

ESTUDO DA ADERÊNCIA DE ARGAMASSA INCORPORADA COM POLITEREFTALATO DE ETILENO MICRONIZADO

Priscila Maria Sousa Gonçalves Luz¹; Tassila Ramos Porto²; Camila Gonçalves Luz Nunes³; Rayane de Oliveira Silva⁴; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça⁵

^{1,2} Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental; Departamento de Engenharia Civil Universidade Federal de Campina Grande; Campina Grande – PB; priscilaluz55@gmail.com; tassilaporto@gmail.com

³ Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental; Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal da Paraíba; João Pessoa – PB; camilanunes.engcivil@hotmail.com

⁴ Graduanda em Engenharia Civil; Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande – PB; rayanneoli96@gmail.com

⁵ Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande; Campina Grande – PB; ana.duartemendonca@gmail.com

Resumo: O desenvolvimento urbano relaciona-se diretamente com o aumento da produção de resíduos. Desse modo, é necessário elaborar técnicas para que esse crescimento ocorra de maneira sustentável, de forma a reduzir a produção de resíduos e lhes proporcionar destino adequado. Dentre os materiais mais produzidos industrialmente, estão os polímeros, sendo o mais comum deles o Politereftalato de etileno (PET). O tempo de degradação natural do PET é entre 100 e 400 anos, o que impede sua produção de forma sustentável. Nesse sentido, é viável dar-lhe destinos que proporcionem um aumento da vida útil sem descartá-lo completamente, como incorporá-lo em materiais de construção. Este trabalho tem como objetivo avaliar a aderência de argamassas incorporadas com politereftalato de etileno micronizado no teor de 20%. Para realizar o referido experimento as marcações dos corpos de prova, os cortes do revestimento, as colagens das pastilhas no substrato e o ensaio de resistência de aderência foram efetuados em consonância com a norma da ABNT NBR 13528:2010. Foram executados dois painéis de emboço com dimensões de 97 cm de altura, 85 cm de largura e 2 cm de espessura para realização dos ensaios nas idades de 7 e 14 dias. Os arrancamentos indicaram que a argamassa incorporada com PET teve redução de sua resistência de aderência à tração.

Palavras-chave: propriedades, material alternativo, construção civil.

INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada uma das principais atividades para o desenvolvimento da sociedade, porém é uma atividade que causa grandes impactos ambientais, modifica o meio ambiente e gera grandes quantidades de resíduo (TESSARO et al. 2011). Os institutos de pesquisa e as próprias empresas da construção civil têm tentado viabilizar a gestão de resíduos, sugerida primeiramente pela academia, seguida de legislações internacionais e por fim incorporada à própria legislação nacional (DUARTE, 2014).

Dentre os diversos resíduos tem-se o Politereftalato de Etileno (PET), que é o mais comum dos resíduos de construção e dos resíduos sólidos urbanos atrás apenas dos resíduos orgânicos. O PET é um material que leva de 100 a 400 anos para se degradar, reduz a capacidade física dos aterros, dificulta a percolação de gases e líquidos, causa aumento do tempo para

estabilização da matéria orgânica, apesar de ser inerte, ou seja, suas fibras não causam contaminação para os solos e lençóis freáticos (DUARTE 2014).

O Politereftalato de etileno (PET) é um termoplástico largamente utilizado em todo o mundo para a fabricação de embalagens, notadamente garrafas para bebidas carbonatadas; esse derivado de petróleo, substância não renovável, produzido a partir da resina de polietileno de baixa densidade, pode levar séculos para se decompor de forma natural. Entre as principais características do PET, pode-se destacar a baixa densidade, a transparência, o brilho, o bom desempenho em diferentes performances, a segurança e a facilidade de moldagem, além de proporcionar uma alta resistência mecânica e química (GONÇALVES *et al.*, 2012). O PET possui também uma excelente barreira para gases e odores. Devido às excelentes características, tem conquistado um grande espaço no mercado de resinas termoplásticas, crescendo exponencialmente nos últimos anos. O baixo custo de produção e consequente aperfeiçoamento de seu processo de fabricação, fez do PET um dos principais plásticos da atualidade (SILVA *et al.*, 2009).

Decorrente da crescente utilização do PET em embalagens plásticas a necessidade de sua reciclagem tornou-se imperativa, visto que este material quando descartado no meio ambiente, reduz a capacidade física dos aterros, dificulta a percolação de gases e líquidos, causa aumento do tempo para estabilização da matéria orgânica, apesar de ser inerte, no entanto, suas fibras não causam contaminação aos solos e lençol freático (DUARTE, 2014), assim, estudos para determinação das propriedades do material reciclado vêm sendo abordado uma vez que sua produção tem crescido a uma taxa de 10% ao ano (FERRO, 2012).

Deste modo estudos para estudos para determinação das propriedades do material reciclado vêm sendo abordado cada vez mais. Uma das soluções encontradas por pesquisadores para o reaproveitamento deste tipo de resíduo foi sua utilização na construção civil, uma vez que foi observado que os rejeitos de alguns ramos industriais poderiam ser utilizados como matéria-prima na fabricação dos materiais utilizados na construção (DUARTE, 2014).

O reaproveitamento do PET ajuda a diminuir os problemas ambientais e agregar valor a um resíduo. Dessa maneira este estudo tem como objetivo avaliar a aderência de argamassas com adição de um teor de 20% de PET, através da análise das propriedades físicas e mecânicas da argamassa com PET micronizado.

METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios foram utilizados os seguintes materiais:

- Agregado miúdo: O agregado miúdo, utilizado na pesquisa, foi do tipo natural proveniente de jazida do leito do Rio Paraíba, apresentando diâmetro máximo de 2,36 mm, finura igual a 2,42%, massa específica de 2,6 g/cm³, massa unitária solta igual a 1,53 g/cm³, e teor de materiais pulverulentos de 0,07%.
- Cimento: Foi utilizado o Cimento Portland CPII-Z 32, apresentando massa específica igual a 2,96 g/cm³ e finura igual 2,7%.
- Politereftalato de Etileno: O polímero utilizado foi do tipo micronizado, obtido da reciclagem de garrafas PET, classificado como plastômero, e com a denominação de Politereftalato de etileno (PET), foi adquirido na indústria de DEPET Reciclagem localizada no município de Campina Grande-PB;
- Água: fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Caracterização do agregado miúdo

Para início dos estudos foi necessário a seleção e caracterização dos materiais. Para a areia foram realizados os ensaios de granulometria, massa específica e massa unitária. A granulometria é a distribuição dos diâmetros dos grãos da areia e foi determinada segundo a NBR 7217 (ABNT, 1987). Já a massa específica representa a massa de uma unidade de volume e foi determinada com o uso do frasco de Chapman, segundo prescreve a NBR 9776 (ABNT, 1987). Para concluir a caracterização da areia a massa unitária do agregado em estado solto é obtida pelo quociente da massa pelo volume do recipiente em que se encontra e sua determinação seguiu a NBR 7251 (ABTN, 1982).

Caracterização do cimento

Após finalizada a caracterização da areia foram realizados os ensaios de finura e massa específica para avaliar a qualidade do cimento. A finura do cimento é o percentual, em massa, de grãos que ficam retidos na peneira nº 200, sua determinação foi feita segundo a NBR 11579 (ABNT, 1991) e a massa específica do cimento foi determinada com o uso do frasco volumétrico de Le Chatelier seguindo os procedimentos da NBR 6474 (ABNT, 2001).

Caracterização do Politereftalato de Etileno (PET)

Espectroscopia de Infravermelhos com Transformadas de Fourier (FTIR)

Com esse ensaio obtém-se espectros de absorção, emissão, fotocondutividade ou de difração de Raman de infravermelhos de um sólido, líquido ou gás. Um espectrômetro FTIR recolhe, ao mesmo tempo, dados de uma vasta gama espectral, o que lhe verifica uma vantagem sobre o espectrômetro dispersivo, que mede a intensidade num intervalo muito estreito de comprimentos de onda em cada medição.

Análise Térmica Diferencial (DTA) e Termogravimétrica (DTG)

As análises térmicas diferenciais (DTA) e termogravimétricas (DTG) de PET foram realizadas em equipamento BP Engenharia, Modelo RB 3000, operando a 12,5°C/min. A temperatura máxima utilizada nas análises térmicas será de 300°C e o padrão utilizado nos ensaios de ATD foi o óxido de alumínio (Al₂O₃) calcinado.

Dosagem da argamassa

Foram executados dois painéis de emboço sobre uma parede de alvenaria já com chapisco, em um traço 1:2:8 em volume, sendo um para referência e outro com substituição de 20% em massa do agregado por PET. O volume de água utilizado foi definido como o preciso para dar a trabalhabilidade necessária à execução do revestimento. A Figura 1 contém os painéis já executados.

Figura 1: Painéis de argamassa executados



FONTE: Autoria própria (2017)

Cada painel possuía dimensões de 97 cm de altura, 85 cm de largura e aproximadamente 2 cm de espessura. No painel de referência, utilizaram-se 2,15 kg de cimento, 3,25 kg de cal, 20,72 kg de areia e, para a trabalhabilidade adequada, 5500 ml de água. O painel incorporado de PET foi executado,

também, com 2,15 kg de cimento e 3,25 kg de cal. No entanto, ao substituir 20% da massa de areia por PET, utilizaram-se 16,58 kg de areia, 4,14 kg de PET e 6000 ml de água.

Determinação da resistência de aderência à tração

A resistência de aderência à tração dos painéis foi determinada segundo a NBR 13528 (ABNT, 2010). O ensaio consiste em realizar, com auxílio de uma furadeira, cortes circulares com 50 mm de diâmetro, espaçados 50 mm entre si e das extremidades do revestimento, no painel até atingir a alvenaria; em seguida, são coladas pastilhas, por onde a argamassa será arrancada, sobre o revestimento cortado. Faz-se o arrancamento através das pastilhas com um equipamento capaz de aferir a tensão necessária para arrancar o revestimento.

A norma prescreve que sejam realizados 12 arrancamentos para a idade de 28 dias, ou 56 no caso de argamassas executadas com cal. Entretanto, neste trabalho, foram feitos arrancamentos nas idades de 7 e 14 dias, para acompanhar a evolução da resistência dos painéis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Execução do revestimento

Durante a execução do revestimento a argamassa incorporada com PET apresentou pouca aderência, de forma que não aderiu à parede quando lançada com a colher do pedreiro, assim tornou-se necessário aumentar a quantidade de água de 5550 ml para 6000 ml. Porém, mesmo com esse aumento para melhor a aderência e trabalhabilidade, foi preciso uso de um método alternativo de assentamento da argamassa: coloca-la na parte inferior da parede e espalhá-la em sentido ascendente com a desempenadeira.

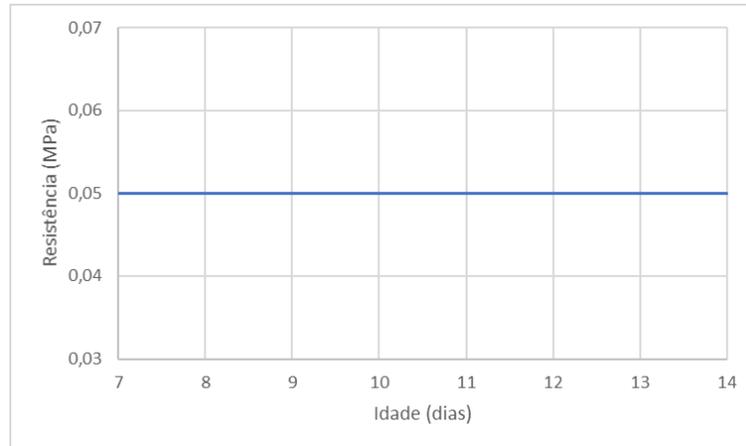
Isso indica que o PET retém água na argamassa, fato que corrobora com dados de Mansur (2007), a qual realizou estudos com poli (álcool vinílico) (PVA) e observou que, quanto maior o teor de polímero, maior a retenção de água e mais consistente o revestimento. A autora atribui esses fatos ao aumento da viscosidade e ao efeito da selagem dos poros devido à formação de um filme polimérico na argamassa.

Em termos práticos, apenas a necessidade de um método diferenciado de aplicação do revestimento já resultaria em uma inviabilidade para o uso da argamassa incorporada com PET.

Resistência de aderência à tração

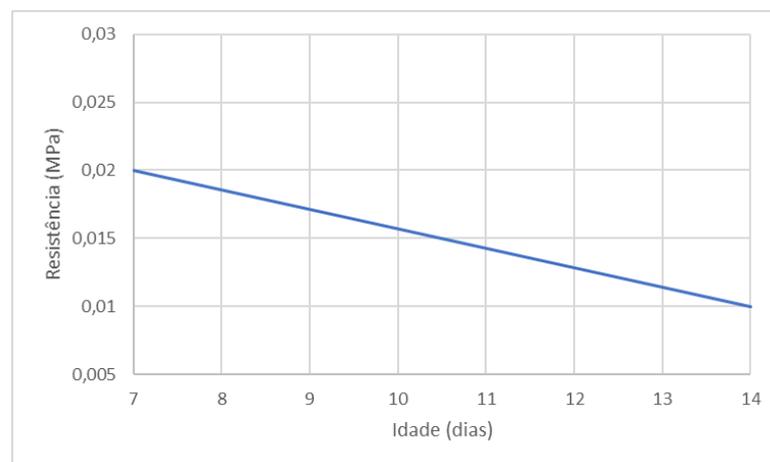
Nas Figuras 2 e 3 encontram-se os resultados dos arrancamentos onde é possível observar a evolução da resistência de aderência à tração para cada painel ao longo das idades estudadas.

Figura 2: Evolução da resistência de aderência à tração - Painel de Referência



FONTE: Autoria própria (2017)

Figura 3: Evolução da resistência de aderência à tração - Painel incorporado de PET



FONTE: Autoria própria (2017)

Na Figura 2 é possível observar que não houve aumento da resistência do painel de referência entre as idades estudadas. No entanto, a tendência natural é que este valor aumente ao longo do tempo, tendo em vista que os arrancamentos foram realizados em idades precoces. Já na análise do gráfico da Figura 3, verifica-se a redução da resistência em relação ao painel de referência. Vale salientar que esse resultado já era esperado, e não pode ser atribuído exclusivamente à substituição da areia por PET, devido ao aumento da quantidade de água em sua dosagem.

Também é perceptível que, ao contrário do que se espera de uma argamassa de cimento e cal, a resistência do painel incorporado de PET reduziu ao longo do tempo. Porém, faz-se necessário o estudo de idades mais avançadas para avaliar se esta tendência se manterá ou se, eventualmente, a resistência começará a aumentar.

Pode-se atribuir a baixa resistência e sua redução ao fato de que a incorporação de PET na argamassa aumenta sua consistência e viscosidade, prejudicando as reações de hidratação do cimento. Embora o trabalho de Mansur (2007) com PVA e Poli(etileno-co-acetato de vinila) (EVA) conclua que a adição de polímeros em argamassas não prejudica a hidratação do cimento aos 28 dias de idade, é possível que as reações sejam retardadas e prejudicadas em idades mais precoces, ou que o PET apresente comportamento químico diferente do PVA e EVA.

A norma NBR 13749 (ABNT, 2013) determina valores limites de resistência de aderência à tração para emboços, indicados na Tabela 1 apresenta. A norma estabelece que, pelo menos, 8 (oito) dos 12 (doze) arrancamentos apresentem os valores indicados.

Tabela 1: Limites de resistência de aderência à tração para emboço

Local	Acabamento	Mpa
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco $\geq 0,2$
		Cerâmica ou laminado $\geq 0,3$
	Externa	Pintura ou base para reboco $\geq 0,3$
		Cerâmica $\geq 0,3$
Teto		$\geq 0,2$

FONTE: NBR 13749 (2013)

A partir dos valores especificados na Tabela 6, percebe-se que o painel de referência e o painel incorporado com PET não atingiram as resistências mínimas determinadas por norma. Entretanto, a NBR 13749 (ABNT, 2013) indica estes valores para arracamentos feitos com, no mínimo, 28 dias de idade.

Decerto, embora apresentem valores muito baixos, não é possível concluir se a argamassa incorporada de PET alcançaria valores de resistência necessários ao uso em revestimentos de parede ou teto.

CONCLUSÕES

Analisando a dificuldade imposta na execução de revestimento devido à baixa trabalhabilidade e aderência, havendo a necessidade de modificar o método de aplicação do revestimento e a baixa aderência em relação ao painel de referência. É possível afirmar que, no teor estudado, a incorporação de PET em argamassas de revestimento seria inviável para utilização em obras. Grandes obras costumam funcionar sobre cronogramas e atrasos devidos à metodologia de aplicação de emboço não seriam bem aceitos.

Também vale salientar que este trabalho não avaliou a viabilidade econômica da incorporação de PET em argamassas, sendo esta uma análise necessária para uso mercadológico deste material alternativo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6474**: Cimento Portland – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

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

_____. **NBR 7251**: Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1982

_____. **NBR 9776**: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987

_____. **NBR 11579**: Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº200). Rio de Janeiro, 1991

_____. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

FERRO, S. **Revista Plástico Moderno**. São Paulo, n. 331, p. 8-20, 2012.

DUARTE, E. B. de L. **Resistência à compressão de argamassa composta por resíduo de construção e demolição e politereftalato de etileno (PET) em flocos**. São Paulo, 2014.

GONÇALVES, L. S; TOMMASELLI, M.A.G. **Verificação da Condução Térmica de Concretos Produzidos com a Incorporação de Diferentes Concentrações de Garrafa PET**. Dourados. Mato Grosso do Sul, 2012.

SILVA, T. C; MIRANDA, L. F. Estudo Comparativo das Propriedades Do Poli (Tereftalato de Etileno) Virgem e Reciclado. São Paulo. 2009.

TESSARO, A. B. et al. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes de construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. Pelotas, 2011.