

ARGAMASSAS CONTENDO RESÍDUOS A BASE DE EVA E POLIÉSTER COMO AGREGADO LEVE¹

**COSTA, Marienne do Rocio de Mello Maron da (1); PINTO, Maria Clara Cavalini (2);
PESSANHA, Matheus Daniel (3); TREVISAN, Daniel Bonet (4); HERZER, Pedro Henrique
(5)**

(1) UFPR, e-mail: mariennemaron@gmail.com; (2) UFPR, e-mail:
mclaracavalini@gmail.com; (3) UFPR, e-mail: pessanha.matheus@gmail.com; (4)
UFPR, e-mail: daniel12tre@gmail.com; (5) UFPR, e-mail: pedrohherzer@gmail.com

RESUMO

A expressiva quantidade de resíduos sólidos gerados pelas indústrias calçadistas tem se apresentado como um problema para o meio ambiente, uma vez que são de difícil destinação e podem contaminar o solo e o lençol freático. Soluções estão sendo buscadas para uma destinação apropriada e vantajosa para a indústria geradora do rejeito e para a construção civil, fomentando estudos sobre o assunto. Neste sentido, estudou-se argamassas com substituições em volume de 0%, 10%, 20% e 30% do agregado por resíduos à base de EVA e poliéster, gerados pela indústria calçadista. Foram realizados testes tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, visando avaliar as propriedades reológicas e mecânicas dos produtos obtidos. A substituição do agregado pelo resíduo não influenciou o comportamento reológico, de maneira que as argamassas estudadas se apresentaram como trabalháveis. Em relação ao comportamento mecânico, a substituição afetou a resistência à compressão, à tração na flexão e o módulo de elasticidade. Contudo, mesmo com a redução das resistências mecânicas, as argamassas com substituição apresentaram-se viáveis para aplicação na construção.

Palavras-chave: Argamassa. Resíduos. EVA. Poliéster.

ABSTRACT

The large amount of solid waste generated by the footwear industry has emerged as a problem for the environment, since they are difficult to destination and can contaminate soil and groundwater. Solutions are being sought for an appropriate and advantageous allocation for the manufacturing and civil construction industry, promoting studies on the subject. In this sense, we studied mortars substituting 0%, 10%, 20% and 30% of aggregate by EVA and polyester-based waste generated by the footwear industry. Tests were performed both in fresh and hardened state, to evaluate the rheological and mechanical properties of the products obtained. The replacement of aggregate by waste did not affect the rheological behavior, so that the mortar studied presented as workable. Regarding the mechanical behavior, replacing damaged the compressive strength, tensile strength in bending and resilient modulus. However, even with the reduction of mechanical strength, mortar with replacement had to be viable for application in the construction.

Keywords: Mortar. Waste. EVA. Polyester.

¹ COSTA, Marienne do Rocio de Mello Maron da; PINTO, Maria Clara Cavalini; PESSANHA, Matheus Daniel; TREVISAN, Daniel Bonet; HERZER, Pedro Henrique. Argamassas contendo resíduos a base de EVA e poliéster como agregado leve. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O constante crescimento industrial, a mecanização dos processos produtivos e a utilização de recursos em larga escala têm contribuído para o acúmulo de grandes quantidades de resíduos sólidos sem destinação bem definida, sendo que esse fato se intensificou após a revolução industrial (TOMMASI, 1994). Na maioria dos casos, esse acúmulo pode gerar impactos ambientais devido a condições inapropriadas de descarte, pela presença de substâncias químicas nocivas ao solo ou água, gerando uma urgente necessidade de destinar os resíduos sólidos (GUNTHER, 2000). Devido a esse problema e à crescente tendência das indústrias em assumirem uma postura sustentável, são procuradas aplicações para o grande volume de resíduos, de maneira vantajosa tanto em termos ambientais quanto em termos econômicos para a empresa que produz e que irá utilizar o rejeito (GONÇALVES, 2006).

Em meio à gama de empresas que produz toneladas de resíduos por mês, estão as indústrias do ramo calçadista, existentes em abundância no Brasil e que buscam uma solução para os refugos de seu processo produtivo. Um dos materiais gerados na produção de calçados é o resíduo à base de EVA (Etileno Acetato de Vinila) e poliéster que, até então, não havia sido investigada finalidade para esse rejeito.

A reciclagem de resíduos na forma de materiais e componentes para a construção civil tem sido uma alternativa bem sucedida em diversos casos, gerando à sociedade uma série de benefícios, como a redução do volume de matérias-primas extraídas da natureza, a redução do consumo de energia na produção de materiais e a diminuição da emissão de poluentes .(KAZMIERCZAK, 1998)

Estudou-se o tema de aplicação de resíduos contendo EVA da indústria calçadista na construção civil, baseando-se em trabalhos de autores como Santiago (2008), Idelfonso (2007) e Polari Filho (2003). Esses autores obtiveram bons resultados na aplicação de EVA em concreto leve e em painéis para vedação na construção civil.

Os resíduos incorporados às argamassas nesse trabalho são provenientes do corte industrial de palmilhas de sapatos. Nesse processo, uma placa de EVA passa por uma dublagem junto ao poliéster, que é um processo de colagem dos materiais que ocorre através do aquecimento de um filme entre as placas dos dois materiais, ocasionando a adesão entre os mesmos. Após a placa de material dublado passar através da máquina de corte de palmilhas, grande parte do material é inutilizado, sendo estocado sem finalidade definida.

Outro ponto que vale ser ressaltado é de que há uma necessidade crescente de reduzir a prática de extração de agregados como a areia, tendo em vista que essa atividade provoca impactos ambientais tais como a alteração na dinâmica de leitos fluviais e a contaminação dos mesmos, assunto que é discutido no artigo de Lelles (2004).

Levando em conta essas considerações, o objetivo geral desse projeto foi propor uma destinação adequada para o material estudado, avaliando seu emprego em argamassas em substituição parcial ao agregado miúdo, reduzindo dessa forma a extração de agregados do meio ambiente. Nesse caso, tanto o consumo de areia como o acúmulo de resíduo são reduzidos, amenizando impactos antrópicos negativos no meio ambiente.

Com esse objetivo definido, estudou-se argamassas com substituições de 0%, 10%, 20% e 30% do volume da areia pelo resíduo proveniente do corte de palmilhas, com a finalidade de avaliar o comportamento da argamassa após a substituição do agregado por rejeito.

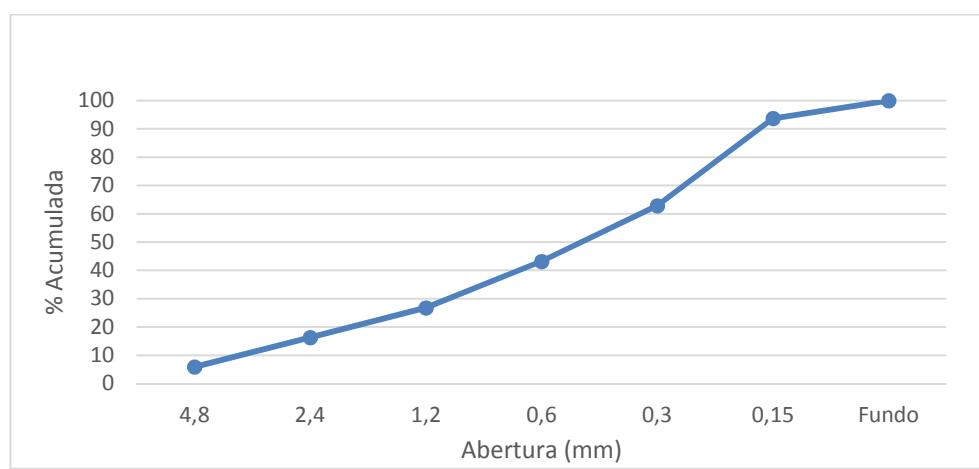
A aplicação dos resíduos em argamassa foi escolhida por apresentar um produto final de alta demanda, grande faixa de aplicação e eliminação considerável de material para uma produção em escala. Além disso, o produto final apresenta peso reduzido em relação à uma argamassa convencional e contribui para a sustentabilidade do meio ambiente, oferecendo uma destinação apropriada aos resíduos do processo produtivo, sendo caracterizado como um produto de construção sustentável (SAVASTANO Jr, 2000).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para produzir as argamassas estudadas nesta pesquisa, foram utilizados diversos materiais, sendo eles apresentados a seguir. Optou-se por estudar uma argamassa mista, contendo cimento e cal. O cimento adotado para a pesquisa foi o CII-Z, adquirido na região metropolitana de Curitiba, cuja massa específica é de 2960 kg/m³, fornecida pelo fabricante. A cal hidratada utilizada foi tipo CH III adquirida na região metropolitana de Curitiba, cuja massa específica calculada em laboratório foi de 1012 kg/m³.

Além dos aglomerantes, também foi utilizado um aditivo superplastificante. Este aditivo foi utilizado a fim de que a massa não perdesse consistência devido à alta absorção de água ocasionada pela presença deste resíduo.

Figura 1: Granulometria da areia fina- Porcentagem média acumulada x Abertura da malha



Inicialmente, os agregados utilizados foram caracterizados em relação a massa específica e granulometria e a partir disso foi definido um traço em volume, no qual esperava-se aliar boas propriedades mecânicas e eliminação de resíduo. A areia fina foi adquirida na região metropolitana de Curitiba, sua curva granulométrica está na Figura 1. A massa específica calculada foi de 1605 kg/m³.

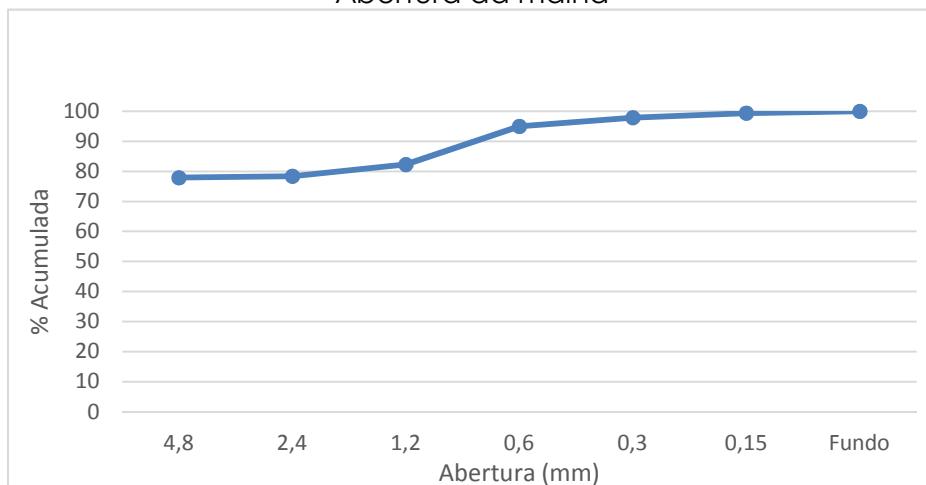
Figura 2: Resíduos a Base de EVA e Poliéster



Fonte: Os autores

Os resíduos a base de EVA e poliéster podem ser vistos na Figura 2. Por meio de peneiramento automatizado em malhas de 4,8mm até 0,15mm, foi obtida a granulometria aproximada do resíduo. A curva granulométrica está presente na Figura 3. As imprecisões na aproximação da curva são consequência da inevitável aglomeração dos grãos que a fibra de poliéster causa no resíduo, tornando inviável uma avaliação mais precisa da granulometria. Além disso, os valores da curva dependem da qualidade da Trituração do lote de resíduo escolhido para a avaliação, assim como também a massa específica. Para o lote utilizado nessa pesquisa, a massa específica calculada foi de 52 kg/m³.

Figura 3: Curva granulométrica do resíduo- Porcentagem média acumulada x Abertura da malha



Fonte: Os autores

Os testes realizados no estado fresco foram o “Flow Table” e o Squeeze Flow, a partir deles pode-se concluir que a argamassa produzida possui boas características reológicas, cuja definição pode ser encontrada em Glatthor e Schweizer (1994). Após confecção dos corpos de prova e o tempo de cura, foram realizados os testes no estado endurecido: resistência à tração na flexão, resistência à compressão e módulo de elasticidade.

A determinação do índice de consistência das misturas foi feita por meio do ensaio Flow Table (ABNT NBR 13276:2002), que permite avaliar o espalhamento da argamassa em estado fluido em uma superfície após uma série de impactos verticais na mesa de fluidez. Após a determinação de um traço padrão com consistência aceitável - 1:2:9 (cimento/cal/agregado) em volume, com a areia seca e com a relação água/cimento (massa/massa) de 1,05 - foi preservada a quantidade de água em todas as misturas, alterando-se apenas a quantidade de aditivo superplastificante e a porcentagem de agregado substituído por resíduo em cada uma delas.

Foram testadas argamassas com 0%, 10%, 20% e 30% de seu agregado substituído pelo resíduo de EVA e poliéster. Para garantir a consistência necessária (prevista em norma), teores maiores de aditivo foram utilizados nas misturas com maior teor de substituição de agregado (0,5% da massa do cimento na A-20 e 1% da massa do cimento na A-30), pois ao tirar parte do agregado convencional (areia), perde-se consistência da mistura devido à maior capacidade de absorção de água do rejeito. A tabela 1 mostra os valores estabelecidos para cada argamassa junto às nomenclaturas que serão usadas ao longo deste artigo:

Tabela 1: Traços das Argamassas

| Argamassa (Nomenclatura) | Substituição | Traço (Cimento:Cal:Agregado) em volume | Água/Cimento (Massa/Massa) | Areia/Agregado (Volume/Volume) | Resíduo/Agregado (Volume/Volume) | Plastificante/Cimento (Massa/Massa) |
|-----------------------------|--------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| A-0 | 0% | 1:2:9 | 1,05 | 100% | - | - |
| A-10 | 10% | 1:2:9 | 1,05 | 90% | 10% | - |
| A-20 | 20% | 1:2:9 | 1,05 | 80% | 20% | 0,5% |
| A-30 | 30% | 1:2:9 | 1,05 | 70% | 30% | 1% |

Fonte: Os autores

Os corpos de prova desenvolvidos na pesquisa foram preparados segundo a norma ABNT NBR 13279, utilizando-se moldes prismáticos de 4x4x16cm. Sua cura foi feita em ambiente do laboratório. Para cada ensaio, foram produzidos três corpos de prova. Os resultados apresentados nos gráficos de cada ensaio representam a média dos valores obtidos por essas três amostras de cada tipo argamassa. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizados testes nos estados fresco e endurecido, todos de acordo com as respectivas normas. No estado fresco, as argamassas foram submetidas ao teste de Squeeze Flow (ABNT NBR 15839:2010), que consiste na aplicação de uma força em uma determinada velocidade sobre um corpo

de prova cilíndrico de argamassa fresca, avaliando o deslocamento sofrido em função dessa força. Nesse teste, a taxa de cisalhamento adotada para análise de comportamento da argamassa foi de 0,1mm/s. No estado endurecido, foram realizados testes de densidade (ABNT NBR 13280:1995), de resistência à compressão (ABNT NBR 13279:2005), de resistência à tração na flexão (ABNT NBR 13279:2005) e de módulo de elasticidade (ABNT NBR 15630:2008). Os resultados foram avaliados com base nos limites mínimos de desempenho para argamassas de assentamento e revestimento previstos pela norma ABNT NBR 13749:2013. Foi realizada a análise de variância com os resultados das argamassas no estado endurecido a fim de verificar se existe diferença significativa entre os resultados obtidos nos ensaios. Para tanto, foi utilizado um nível de significância de 0,01.

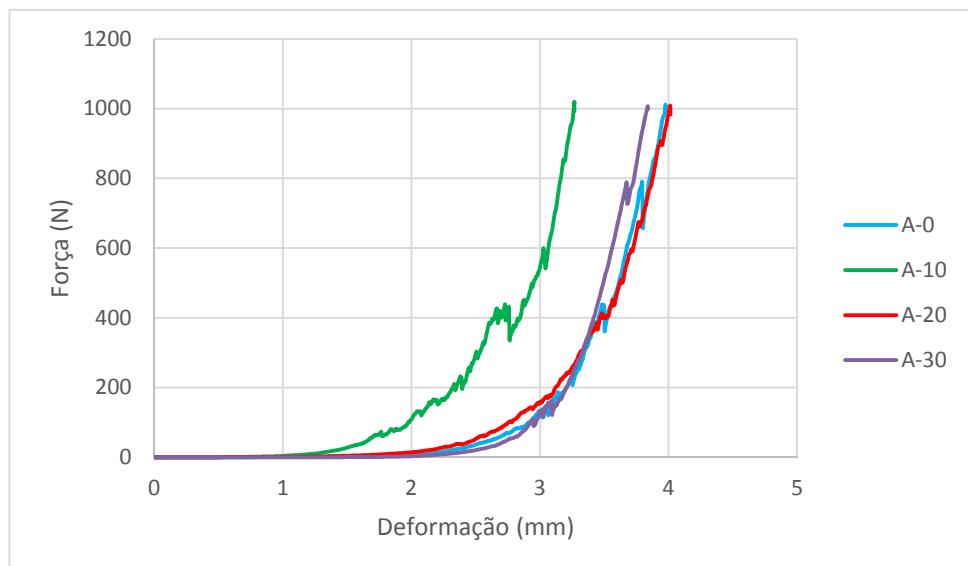
3 RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados obtidos na pesquisa. Cada teste pede a confecção de três corpos de prova por traço. Os dados e gráficos aqui apresentados mostram o resultado da média simples entre os valores de cada corpo de prova, para cada traço.

3.1 Squeeze Flow

A Figura 4 consiste em um gráfico comparativo das curvas médias obtidas para cada traço no teste de Squeeze Flow. Cada curva representa o valor médio aproximado de três repetições.

Figura 4: Gráfico comparativo Squeeze Flow



Fonte: Os autores

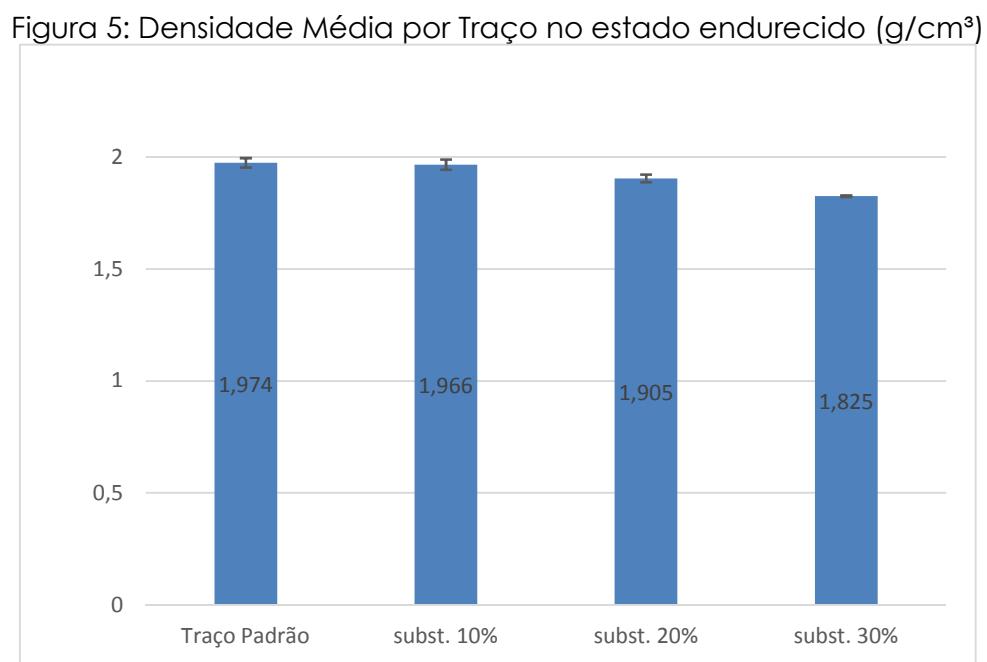
Analizando as curvas, é possível verificar que a substituição do agregado por resíduo influenciou o comportamento reológico da argamassa. A argamassa contendo a substituição de 10% do volume apresentou maior resistência à

deformação, indicando uma trabalhabilidade inferior. Já as argamassas A-20 e A-30 mantiveram o padrão de trabalhabilidade da mistura padrão A-0. Pode-se atribuir esse resultado a presença do aditivo plastificante nas argamassas A-20 (0,5% da massa de cimento utilizada) e A-30 (1% da massa de cimento utilizada), pois este garantiu maior fluidez nas misturas que tenderiam a ser menos trabalháveis devido a absorção de água pelo resíduo empregado.

Sendo assim, observa-se que é possível compensar a perda de fluidez das misturas – devido a presença do resíduo – por meio da adição de plastificante, garantindo aspectos de trabalhabilidade similares aos da argamassa padrão A-0.

3.2 Densidade no estado endurecido

A Figura 5 apresenta os resultados de densidade no estado endurecido das argamassas estudadas.



Fonte: Os autores

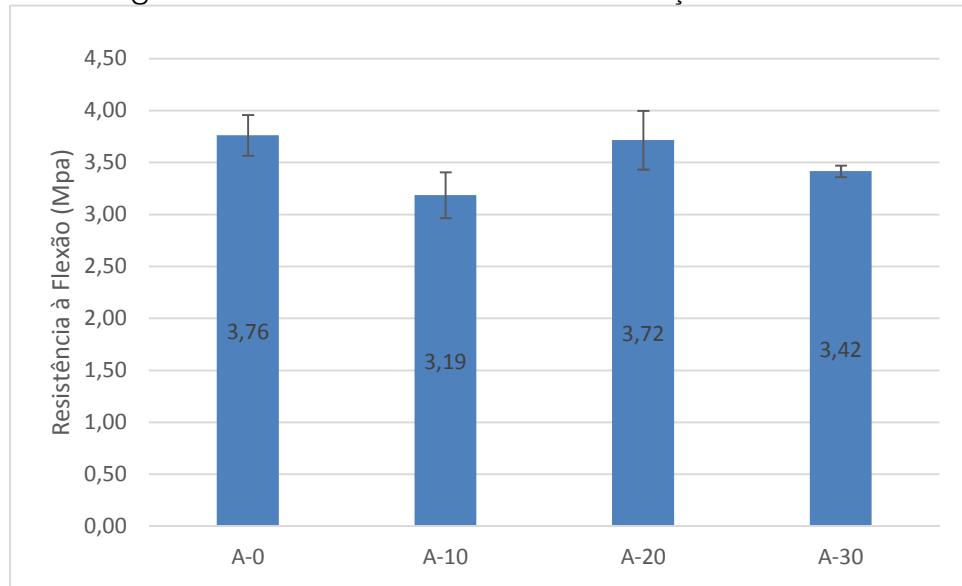
Ao se analisar os resultados apresentados no gráfico 3 é possível verificar que a substituição do agregado por resíduo de EVA e poliéster provocou redução na densidade das argamassas estudadas. As argamassas A-10 não apresentaram diferenças de densidade significativas comparadas às das argamassas A-0. As argamassas A-20 e A-30 apresentaram redução, sendo que a A-30 reduziu aproximadamente 8% da densidade quando comparada com a argamassa de referência A-0. Os resultados apresentados estão condizentes com os apresentados por Santiago (2008), onde em sua pesquisa a adição de EVA fez com que o concreto apresentasse menor massa específica no estado endurecido. De acordo com a análise de ANOVA, os resultados de densidade de todas as amostras são

estatisticamente diferentes entre si, comprovando que o resíduo interferiu na densidade das argamassas.

3.3 Resistência à tração na flexão

Os resultados obtidos para o teste de resistência à tração da flexão estão presentes na Figura 6.

Figura 6: Resultados de resistência à tração na flexão



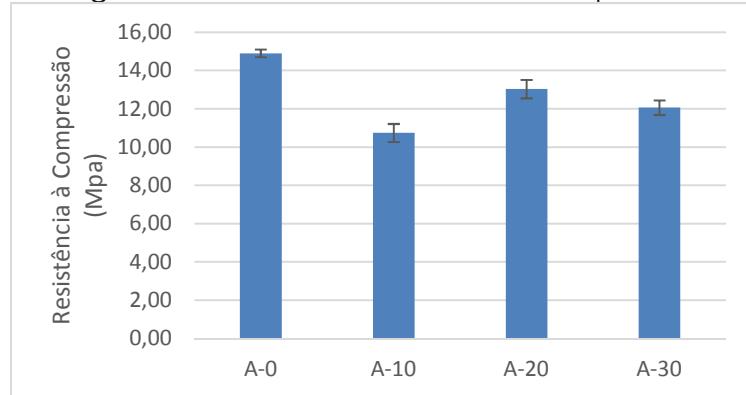
Fonte: Os autores

Comparando-se a argamassa de referência A-0 com as demais argamassas foi possível observar que a substituição do agregado por resíduo prejudicou a resistência à tração na flexão das argamassas. Mesmo contendo o menor teor de resíduo, argamassa A-10 foi a que apresentou menor resistência entre as amostras estudadas. A argamassa A-10 manteve a mesma relação a/c que as demais, contudo a ausência de aditivo pode ter prejudicado a mistura e, com isso, ter produzido uma argamassa pouco homogênea e com menor resistência. A amostra A-20, apresentou pequena redução da resistência quando comparada às argamassas A-0. Ao se aumentar ainda mais o teor de rejeito, a resistência à tração na flexão da amostra A-30 volta a cair para um valor intermediário entre a A-10 e A-20. O gráfico apresentado indica que existe um teor ótimo de adição do resíduo, no qual a resistência à tração na flexão se mantenha quase igual ao da argamassa A-0, e que ao se afastar do valor ótimo o resíduo prejudica a resistência da argamassa. Bem como no ensaio de densidade, a análise de variância demonstrou que os resultados das argamassas, para o ensaio de resistência à tração na flexão, são estatisticamente diferentes entre si, sendo assim, a análise estatística comprovou a influência do EVA sobre as argamassas para ensaio de tração na flexão.

3.4 Resistência à compressão

Os resultados do teste de resistência à compressão estão presentes na Figura 7.

Figura 7: Resultados do teste de compressão



Fonte: Os autores

Assim como o apresentado no ensaio de resistência à tração na flexão, a adição do resíduo fez com que a argamassa apresentasse o mesmo comportamento no ensaio de resistência à compressão. A substituição 10% do agregado por rejeito provocou um decréscimo da resistência à compressão maior que a substituição de 30%. É possível que a redução da resistência à compressão da A-10 seja em função da ausência do aditivo, assim como no caso da resistência à tração na flexão. A argamassa A-20 apresentou maior resistência mecânica provavelmente pelo teor ser o mais próximo do teor ótimo de substituição. Mesmo com a redução da resistência à compressão, todas as amostras contendo resíduo ainda apresentaram resistência à compressão adequada para aplicação. Em sua pesquisa, Santiago (2008) substituiu 50% do agregado natural por EVA e o concreto contendo EVA apresentou redução da resistência à compressão em até 74%. Neste caso, a amostra com menor resistência, A-10, apresentou redução de 28%. Estatisticamente, a argamassa A-20 apresentou valor igual aos das argamassas A-0 e A-30. Com isso, a análise de ANOVA demonstrou que a utilização do teor de 30% de substituição gerou também boa resistência mecânica.

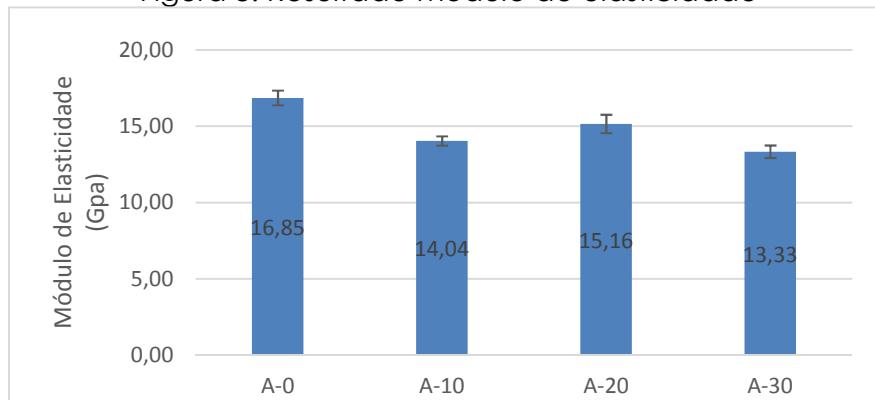
3.5 Módulo de elasticidade

Os resultados do teste de módulo de elasticidade estão na Figura 8.

Analizando-se os resultados apresentados da Figura 8, é possível verificar que a adição do resíduo de EVA e poliéster reduziu o módulo de elasticidade das argamassas estudadas, assim como no trabalho de Santiago (2008). As argamassas A-10 e A-20 apresentaram baixo módulo de elasticidade, contudo a que apresentou menor resultado foi a A-30. Para certas aplicações, não é desejável que a argamassa apresente elevado módulo de elasticidade, a fim de se evitar a rigidez excessiva da peça. Portanto, a redução do módulo de elasticidade das argamassas promove argamassas

mais trabalháveis e menos suscetíveis à fissuração.

Figura 8: Resultado módulo de elasticidade



Fonte: Os autores

Sendo assim, a argamassa A-30 além de apresentar o maior consumo de rejeito também obteve o menor módulo de elasticidade, mostrando-se uma argamassa passível de aplicação. Em relação à análise de variância, todas as amostras apresentam resultados estatisticamente equivalentes, com exceção da comparação entre as amostras A-0 e A-30. Estas amostras apresentaram resultados diferentes entre si, demonstrando que para substituição de 30% o EVA alterou o comportamento da argamassa. Para os outros casos, a substituição do agregado por resíduo não determinou alteração do módulo de forma significativa.

A Tabela 2 mostra os valores de resistência a tração e compressão e o módulo de elasticidade previstos na norma NBR 13479, comparados aos valores obtidos em cada mistura.

Tabela 2: Tabela Valores de Resistência a Tração e Compressão e Módulo de Elasticidade – Classificação segundo a Norma NBR 13479.

| | | Resistência a Tração na Flexão (MPa) | Resistência a Compressão (MPa) | Módulo de Elasticidade Dinâmico (GPa) |
|-----------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| NBR 13749 | Classe Mínima Prevista | R5 | P5 | E5 |
| | Valor Mínimo Previsto | 2,7 a 4,5 | 5,5 a 9,0 | 12 a 20 |
| A-0 | Classe Obtida | R6 | P6 | E6 |
| | Valor Obtido | 3,76 | 14,9 | 16,85 |
| A-10 | Classe Obtida | R5 | P6 | E5 |
| | Valor Obtido | 3,19 | 10,74 | 14,04 |
| A-20 | Classe Obtida | R6 | P6 | E5 |
| | Valor Obtido | 3,72 | 13,22 | 15,16 |
| A-30 | Classe Obtida | R6 | P6 | E5 |
| | Valor Obtido | 3,42 | 12,06 | 13,33 |

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Após analisar os resultados, pode-se perceber que o objetivo da pesquisa foi cumprido, ou seja, propor uma destinação adequada para os resíduos de EVA e poliéster, provenientes da indústria calçadista na construção civil, avaliando seu emprego em argamassas em substituição parcial ao agregado miúdo.

Com os resultados apresentados nessa pesquisa é possível afirmar que ambos os mercados, da construção civil e calçadista, são beneficiados. Na construção civil, cria-se a possibilidade da utilização de um produto diferente, reduzindo a necessidade de emprego da areia e promovendo a redução da exploração de materiais naturais. Para o setor calçadista, é interessante que o rejeito não tenha apenas destino adequado como que seja útil em outras aplicações.

Apesar dos corpos de prova de substituição 20% serem os que apresentaram os resultados mais próximos ao padrão, os corpos de prova com substituição 30% são os que apresentam melhor resultado em relação ao objetivo da pesquisa, que é reduzir o consumo de agregado natural e utilizar o maior teor possível de rejeito. Mesmo que a argamassa A-30 apresente certa deficiência em relação à A-20, o défice não é suficiente para torná-la inaplicável. Sendo assim, essa pesquisa demonstra que não só o rejeito de EVA e poliéster podem ser aplicados em argamassas, como a substituição do agregado natural pode ser feita em teores elevados. E além de apresentar resultados próximos da argamassa padrão, as argamassas A-20 e A-30 também apresentaram resultados satisfatórios em relação aos limites de utilização previstos na norma NBR 13479, mostrando viabilidade e segurança na utilização de tais resíduos na confecção de argamassas para assentamento e revestimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao investimento da empresa Calmart na pesquisa e desenvolvimento dessa solução, que nos trouxe o problema para ser resolvido e financiou os materiais para teste. Agradecemos também o aluno Lucas Catarin, que nos apresentou à Calmart, sendo um dos intermediadores do projeto. Gostaríamos também de agradecer ao LATECA – Laboratório de Tecnologia de Argamassas do Departamento de Construção Civil da UFPR, pela infraestrutura cedida e suporte fornecido com relação a testes e análises.

Agradecemos a Coem Jr, consultoria de engenharia mecânica da UFPR, que através do projeto junto à Calmart propiciou a escrita deste artigo.

Agradecemos a todos que trabalharam tanto na parte prática quanto na teórica desse projeto, através de horas de pesquisa e testes, sendo estes Gianfranco Daroit Cavassin, Letícia Tiemi Kubo, Leonel Bueno Neto, Matheus Akihiro Goya e Rodrigo Lunardon Tokars.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 7217**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos; determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 1995

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

_____. **NBR 13479**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15630**: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através de propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15839**: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze flow. Rio de Janeiro, 2010.

GLATTHOR, A.; SCHWEIZER, D. **Rheological Lab Testing of Building Formulations**. (Hercules GmbH, Düsseldorf), ConChem Conference 1994

GONÇALVES, J.C.S. **Arquitetura sustentável**: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, p.51-81. Out./dez.2006.

GUNTHER, W.M.R. Minimização de resíduos e educação ambiental. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA, 7. Curitiba, 2000. **Anais...** Curitiba, 2000.

ILDEFONSO, J.S. **Análise de viabilidade técnica da utilização do copolímero Etileno Acetato de Vinila (EVA) descartado pela indústria calçadista em misturas asfálticas (processo seco)**. 2007. 335f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil: Transportes) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

KAZMIERCZAK, C. S. **Desenvolvimento de Componentes para a construção civil a partir de resíduos da indústria calçadista** - metodologia. Reciclagem e Reutilização de resíduos como materiais de construção civil. São Paulo, 25- 26 Nov. 1996. São Paulo: ANTAC, 1996.

LELLES, L.C. et al. **Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água**, 2004. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa- Viçosa, 2004.

POLARI FILHO et al. A reciclagem de resíduos da indústria de calçados (EVA) na execução de painéis de vedação na construção civil: avaliação de desempenho. In: II Encontro Temático Meio Ambiente e Educação Ambiental, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2003.

SANTIAGO, E.Q.R. **Utilização de agregados de EVA e RCD para a obtenção de concretos leves.** 2008. 185f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SAVASTANO, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibras vegetais:** reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo. 2000. 152 f. Tese (Livre docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TOMMASI, L.R. 1994. **Estudo de Impacto Ambiental.** Ed. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 354p.