) e com os valores da NBR 10834 (2013), onde eles ficaram com valores individuais e médios bem próximos.

O gráfico 4 mostra os valores individuais das amostras de tijolo solo-cimento, da quantidade de água absorvida após o período de três dias submersos. Essa grande absorção de água é devido aos materiais que o tijolo é composto, em sua grande parte é o solo argiloso onde tem um grande percentual de absorção.



**Gráfico 4** - Porcentagem de absorção de água em tijolos solo-cimento.  
Fonte: Autores.

## Conclusões

Contudo, sobre as argamassas de assentamento, conclui-se que, para os ensaios no estado endurecido da argamassa polimérica, referentes a resistência à compressão e absorção de água, a norma NBR 7215 (2019), na qual prescreve as dimensões dos corpos de prova, não se aplicam a este novo produto, necessitando a revisão ou elaboração de ensaios que enquadrem a modalidade da argamassa de assentamento polimérico.

Sobre a argamassa industrializada e convencional pode-se concluir que, quando for utilizado o Cimento Nacional CP V-ARI MAX, a industrializada apresenta uma resistência inferior, pois ela vem de fábrica com um cimento de baixa resistência.

Nos trabalhos de Ferreira (2016) e Rocha (2012) mostram que quando for utilizado o cimento Portland CP II- Z- 32 na argamassa convencional, ela mostrará uma resistência inferior frente argamassa industrializada.

No ensaio de compressão diametral as argamassas de assentamento, assim como o concreto, apresentam uma resistência inferior para a tração e a argamassa industrializada mostrou uma resistência menor frente à convencional.

Conclui-se que a argamassa industrializada apresentou melhores resultados, pois o tempo de aplicação é menor, fácil manejo e sua mistura vêm na dosagem certa, apresenta também uma melhor resistência ao recebimento de carga.

No quesito de absorção da água a argamassa convencional absorveu muito menos água perante a argamassa industrializada, uma vez que esta última em seu preparo usa-se somente água para deixar uma pasta homogênea e pronta para ser utilizada. Pode-se finalizar que em uma futura construção civil a melhor escolha seria a argamassa convencional feita com o Cimento Nacional CP V-ARI MAX.

No que diz respeito dos ensaios de resistência à compressão dos tijolos solo-cimento juntamente com as argamassas poliméricas, industrializadas e convencional, tiveram resultados satisfatórios, posto que eram previstos tais valores nos estudos anteriores e revisões bibliográficas. O tijolo solo-cimento com a argamassa polimérica e industrializadas não obtiveram os valores médios prescritos na NBR 10834 (2013), já com a argamassa convencional os valores de resistência à compressão médio e individual foram aprovados.

Conclui-se que pela análise de todos os resultados obtidos nos ensaios, o melhor dentre os três materiais é a argamassa convencional, pois ela teve um maior resultado de resistência à compressão junto com o tijolo solo-cimento e sozinha; teve também o menor valor de porcentagem em absorção de água.

### **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 2019.

\_\_\_\_ **NBR 7222: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_ **NBR 8491: Tijolo de solo cimento - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012

\_\_\_\_ **NBR 8492: Tijolo de solo cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_ **NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos- Determinação da absorção de água por imersão- Índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_ **NBR 10834: Bloco de solo-cimento sem função estrutural - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_ **NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Determinação da resistência à compressão e da absorção de água.** Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_ **NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_ **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimentos - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_ **NBR 16590: Composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação.** Rio de Janeiro, 2017.

ARAÚJO, Fabiano Andrade. **O primeiro milhão da massa DunDun.** Feicon. Mar, 2015. Disponível em: <<https://www.feicon.com.br/Imprensa/Releases-do-Evento/Feicon/O-primeiro-milhao-da-Massa-DunDun-/>> Acesso em: 15 mar. 2019.

CIMENTO NACIONAL. **Manual técnico do Cimento CP V-ARI MAX.** Brennand Cimentos, 2016.

FERREIRA, Karina. *Estudo comparativo entre argamassas convencionais e industrializadas.* Trabalho de Conclusão de Curso. Campo Mourão, 2016.

MARTINELLI, Fábio Antônio. **Contribuição ao estudo de dosagem das argamassas mistas destinadas as assentamento e revestimento de alvenarias.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

MASSA DUNDUN - **Argamassa Polimérica.** Disponível em: <<http://massadundun.com.br/obras-em-destaque/>> Acesso em: 14 mar. 2019.

MF RURAL – **Argamassa Polimérica**. (2013). Disponível em: <<https://www.mfrural.com.br/detalhe/argamassa-polimerica-construfix-emb.-20-kg-direto-de-fabrica/>> Acesso em: 19 mar. 2019.

NAKAKURA, Elza. H. **Análise e classificação das argamassas industrializadas segundo a NBR 13281 e a MERUC**. 2003,198f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PRESA, Marcello Bastos. **Resistência à compressão e absorção de água em tijolos de solo-cimento**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília UnB, Brasília, 2011.

ROCHA, Rebeca Silva. **Avaliação e comparação das propriedades mecânicas de uma argamassa pronta não cimentícia para alvenaria com e sem função estrutural frente às argamassas convencionais**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Campo Mourão, 2012.

SILVA, Rouverson P.; SILVA, Breno M.; BARROZO, Leandra M.; SALUM, Juliana D.; GOM, Delineide. **Utilização de argamassa polimérica no assentamento de tijolos ou blocos**. Associação Educacional de Bosco. Rio de Janeiro, 2013.

UNGERICHT, Ana Júlia; PIOVESAN, Angela Zamboni. **Influência da cura da argamassa em relação às propriedades mecânicas e absorção de água**. Unoesc & Ciência – ACSA, 2 ed., p: 75-86, 2011.