

Estudo da utilização de agregados de policloreto de vinila (PVC) na execução de contrapisos e camadas de regularização

Utilization of aggregates of polyvinyl chloride to produce sub-floors and regularization layers

RESUMO

Ana Flávia do Nascimento
Oliveira
anaoli.1998@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

José Ilo Pereira
ilofilho@yahoo.com.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

Este trabalho apresenta um estudo sobre o uso de PVC micronizado como substituto parcial do agregado miúdo natural de argamassas para contrapisos ou camadas de regularização, avaliando o desempenho em ensaios de resistência mecânica, condutividade térmica e absorção de água por capilaridade. Além disso, foi possível concluir que a substituição parcial do PVC em relação ao volume de areia pode ser considerada uma possível solução para a problemática do descarte de resíduos de construção e demolição, isso porque as argamassas com PVC na composição, apesar de apresentarem diminuição na resistência mecânica, também apresentaram aumento no desempenho das propriedades relacionadas à condutividade térmica e à absorção de água por capilaridade.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassa. Policloreto de vinila (PVC). Resíduos de construção e demolição (RCD).

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

This research project presents a study about the use of polyvinyl chloride (PVC) as partial substitute of natural fine aggregate of mortars for sub-floors or regularization layers, evaluating the performance of mechanical properties, thermal conductivity and water absorption by capillarity. Furthermore, it would be able that the replacement of sand volume for PVC can be considered one possible solution to the problematic of the disposal of construction and demolition waste (CDW), that's because the mortars with PVC in your composition, present decrease in the mechanical properties, however, they present improve in the thermal and water absorption properties.

KEYWORDS: Mortar. Polyvinyl chloride (PVC). Construction and demolition waste (CDW).

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil se destaca no setor produtivo, e apesar da sua importância no desenvolvimento econômico, ela é a responsável pela maior quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil. (PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2015, 2015). Desta forma, é necessário o estudo de soluções para que o desenvolvimento seja sustentável, e, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), desenvolvimento sustentável é definido como aquele “que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades”. Visto isso, a utilização dos resíduos de construção e demolição (RCD) para a produção de novos materiais de construção pode ser considerada uma das alternativas para minimizar a problemática apresentada.

Entre os resíduos sólidos gerados na construção civil em geral, pode-se citar o policloreto de vinila (PVC), o qual representa 4,7% do total de plásticos e cerca de 0,7% do resíduo total gerado no Brasil (INSTITUTO DO PVC, 2012). O segmento da construção civil é responsável pelo consumo de mais de 60% do PVC fabricado no Brasil (LIMA; ROCHA; KONAGANO, 2012), por isso a relevância desse material no setor. Segundo um estudo realizado pelo Instituto do PVC (2012), o índice de reciclagem de PVC no Brasil foi de apenas 19% em 2011. A reciclagem mais indicada para o PVC, quando há homogeneidade do material, é a mecânica, isso porque possui baixa produção de poluição e grande aceitação no âmbito mundial (BARBOSA, 2015), porém depende de programas de incentivo de coleta seletiva da sociedade. Logo, a reciclagem do PVC ainda não é difundida em grandes escalas, o que gera uma problemática em relação ao seu descarte.

Em relação ao contrapiso residencial, para atender aos requisitos da NBR 15575, que trata do desempenho da edificação, esse deve apresentar características que lhe confirmem resistência ao carregamento exposto e ao desgaste, deve ser resistente à absorção de água, para favorecer a estanqueidade da residência e, também, apresentar bom isolamento térmico para facilitar a conservação de energia.

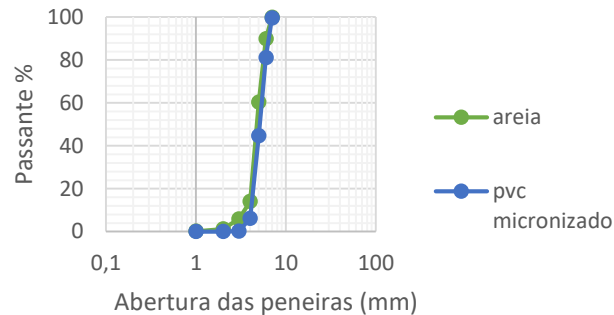
Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a influência do PVC como substituto parcial do agregado miúdo natural de argamassar para contrapiso de regularização, através da realização de ensaios de determinação da composição granulométrica, resistência à tração na flexão, resistência à compressão, condutividade térmica e absorção de água por capilaridade, e compará-los aos resultados da argamassa de referência (sem PVC).

MATERIAIS

O cimento utilizado para a produção de todos os traços de argamassa estudados foi o cimento *Portland* tipo II, CP II Z 32, destinado à aplicações gerais. Além disso, a areia utilizada como agregado miúdo foi caracterizada como média, conforme a NBR 7217. E, também, foi utilizado PVC rígido micronizado, sendo este resíduo de tubos e forros de PVC, como substituto parcial do agregado miúdo, isso

porque sua granulometria é similar à granulometria da areia media, como mostrado na figura 1.

Figura 1: Gráfico do ensaio de granulometria e do PVC micronizado



Fonte: Autoria própria (2019).

MÉTODOS

Para a análise dos ensaios de determinação da composição granulométrica, resistência à tração na flexão, resistência à compressão, condutividade térmica e absorção de água, foram feitos quatro traços de argamassa, sendo uma de referência, sem PVC, e os demais com 10, 12,5 e 15% de PVC em relação ao volume de areia, sendo que as porcentagens foram escolhidas com base nos resultados do ensaio de fluidez (*flow table*), sem a adição de aditivos plastificantes. O traço com 15% de PVC foi o limite para um desempenho planejado. Todos os traços possuem relação água/materiais secos igual a 1:3, e também, todas as proporções foram feitas de modo a atingir um índice de consistência de 300mm de diâmetro na *flow table*, regido conforme a NBR 7215 (2019).

Para a avaliação da resistência à tração na flexão, foram realizados ensaios conforme a NBR 13279 (2005), na qual os corpos de prova, três para cada traço, como citado anteriormente, foram rompidos após 7 dias, em cura seca em câmara úmida, com umidade relativa do ar de $80 \pm 5\%$ e temperatura controlada de 23°C .

A resistência à compressão também foi avaliada utilizando a metodologia baseada na NBR 13279 (2005), para as idades de cura de 7 e 28 dias, sendo que para as duas idades o ensaio foi realizado de forma triplicada, na máquina de ensaio universal (EMIC).

Para avaliar a condutividade térmica, foram feitos quatro corpos de prova em formato de placa, com dimensões iguais a 20 cm x 20 cm x 2 cm, sendo uma de cada traço, como já citado. Então, cada placa, após 28 dias em cura hidratada, foi colocada em um protótipo constituído por uma câmara externamente toda em chapa *Oriented Strand Board* (OSB), com 14 mm de espessura, revestida internamente com uma manta cerâmica, e a tampa, com lateral para encaixe na altura de 10 cm, revestida de maneira que ao fechar ocorra uma vedação perfeita no interior da caixa. A temperatura máxima foi de aproximadamente 40°C , para isso, lâmpadas incandescentes foram utilizadas como fonte de calor, com o objetivo de obter uma temperatura ascendente.

A transferência de calor das placas foi analisada a partir da definição de uma diferença de temperatura entre as duas superfícies, inferior e superior da amostra em regime permanente, por meio de um termômetro com *Datalogger* e dois termopares com a função de registrar a sequência de temperaturas no sistema. Com os termopares fixos na amostra e o *Datalogger* na posição externa, a câmara era fechada e acionada a fonte geradora de calor, então se iniciava o processo de leitura dos dados de temperatura nas duas faces da placa e no termômetro distante da placa, que serve para medir a temperatura no ambiente interno da caixa. Os valores das temperaturas foram registrados e armazenados para que, posteriormente, fossem analisados no software Excel. O ensaio foi baseado em Baldin (2018).

A absorção de água foi avaliada com base na metodologia da NBR 9779 (2012), onde placas com 20 cm x 20 cm x 2 cm, após secadas em estufa e resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente ($23 \pm 2^\circ\text{C}$), foram colocadas em caixas vedadas com água, com nível constante a 5 ± 1 mm acima da superfície inferior da placa, conforme descrito em norma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se concluir, através do ensaio de resistência à tração na flexão, que houve diminuição na resistência com o aumento da proporção de PVC, isso deve-se ao fato de que o PVC exsudou com a água de amassamento, deixando poros na parte inferior e reduzindo a resistência mecânica na face superior dos corpos de prova. No ensaio de resistência à compressão, da mesma forma que na resistência à tração na flexão, para as duas idades de cura, houve diminuição com o aumento da proporção de PVC, conforme o esperado e concluído por Senhadji et al. (2019) e Latroch et al. (2018), como mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Resistências à flexão na tração e à compressão expressos em Mpa

	Referência	10%PVC	12.5%PVC	15%PVC
Flexão 7 dias	3,46	2,6	2,08	1,57
Compressão 7 dias	11,69	7,67	6,28	4,48
Compressão 28 dias	14,25	12,23	9,41	6,34

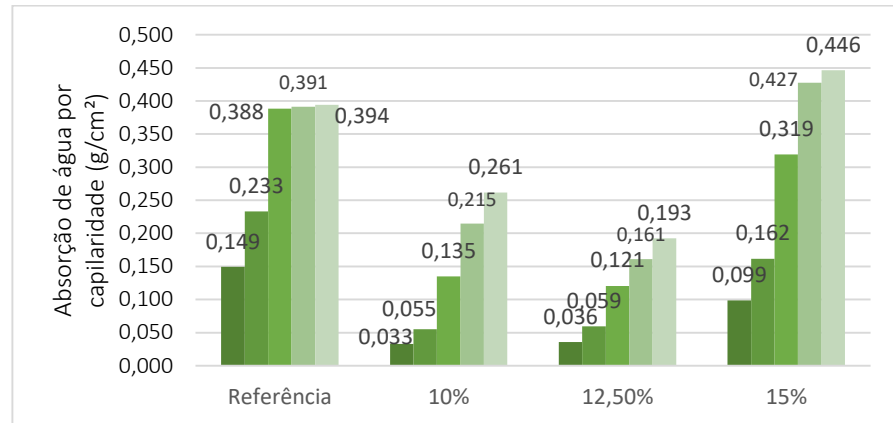
Fonte: Autoria própria (2019).

A partir do ensaio para a análise da condutividade térmica já descrito, foram realizadas médias dos valores obtidos para o coeficiente de condutividade térmica, e os valores finais obtidos foram 0,585 W/m.k para a placa de referência, 0,501 W/m.k para a placa com 10% de PVC, 0,464 W/m.k para a placa com 12,5% de PVC e 0,333 W/m.k para a placa com 15% de PVC. Então, a partir disso, foi possível verificar que a condutividade térmica diminui com o aumento da proporção de PVC, conforme o esperado, segundo Senhadji et al. (2019). Essa diminuição pode ser explicada pelo fato de que o coeficiente de condutividade térmica do PVC é menor que o coeficiente de condutividade térmica da areia.

A absorção de água por capilaridade foi verificada por intermédio do ensaio de absorção de água, NBR 9779 (2012). Os resultados obtidos, conforme a figura 2, mostram que o traço com 10% de PVC absorveu menos água que os demais traços durante as 6 horas iniciais do ensaio. No entanto, após o período das 6 horas

iniciais, o traço que apresentou melhor desempenho foi o traço de 12,5% de PVC, uma vez que absorveu uma quantidade de água menor que os outros traços. Também, foi possível concluir que o traço com 12,5% de PVC, analisando todo o período de ensaio, absorveu menor quantidade de água.

Figura 2: Gráfico do ensaio de absorção de água por capilaridade



Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e discutidos, foi possível concluir que apesar da areia natural e do PVC apresentarem composições granulométricas semelhantes, o PVC, quando utilizado como substituto parcial do agregado miúdo, necessita de uma maior quantidade de água de amassamento para atingir uma mesma trabalhabilidade, quando comparado à argamassas convencionais (sem PVC), conseqüentemente, a maior quantidade de água gerou diminuição da resistência mecânica, uma vez que a relação água/cimento aumentou proporcionalmente à quantidade de PVC. Além disso, o uso de PVC como substituto parcial do agregado natural pode ser considerado uma solução viável para a problemática do descarte e reutilização de resíduos de construção e demolição (RCD). Também, pode-se afirmar que o uso de argamassas com PVC é aceitável, uma vez que apresentou melhoria em relação às propriedades térmicas e em relação à absorção de água por capilaridade, sendo o traço com 12,5% de PVC o de melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2015. São Paulo: Abrelpe, 2015. Anual.

INSTITUTO DO PVC (São Paulo) (Ed.). BRASIL RECICLA 19% DO RESÍDUO DE PVC PÓS-CONSUMO GERADO NO PAÍS. 2012. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/brasil-recicla-19-do-residuo-de-pvc-pos-consumo1.624499>. Acesso em: 19 set. 2012.

LIMA, Ana Carolina A. C. de; ROCHA, Gabrielle S. da; KONAGANO, Noemy Yuri H.. A UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. Artigo. Belém: Abenge, 2012. p. 1 - 10.

BARBOSA, Tiago Ferreira. PVC NA CONSTRUÇÃO: Análise de algumas aplicações. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Abnt, 2013. 60 p.

PIVA, Ana Magda; BAHIANSE NETO, Miguel; WIEBECK, Hélio. A Reciclagem de PVC no Brasil. In: CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V.. Polímeros: Ciência e Tecnologia. São Carlos: Associação Brasileira de Polímeros - Abpol, 1999. p. 195- 200. Disponível em: <http://www.revistapolimeros.org.br/> . Acesso em: 25 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7217: Agregados – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: [s.n.], 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2019.

BALDIN, Claudia Regina Bernardi. Estudo da influência da substituição parcial do cimento por resíduos de cerâmica vermelha na transferência de calor em placas de fibrocimento. 2018. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

STANCATO, Augusto Cesare. Determinação da condutividade termica e da resistencia mecanica em argamassa leve. 2000. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos -Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.