

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ADITIVO POLIESTIRENO SULFONADO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA

Flora Borges*

Bena Assunção**

Renata Fraga***

Alessandra Arduim **¹**

Resumo

A necessidade inerente do homem em evoluir culmina na busca por novas formas de realizar atividades, usar materiais e contribuir com o meio ambiente. Pensando neste contexto de evolução constante e de contribuir com ações e materiais sustentáveis, este projeto buscou analisar as propriedades da argamassa industrializada após a inserção do aditivo de poliestireno sulfonado desenvolvido a partir de corpos descartáveis. A metodologia utilizada consistiu em transformar em laboratório copos descartáveis em aditivo a ser adicionado a argamassa industrializada, este novo material foi incorporado em diferentes proporções. Foram realizados ensaios de trabalhabilidade e resistência a compressão e posterior análise dos resultados. Os resultados evidenciaram a potencialidade do aditivo em minimizar os impactos ambientais e contribuir no desempenho das propriedades da argamassa industrializada.

Palavras-chave: Argamassa; Aditivo; Poliestireno sulfonado.

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade atual o olhar voltado para a sustentabilidade é de fundamental importância, pois objetiva a redução os índices de poluentes descartados diariamente no meio ambiente, e por consequência garantir a existência duradoura de um planeta habitável para as gerações futuras. O desenvolvimento consciente auxilia o homem a alcançar o sucesso nos processos de desenvolvimento tecnológico que já não podem estar desassociados das questões acerca da existência entre o homem e a natureza. Para tal, é de fundamental importância pensar em estratégias que potencializem o uso de materiais de construção para que a sociedade possa buscar as soluções que procura para conservar o meio ambiente e ainda produzir edificações de maneira mais eficientes, econômicas e duráveis.

Entre tantos materiais da construção civil, a argamassa industrializada tem uma ampla e diversificada utilidade, devido à sua capacidade de aderência e endurecimento, como relatam Mehta e Monteiro (2008). Para as argamassas tradicionais os aditivos podem ser

¹ *Graduanda em Arquitetura e urbanismo pela Universidade Salvador, bolsita pesquisadora. pela PIBIC Institucional. ** Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Salvador *** Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Salvador ****Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas, Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Bahia.

incorporados a mistura com o objetivo de contribuir com as propriedades ou alterar o estado físico do material durante sua produção e utilização.

O desenvolvimento de materiais sustentáveis busca contribuir com o ambiente não somente através da preservação da matéria prima, mas também com a reutilização de materiais que geram grandes problemas ambientais. Apesar do grande apelo ecológico, que as ações sustentáveis carregam esse não é o único fato que sustenta o interesse de pesquisadores para o desenvolvimento de técnicas sustentáveis. Há ainda a questão econômica, que é muito forte.

Nesta vertente o desenvolvimento de um aditivo a partir de material descartável busca alinhar, as vertentes tecnológica, ecológica e econômica. Um dos materiais de grande poluição é o copo descartável, o uso deste material é amplo em vários segmentos. Após seu uso, eles tornam-se lixos obsoletos nos vastos campos de armazenamento de dejetos. Sem utilidade prática pra reciclagem, no que diz respeito ao reaproveitamento para o mercado de manufatura, e apresentando grande demora do processo de decomposição, este material é vistos como inútil, permanecendo, marginalizado no processo de reciclagem.

Através da intervenção química realizado no material, é possível produzir um produto a ser utilizado como aditivo na matéria cimentícia e com ganhos em sua propriedade física acentuados para melhor funcionamento na construção civil.

Este artigo é fruto de uma pesquisa que buscou estudar o melhor desempenho do aditivo produzido a partir de copos descartáveis de poliestireno sulfonado em argamassas industrializadas, buscando contribuir com questões de ordem ambiental, tecnológico e socio-econômicos vigente no setor da construção civil.

Os resultados preliminares demonstraram que o uso de determinadas porcentagens deste aditivo na argamassa industrializada culminou em alterações físicas significativas, como o aumento na trabalhabilidade e na resistência a compressão do material final.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do aditivo de poliestireno sulfonado foram necessárias duas etapas. Primeiramente foi necessário triturar 12,2649g de copos de plástico de poliestireno no liquidificador, imersos em uma solução que contendo 2,5062g de sulfato de prata e 200ml de ácido sulfúrico. Todos os elementos foram colocados em um único béquer exposto a uma temperatura de 58°C, através do uso de um aquecedor elétrico com o agitador magnético,

objetivando a uniformidade da reação. A reação foi obtida no tempo de 20 minutos alcançando ao final uma massa marrom imersa em um líquido de mesma cor.

Com a massa reacional produzida, esta foi deixada em descanso por 72 horas. Após o período indicado, o recipiente onde encontrava-se a massa reacional produzida foi imerso em outro recipiente com gelo e acrescentado água destilada sobre a massa com o objetivo de precipitar o poliestireno e diminuir a acidez do ácido sulfúrico.



Figura 1 - Massa reacional após as 72h



Figura 2 - Recipiente imerso no gelo e recebendo água destilada gelada



Figura 3 - Massa reacional após precipitação



Figura 4 - Massa reacional no vidro de relógio

A massa reacional precipitada foi retirada com a ajuda de uma espátula e colocada sobre um vidro de relógio, espremida com o auxílio de uma espátula, para que o excesso de

ácido sulfúrico fosse descartado. Depois desse processo mediu-se o pH da massa reacional e identificado como um pH de 9 e peso igual a 81,8155g.

A massa, já espremida foi lavada com água ainda com o intuito de diminuir a acidez antes de acrescentar o NaOH (hidróxido de sódio). Acrescentou-se, então, 160 ml de NaOH (1mol) à massa reacional que encontrava-se, já neste momento, em um béquer.



Figura 6 - Adição de NaOH à massa reacional.



Figura 7 - Massa Reacional após adição de NaOH

Após dissolvida a massa em NaOH foi acrescentado 80ml de NaOH 50%. Com o recipiente imerso em gelo pois a reação é exotérmica, ou seja, libera calor.

O pH após a adição do NaOH 50% foi medido e o resultado foi de pH=13. A reação chegou em seu estado básico, após o processo de peneiramento o líquido reacional já estava apto para ser utilizado como aditivo.

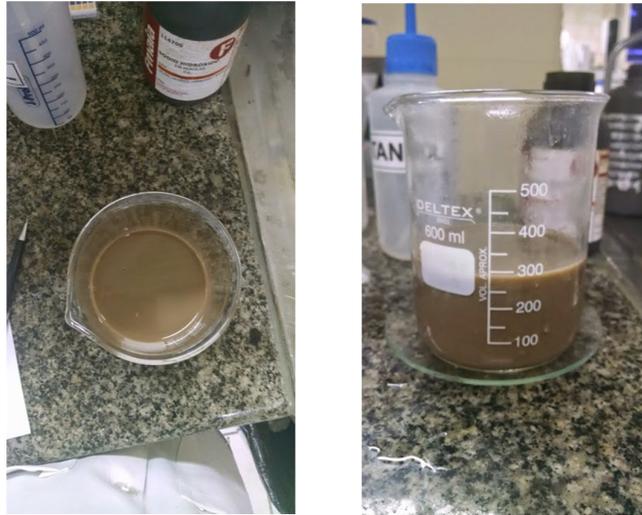


Figura 10 - Aditivo Pronto

2.1 Produção da Argamassa

A segunda parte da pesquisa consistiu na inserção do aditivo na argamassa industrializada e nos testes de resistência a compressão e da consistência através do ensaio Flow Table realizados com a matéria cimentícia aditivada.

A argamassa utilizada foi da marca “Rebocomix” – Argamassa Única, para 25kg deste material aconselha-se utilizar entre 4 a 5 litros de água. Como foi estipulado a utilização de 2kg para cada amostra de argamassa foi realizado o cálculo de proporção baseada nos valores estipulados pelo fabricante, a após alguns teste de referencia o valor estipulado para uso na mistura foi de 320ml de água.

2.1.1 Teste Flow Table

Para realização correta do teste é necessária que todos os componentes (água, argamassa e aditivo) sejam colocados em um mesmo recipiente para que seja batido, através de um batedor, por 3 vezes até que a mistura encontrasse a homogeneidade. A mistura, então é submetida ao teste de *flow table* (NRB 13276 ABNT, 2005b)

O teste consistiu inicialmente na preparação da argamassa no misturador elétrico com tempo de mistura de 4 minutos com velocidade lenta, com posterior moldagem de uma fôrma tronco cônica (12,5x8,0x6,5cm) posicionada sobre uma mesa plana com manivela (Mesa de Consistência Manual).

A argamassa, foi colocada na fôrma em três camadas da mesma altura e, com soquetes, aplicados 15, 10 e 5 golpes uniformes e homogeneamente distribuídos,

respectivamente, da primeira à terceira camada. Após o preenchimento, a fôrma foi retirada e, em seguida, a manivela da mesa movimentada, fazendo com que esta caísse 30 vezes, em aproximadamente 30 segundos, provocando o espalhamento do cone de argamassa. Com o paquímetro, foi medido três diâmetros tomados em pares de pontos uniformes distribuídos ao longo do perímetro, então pela média dessas medidas calculou-se o índice de espalhamento.



Figura 11 - Argamassa, já com a adição de água, no misturador



Figura 11- Aditivo sendo adicionado à argamassa



Figura 12 - Argamassa no cone



Figura 13 - Argamassa espalhada, sendo medida

1.1.2 Teste de Resistência

Com o mesmo material foi realizado a moldagem dos 3 corpos de prova cilíndricos de 5cm x 10cm para ensaios de resistência a compressão, avaliação física e comportamento mecânico de argamassa, tanto para as argamassas de referência, bem como as com adição de 1,5, 1,7, 1,9 e 2,0% de aditivo.

Para confecção dos corpos de prova foi necessário:

- a) Colocar desmoldaste no molde do corpo de prova
- b) Foram confeccionados 3 corpos de prova para cada percentagem de aditivo

Os corpos de prova produzidos ficaram por 28 dias em processo de cura e só após esse período foram rompidos. O rompimento de corpos de prova aconteceu conforme o estipulado pela ABNT - NBR 7222, 1994.

Colocou-se cada corpo de prova na máquina de compressão, devidamente capeados, onde manualmente girou-se uma manivela responsável pela liberação da força de compressão sobre o corpo de prova. A manivela é girada até que o ponteiro que mede a intensidade da força volte e/ou que o corpo de prova se rompa. O valor correspondente a esse momento no ponteiro é inserido em uma formula “ $y=2,1174+10,601$ ” que nos fornece a força em Kgf que dividida pela área do corpo de prova ($1963,5\text{mm}^2$) nos fornece a informação que desejamos, a força de compressão por mm^2 que cada corpo de prova suporta antes de romper.



Figura 13 - Corpo de prova sendo preparado para sofrer a compressão

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.2 Descrição dos resultados

Para facilitar a descrição dos resultados será utilizada para referenciar as argamassas as seguintes nomenclaturas: A argamassa de referência será denominada de AR, a que contém a adição de 1,5% de aditivo será chamada de A15, com 1,7% A17, A que obteve a inserção de 1,9% de aditivo será nomeada de A19 e a que teve o acréscimo de 2,0% de aditivo será descrita como A20.

3.1.1 Consistência

A tabela 1 descreve os resultados obtidos com a argamassa de referência no que diz respeito ao teste de consistência realizado através do *Flow Table*. Para iniciar pesquisa

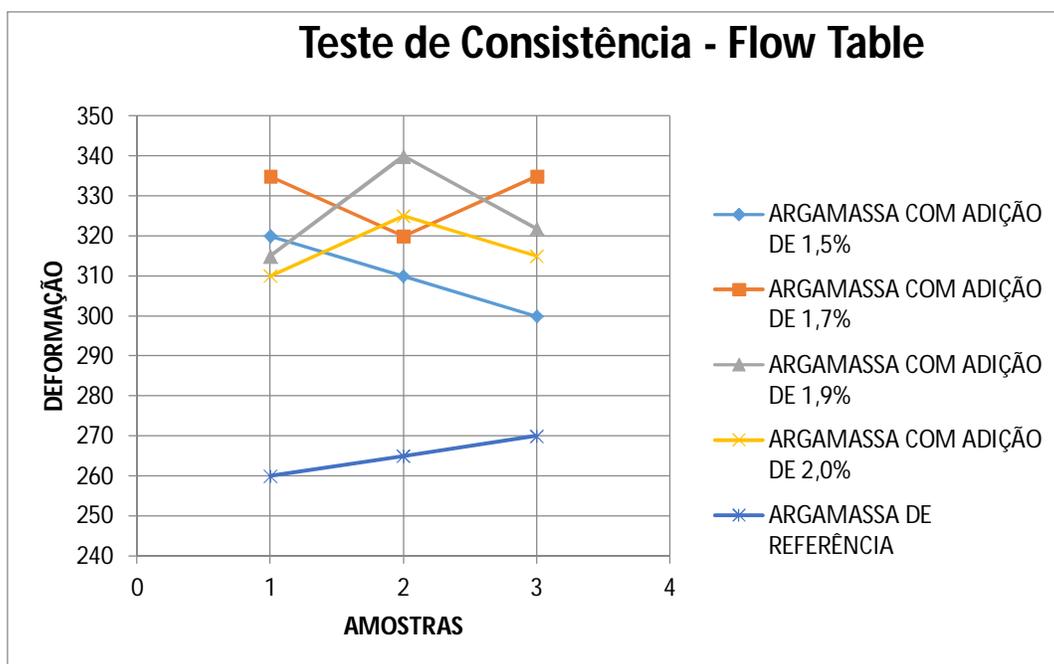
buscou-se alcançar, para a argamassa de referência, a adição de água ideal para que a matéria cimentícia estivesse dentro dos parâmetros exigidos pela NBR 14081-5:2012.

Tabela 1 - Valores dos índices de consistência encontrados na argamassa de referência

ARGAMASSA DE REFERÊNCIA	
	cm
AMOSTRA 1	260
AMOSTRA 3	265
AMOSTRA 2	270
MÉDIA:	265

A adição do aditivo para as outras amostras, A15, A17, A19 e A20 foram todas realizadas a partir do traço definido para a argamassa de referência. Os resultados obtidos que podem ser observados através do gráfico 1 sugerem que quanto maior for inserção de aditivo na argamassa maior será a sua fluidez. Os resultados aumentam conforme a porcentagem de aditivo é elevada. A argamassa A15 obteve a medida em cm de 310, a A17 330 e A19 e A20 alcançaram médias iguais de 325,67.

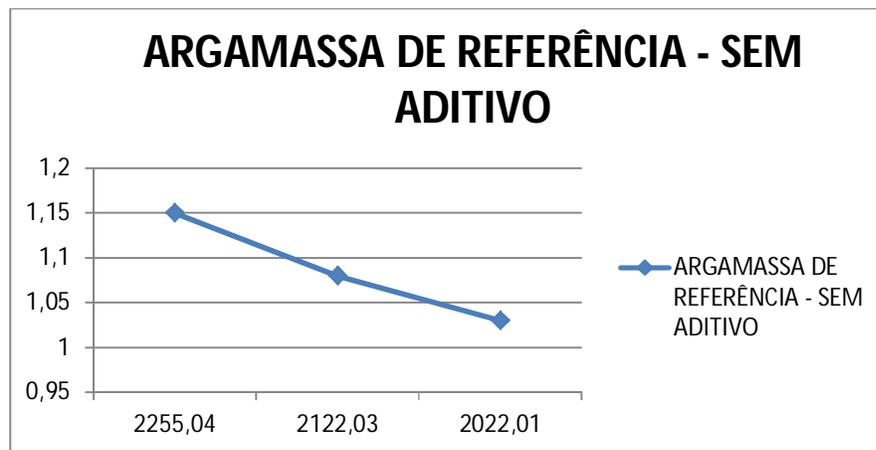
Gráfico 1 - Valores dos índices de consistência



1.2.2 Resistencia a compressão

Após rompimento dos corpos de prova verificou-se as tensões médias admissíveis de cada amostra das argamassas AR, A15, A17, A19 e A20. A argamassa de referencia obteve tensão admissível de 1.08kgf/mm² ou 10,59 Mpa. No gráfico 2 é possível ver a tensão admissível suportada por cada amostra da argamassa de referencia.

Gráfico 2 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade



A argamassa A15 obteve um resultado, em relação a resistência à compressão melhor que AR (ver gráfico 3), o resultado se repete em A19 e A20 (ver gráfico 5 e 6 respectivamente). Já argamassa com 1,7% de aditivo a A17 teve seu resultado igual a argamassa de referencia (ver gráfico 4). Esse resultado pode ser justificado por alguma intercorrência durante o processo de edificação dos corpos de prova. Devido a esse fato, a argamassa a A17 será desconsiderada da pesquisa.

Gráfico 3 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade

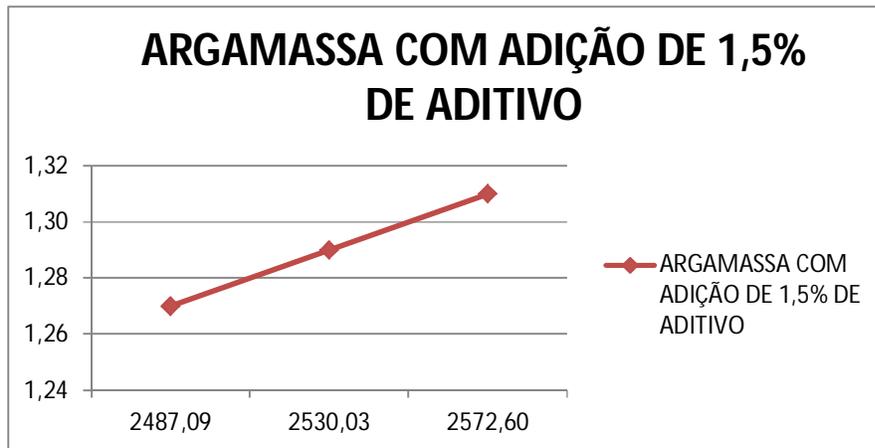


Gráfico 4 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade

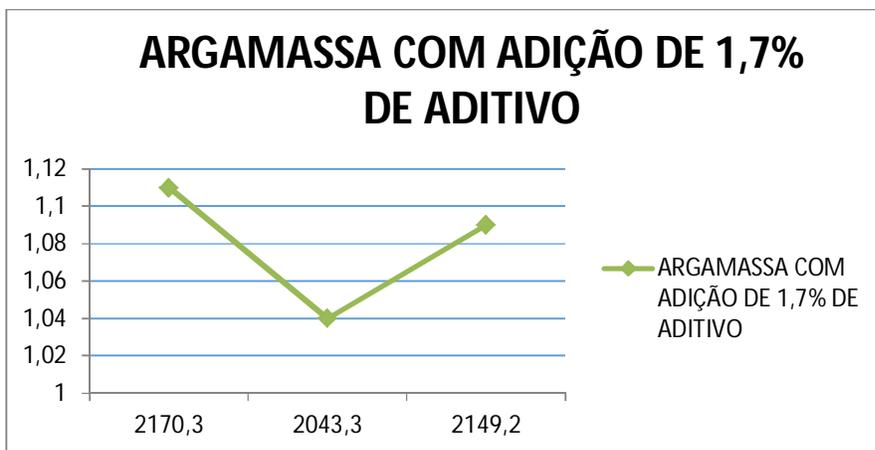


Gráfico 5 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade

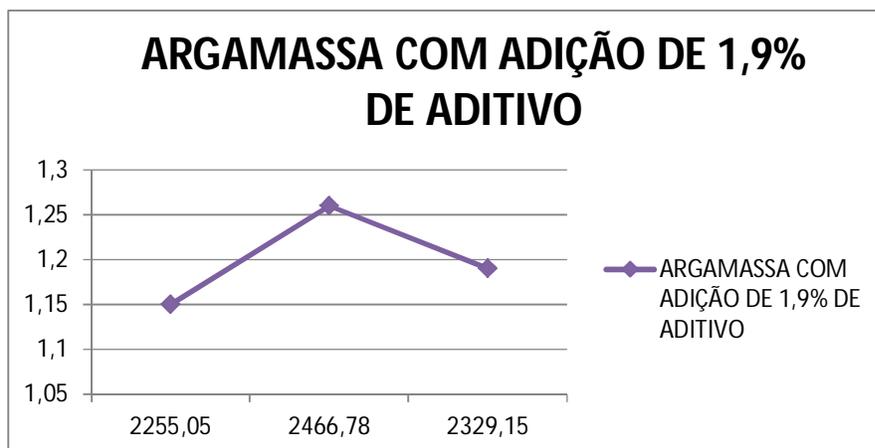


Gráfico 4 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade.

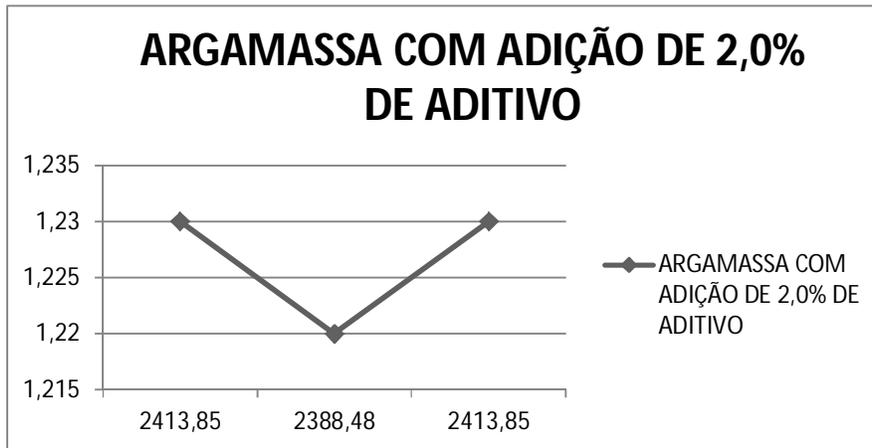
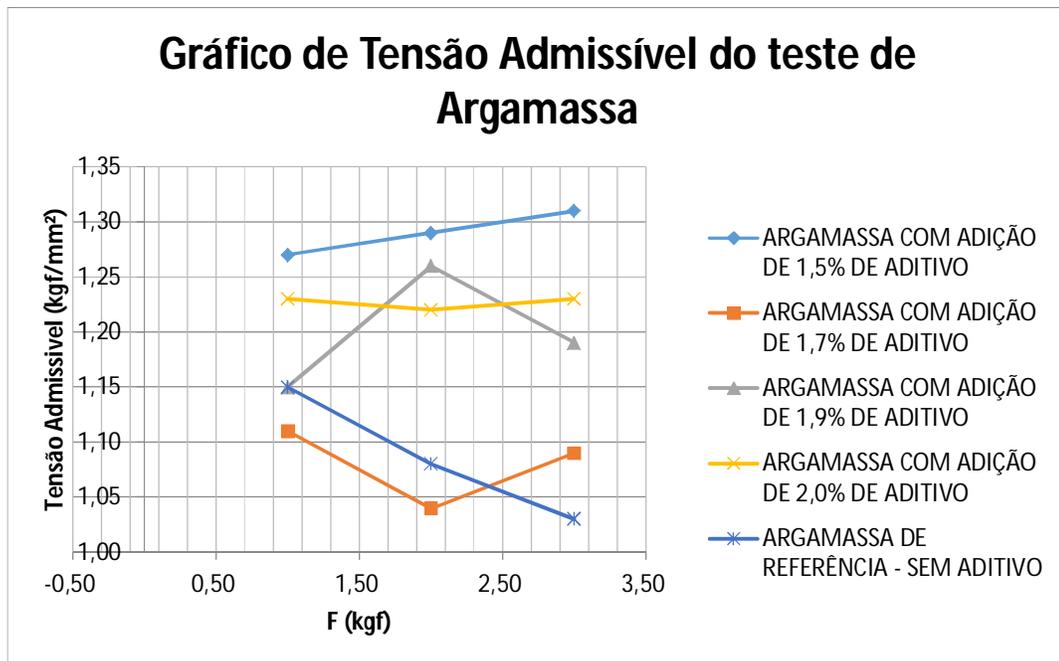
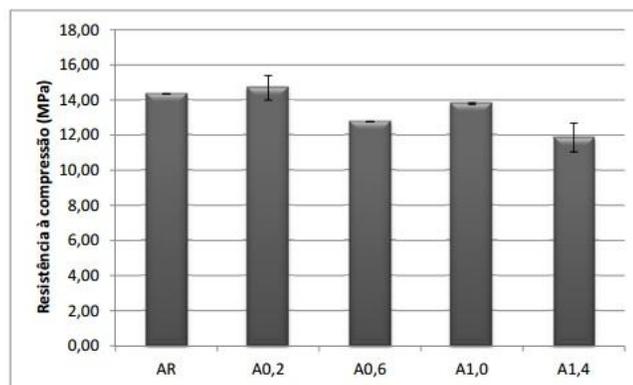


Gráfico 5 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade para todas as amostras



Apesar do aumento da resistência, em relação a AR, as argamassas A15, A19 e A20, que obtiverão suas tensões admissíveis médias de 1,29kgf/mm² ou 12,65 MPa, 1,2kgf/mm² ou 11,77 MPa, 1,23kgf/mm² 12,06Mpa, respectivamente não apresentaram variação de significativa em relação a sua resistência a compressão, se comparado com o que foi encontrado por Omena e Motta (2012) e que pode ser visto na gráfico 7.

Gráfico 7 - Resistências médias à compressão aos 28 dias de idade.



Fonte: OMENA E MOTTA (2012)

2 DISCUSSÃO/ANÁLISE RESULTADOS

O resultado do teste de consistência para as argamassas que continham a adição de aditivo sugerem concluir que o aditivo permite o alcance de uma massa mais fluida. A liquidez do aditivo, inserido na argamassa, pode ter ocasionado tal resultado. Omena e Motta (2012), relatam em seu artigo que a inserção do poliestireno à massa, por ser fabricado com uma solução aquosa, funciona no processo como uma substância superplastificante, o que justifica as maiores respostas no que diz respeito a fluidez, nas amostras que continham maior quantidade de aditivo.

Dias (2014), descreve em seu artigo a importância da trabalhabilidade da argamassa, e relata ainda que esta pode ser considerada a propriedade física, no estado fresco, mais importante dessa matriz cimentícia. É fato que a nível de fluidez será determinado pela função que esta vai ocupar no processo construtivo, e essa função pode ser bem variável, como para construção de alvenarias, revestimento de paredes e tetos, revestimento de pisos, revestimentos cerâmicos (paredes/pisos) e recuperação de estruturas (ISAIAS, 2011). A trabalhabilidade da argamassa é comumente corrigida pelo pedreiro na própria obra, através da adição de água à mistura, mas como relata Coelho (2014) o acréscimo de água nesses termos pode constituir um problema, gerando poros na estrutura, o que conseqüentemente reduz a resistência mecânica da peça. A utilização do aditivo minimiza o uso indiscriminado de água pelos profissionais da obra, já que apresentou boa fluidez, possibilitando uma argamassa sem alteração de traço e inevitavelmente uma matriz cimentícia dentro dos padrões estipulados em projeto.

No que diz respeito à resistência a compressão os resultados apontam que a variação de aditivo utilizado para confecção das amostras não permitiram a observação de alterações

significativas em relação à tensão admissível alcançada pelos corpos de prova. Apesar, desse quadro, o que chama mais atenção é o fato dos corpos de prova terem alcançado uma resistência menor que os testados por Omena e Motta (2012) – ver gráfico 7-, mesmo estes tendo recebido uma porcentagem menor de aditivo que os desta pesquisa. A resposta para esse questionamento pode estar no artigo de Assunção (2005) descreve em sua pesquisa que o uso elevado do aditivo, no caso ela considerou a partir de 1,5%, poderia ocasionar alterações malélicas nas propriedades físicas da matriz cimentícia. No caso da pesquisa de Assunção (2005), o foco estava no concreto, mas levando em consideração os resultados obtidos nesta pesquisa, é possível que este fator também seja relevante quando trata-se de argamassa.

Apesar da baixa variação da tensão admissível entre as amostras e da queda de resistência em relação a pesquisa de Omena e Motta (2012) a resistência obtida, pela argamassa, com o uso do aditivo poliestireno sulfonado, esta dentro dos parâmetros mínimos exigidos pela Norma para o uso de argamassa. Segundo a ABNT NBR13279, 2014 a resistência tem que esta entre 4 e 8 Mpa e o mínimo alcançado nesta pesquisa foi na amostra A19 onde alcançou-se 11,28MPa.

3 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstra grande potencialidade na utilização do aditivo produzido a partir do poliestireno sulfonado em argamassas industrializadas, contribuindo para o desempenho da consistência e resistência mecânica.

Para potencializar o uso do aditivo e alcançar os objetivos sustentáveis, econômicos, bem como atender os parâmetros normativos recomenda-se ampliar os ensaios reológicos, de retenção de água, de arranchamento e resistência a tração na flexão permitindo verificar outras propriedades do estado fresco e endurecido das argamassas.

Com os resultados encontrados nesta primeira fase da pesquisa foi possível comprovar que a adição do aditivo produzido culmina em alterações significativas na argamassa industrializada. A fluidez e a resistência são as características de grande importância desta matriz cimentícia e foi justamente estas propriedades que obtiveram maiores alterações positivas. A partir de novos ensaios com a variação das porcentagens do aditivo e a utilização de outros materiais a serem sulfonados para produção da substância utilizada na argamassa industrializada será possível realizar uma análise comparativa visando

atender o melhor desempenho econômico, técnico e sustentável do produto com uso direto na construção civil.

REFERENCIAS

ABNT - NBR 14081-5, 2012. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas.**

ABNT- NBR 13276, 2005. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos**

ABNT - NBR 7222, 1994. **Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos.**

ABNT NBR 13279, 2005. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.**

ASSUNÇÃO, R; M; N; ROYER, B; RODRIGUES, G; MOTTA, L; A; C. Efeito da aplicação do poliestireno sulfonado (PSSNa) como aditivo em argamassas e concretos de cimento Portland CPV32. **Polímeros**, v. 15, n. 1, São Carlos, 2005.

COELHO, F. C. A; MESQUITA, E. F. T.; SOUZA, L. C.; SILVEIRA, M. V; MARQUES, A. S. Estudo da reologia e da permeabilidade de argamassa de cal hidratada e cimento Portland III e IV. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO- CBC, 56., **Anais...** 2014.

DIAS, V. A; SANTOS, A. M. S; OLIVEIRA, C. A. S; BRANDÃO, A. L. R. Avaliação física e comportamento mecânico de argamassas produzidas com resíduos reciclados de construção civil gerado na cidade de Itabira- MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO- CBC, 56., **Anais...** 2014.

FILHO, G.; R.; ASSUNÇÃO, R.; M.; N.; MARQUES, F.; C. A.; CORRENTE, N.; G.; MEIRELES, C.; S.; CERQUEIRA, D.; A.; LANDIM, A.; S. Síntese de poliestireno sulfonado para aplicações no tratamento de água produzido a partir de copos e bandejas descartadas de poliestireno. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 31, n.8, 2008.

ISAIA, G; C; BATTAGIN, I; L; S; HELENE, P; **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. Cap. 26. Ibracon, 2011.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M, **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais Propriedades e Materiais**, IBRACON, 2008.

NÓBREGA, A; K; C; ARAÚJO, R; A; GÓIS, E; S; DANTAS, K; G; M; SÁ, M; V; V; A. Estudo das propriedades da argamassa no estado fresco com adição de resíduo mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO- CBC, 56., **Anais...** 2014.

OMENA, T; H; MOTTA, L; A; C; **Argamassa modificada com poliestireno. Reflexões e Perspectivas para o uso no patrimônio histórico**. In: CONGR. DE ARGAMASSAS E ETICS UNIVERSIDADE DE COIMBRA, 4., **Anais...** APFAC / ITEcons. Coimbra, Portugal, 2012.