

## **Avaliação da absorção de água e índice de vazios de argamassas incorporadas com politereftalato de etileno**

### **Evaluation of water absorption and void index of mortars incorporated with polyethylene terephthalate**

DOI:10.34117/bjdv7n3-407

Recebimento dos originais: 24/02/2021

Aceitação para publicação: 11/03/2021

#### **Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça**

Professora, Doutora em Engenharia Ciências e Engenharia de Materiais – UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: ana.duartemendonca@gmail.com

#### **Loredanna Melyssa Costa de Souza**

Doutora do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos – UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: loredannamcs@gmail.com

#### **Conrado César Vitorino Pereira da Silva**

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental  
(PPGECA) – UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: cesat.vtr@hotmail.com

#### **Valter Ferreira de Sousa Neto**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental – UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: valterneto51@gmail.com

#### **Thamires Dantas Guerra**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental  
(PPGECA) – UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: thamires\_guerra@hotmail.com

#### **Camila Gonçalves Luz Nunes**

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB  
Campus Universitário, s/n – João Pessoa-PB  
Email: camilanunes.engcivil@hotmail.com

#### **Pedro Henrique dos Santos Pereira**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
Campus Universitário, s/n – João Pessoa-PB  
Email: pedrohenrique.96ph@gmail.com

**Erika Vitória de Negreiros Duarte**

Mestre em Engenharia Civil - Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental UFCG  
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil  
Email: erika\_\_vitoria@hotmail.com

**RESUMO**

Nos últimos anos tem sido recorrente a preocupação dos países com questões relacionadas ao meio ambiente visto que há um consumo excessivo e ineficiente dos recursos naturais. Com isso, todos os seguimentos da sociedade procuram reduzir de alguma forma esse consumo. As argamassa são misturas homogênea de aglomerante, água e agregado miúdo, podendo ainda existir a presença de aditivos, são materiais utilizados na construção civil, possuem altas propriedades de aderência e endurecimento. Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a absorção de água e verificar e o índice de vazios de argamassas incorporadas com Politereftalato de etileno nos teores de 20% e 30% em substituição ao agregado miúdo. Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 5 cm x 10 cm para avaliação da absorção de água por imersão e índice de vazios. Observou-se que a incorporação que apresentou melhor desempenho foi a correspondente a 30% PET, pois as argamassas não apresentaram divergências considerativas para as propriedades avaliadas em relação às argamassas de referência.

**Palavras-chave:** Argamassa, resíduo, propriedades.

**ABSTRACT**

In recent years, the concern of countries with issues related to the environment has been recurrent, since there is an excessive and inefficient consumption of natural resources. Thus, all segments of society seek to reduce this consumption in some way. Mortars are homogeneous mixtures of binder, water, and fine aggregate; additives may also be present; they are materials used in civil construction and have high adherence and hardening properties. This work has as main objective to evaluate the water absorption and check and the voids index of mortars incorporated with 20% and 30% polyethylene terephthalate as a replacement for fine aggregate. Bodies of proof in the dimensions of 5 cm x 10 cm were molded for evaluation of water absorption by immersion and void index. Observou-se que a incorporação que apresentou melhor desempenho foi a correspondente a 30% PET, pois as argamassas não apresentaram divergências considerativas para as propriedades avaliadas em relação às argamassas de referência.

**Palavras-chave:** Argamassa, residue, propriedades.

**1 INTRODUÇÃO**

O avanço da construção civil indica diretamente o maior uso e exploração da argamassa, por ser um material de importância tamanha para esse setor. Assentamento, revestimento, contrapiso, vedação, entre outras, existem inúmeras aplicações para essa mistura argamassada, que apresenta propriedades imprescindíveis para o ramo da construção civil no Brasil e no mundo.

O sistema construtivo mais utilizado no Brasil é o que faz uso de paredes de alvenaria revestidas com camadas argamassadas, sejam chapisco, emboço e reboco, interna e externamente as edificações. Esse tipo de revestimento ocorre mais comumente em habitações para pessoas de baixa e média renda, no qual as placas à base de cimento e agregados minerais chegam a um total de 20% do custo médio das obras (RESENDE, 2013).

A NBR 13281 (ABNT, 2005) define argamassa como uma mistura homogênea de aglomerante(s), água e agregado(s) miúdo(s), podendo ainda existir a presença de aditivos. As argamassas são materiais utilizados na construção civil, possuem altas propriedades de aderência e endurecimento.

Os revestimentos argamassados tem a função de proteger as vedações e estruturas contra a ação do intemperismo, reduzindo assim a degradação das edificações, além de aumentar a durabilidade e reduzir os custos com manutenções e reformas, proporcionar isolamento térmico e acústico, vedação contra água, gases, proteção em caso de incêndio (VAZ, 2016).

As argamassas podem ser classificadas segundo uma série de critérios, dentre os quais estão o tipo e a natureza do aglomerante utilizado, a quantidade de aglomerantes utilizados na mistura, consistência da argamassa, função do revestimento, forma de preparo ou fornecimento, propriedades especiais, número de camadas de aplicação, ambiente de exposição, comportamento à umidade, comportamento à radiação, comportamento ao calor e ao acabamento de superfície. Ainda, com relação à sua função, a argamassa possui subdivisões, levando em consideração a utilização da mesma na obra, pode ser utilizada para assentamento de alvenaria, chapisco, emboço, reboco, contrapiso, rejuntamento e reparo.

O crescimento do Brasil tem impulsionado a busca por matérias primas, o que ocasiona uma preocupação cada vez maior com a disponibilidade dos recursos, tão quanto com a disposição final dos resíduos sólidos gerados. Encontrar uma forma de reutilizar estes materiais é uma alternativa para solucionar esses dois problemas. O estudo de novas tecnologias para o reaproveitamento de resíduos industriais poderá propiciar o desenvolvimento de novos produtos com conseqüente diminuição do descarte de resíduos e maximização da cadeia produtiva da indústria (MENDONÇA, et al, 2013).

Nos últimos anos tem sido recorrente a preocupação dos países com questões relacionadas ao meio ambiente visto que há um consumo excessivo e ineficiente dos recursos naturais. Com isso, todos os seguimentos da sociedade procuram reduzir de alguma forma esse consumo. De acordo com Agopyan (2011), o conceito de sustentabilidade busca um equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica.

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a absorção de água e verificar e o índice de vazios de argamassas incorporadas com Politereftalato de etileno nos teores de 20% e 30% em substituição ao agregado miúdo.

## 2 MATERIAIS E METODOLOGIA

Para realização deste estudo, foram utilizados os seguintes materiais:

Cimento: O cimento utilizado na pesquisa foi o CP II Z 32, apresentando massa específica de  $2,91 \text{ g/cm}^3$  e módulo de finura de 2,84%.

Agregado miúdo: Areia quartzosa retirada do leito do Rio Paraíba com módulo de finura de 2,42%, diâmetro máximo de 2,36 mm, massa específica de  $2,618 \text{ g/cm}^3$ , massa unitária no estado solto de  $1,429 \text{ g/cm}^3$  e teor de materiais pulverulentos de 0,07%;

Cal: Cal hidratada dolomítica, apresentando como principais compostos o óxido de cálcio e óxido de magnésio, sem partículas superiores a  $100 \mu\text{m}$ , significando que a cal possui um elevado teor de finos, apresentando para o diâmetro de  $5 \mu\text{m}$  um percentual de 54,30%;

Água: Destinada ao consumo humano fornecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA);

Politereftalato de etileno-PET: O polímero utilizado será do tipo micronizado, adquirido na indústria de PET Reciclagem localizada no município de Campina Grande-PB. Apresenta picos endotérmicos a partir da temperatura de  $200^\circ\text{C}$ , indicando a ocorrência de modificações físicas e químicas na composição do PET. Dentre suas estruturas funcionais típicas, destacam-se as bandas: em aproximadamente  $3000\text{cm}^{-1}$ , identificada pela vibração de deformação axial do grupo ( $=\text{C}-\text{H}$ ), presentes em compostos aromáticos (benzeno); em  $1709\text{cm}^{-1}$  estiramento  $\text{C}=\text{O}$  de ácido carboxílico, indicativo da banda; em  $1247\text{cm}^{-1}$  estiramento  $\text{C}(\text{O})-\text{O}$  de grupos éster; em 1091 e em

$1018\text{cm}^{-1}$  indicativo de estiramento da ligação C–O e aproximadamente  $726\text{cm}^{-1}$ , deformação angular dos carbonos dis-substituídos no anel aromático.

## 2.1 ESTUDO DA DOSAGEM DAS ARGAMASSAS

Foram moldadas corpos de prova de argamassa de referência e para cada teor de resíduo incorporado para as idades de cura de 7, 14, 21 e 28 dias. Utilizou-se um traço com as proporções de 1:2:9 (cimento:cal:areia) e  $f_a/c = 2,18$ . A Tabela 1 apresenta o quantitativo de materiais utilizados para moldagem dos corpos de prova de argamassa.

**Tabela 1:** Traço em massa para um corpo de prova de argamassa

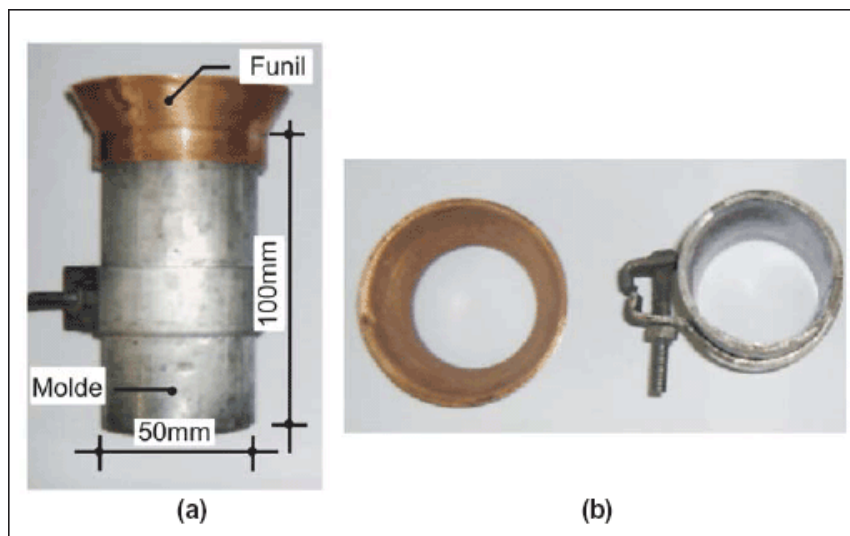
<b>Argamassa</b>	<b>Cimento (g)</b>	<b>Cal (g)</b>	<b>Areia (g)</b>	<b>PET (g)</b>	<b>Água (mL)</b>
<b>REF.</b>	33	66	296,96	0	71,93
<b>20% PET</b>	33	66	237,57	59,39	71,93
<b>30% PET</b>	33	66	207,87	89,09	71,93

## 2.2 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 5 x 10 (cm) para realização do ensaio de absorção e determinação do índice de vazios para as idades de 7,14,21 e 28 dias. Os resultados obtidos resultam da media aritmética de 3 corpos de prova.

A Figura 1 ilustra os moldes utilizados para confecção dos corpos de prova utilizados neste estudo. A Figura 1 ilustra os moldes utilizados para confecção dos corpos de prova utilizados neste estudo.

**Figura 1:** Moldes utilizados para confecção dos corpos de prova utilizados neste estudo



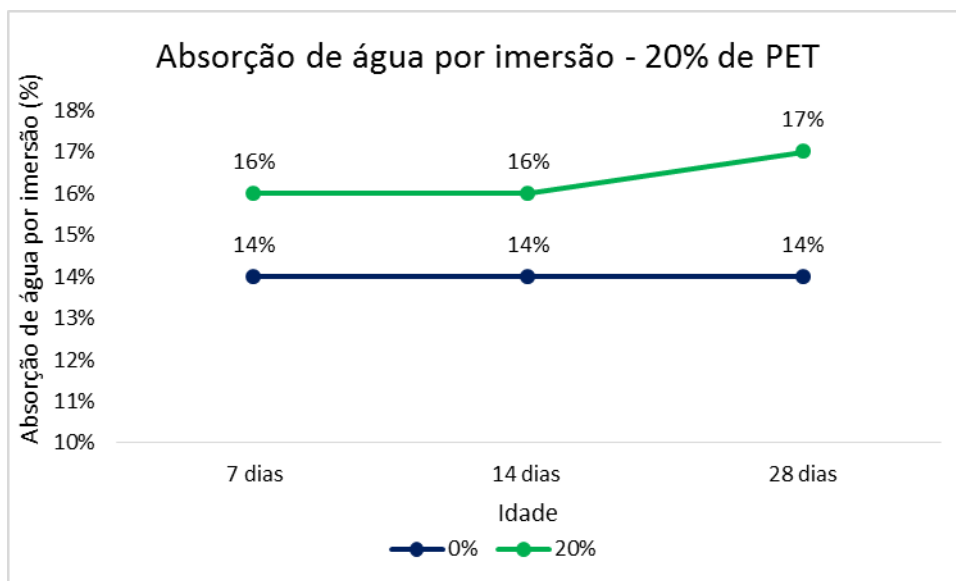
### 2.3 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA

Técnica utilizada para a verificação da resistência à compressão de argamassas feitas de cimento Portland, em seu estado endurecido. Todo o procedimento é feito através de uma adaptação da NBR 7215 (ABNT, 1997), que especifica a determinação de resistência à compressão de cimento Portland, e que foi modificada para a mensuração desta propriedade em argamassas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 verifica-se os resultados obtidos para absorção de água por imersão para as argamassas incorporadas com 20% de PET em substituição do agregado miúdo.

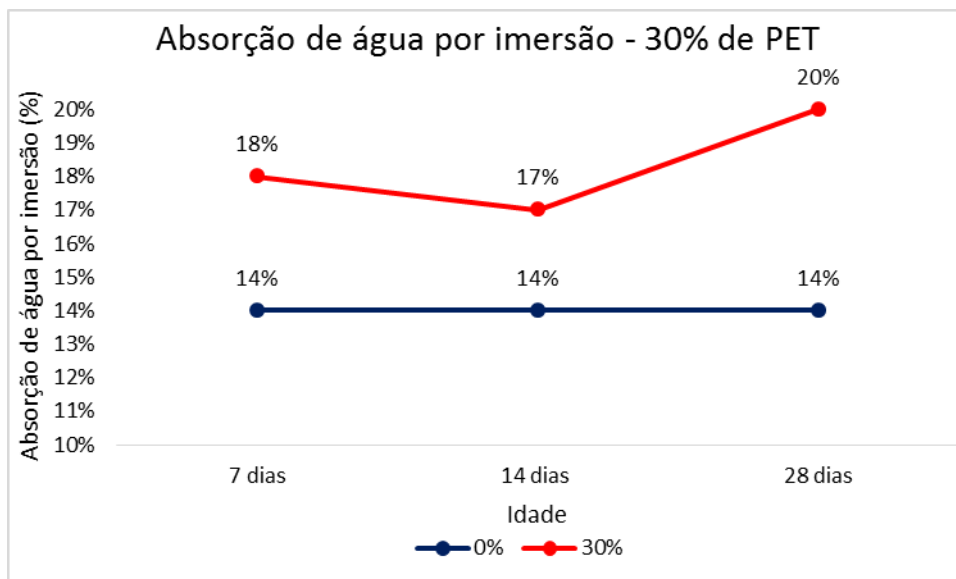
**Figura 2:** Absorção de água por imersão para incorporação de 20% de PET



De acordo com os resultados obtidos, é possível indicar que há um aumento da absorção de água com a incorporação do PET a um teor de 20%, em comparação com a argamassa de referência. Para a idade de 28 dias, houve um aumento de 3% da absorção de água, enquanto que a argamassa de referência permaneceu constante com 14% em todas as idades de avaliação.

Os resultados da absorção de água de argamassas incorporadas com 30% de PET, Figura 3.

**Figura 3:** Absorção de água por imersão para incorporação de 30% de PET



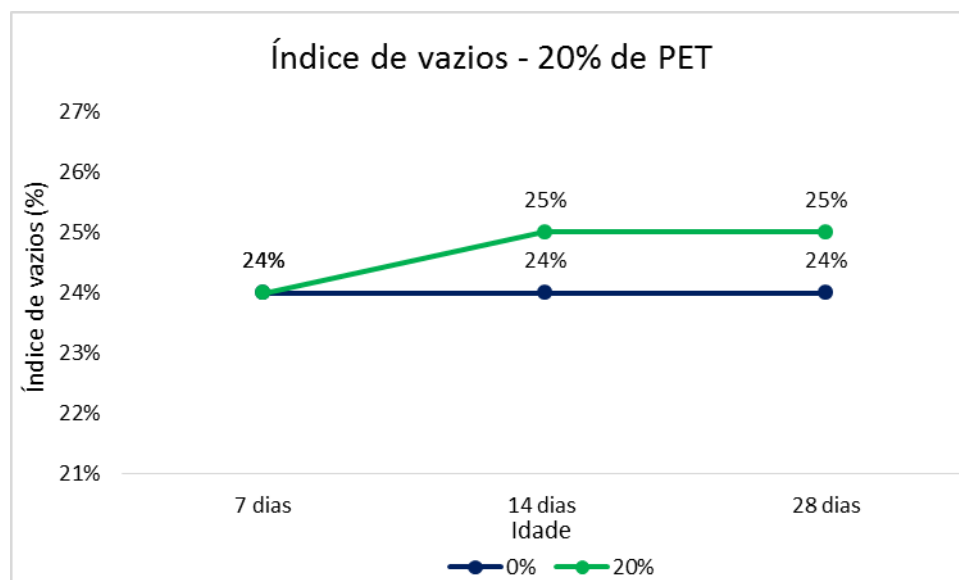
Para a incorporação de 30% de PET micronizado também houve um aumento na absorção de água por imersão. Aos 28 dias, o aumento foi de 6 %, o dobro do aumento que a incorporação de 20% de PET micronizado proporcionou para a mesma idade.

O aumento da absorção de água com a incorporação de PET ocorre devido à característica higroscópica desse resíduo, ele absorve a água e não a libera. Além disso, não há interação química entre o polímero e a matriz cimentícia, o que gera a porosidade residual, elevando assim a absorção de água.

Os dados encontrados corroboram com a pesquisa de Modro (2008), que avaliou a absorção de água de concretos de cimento Portland incorporados com três tipos de resíduos de PET reciclado em substituição de agregados minerais: Filme de PET (ou FI), areia de PET (ou AR) e flake de PET (ou FL). Os três tipos de resíduo PET se apresentam em granulometrias e texturas diferentes. Os teores de incorporação utilizados foram 1%, 2%, 3% e 4% vol para o filme de PET e 10%, 20%, 30% e 40% vol para a areia de PET e o flake de PET.

Na Figura 4 pode-se verificar os resultados para o índice de vazios da argamassa incorporada com 20% de PET micronizado em substituição ao agregado miúdo.

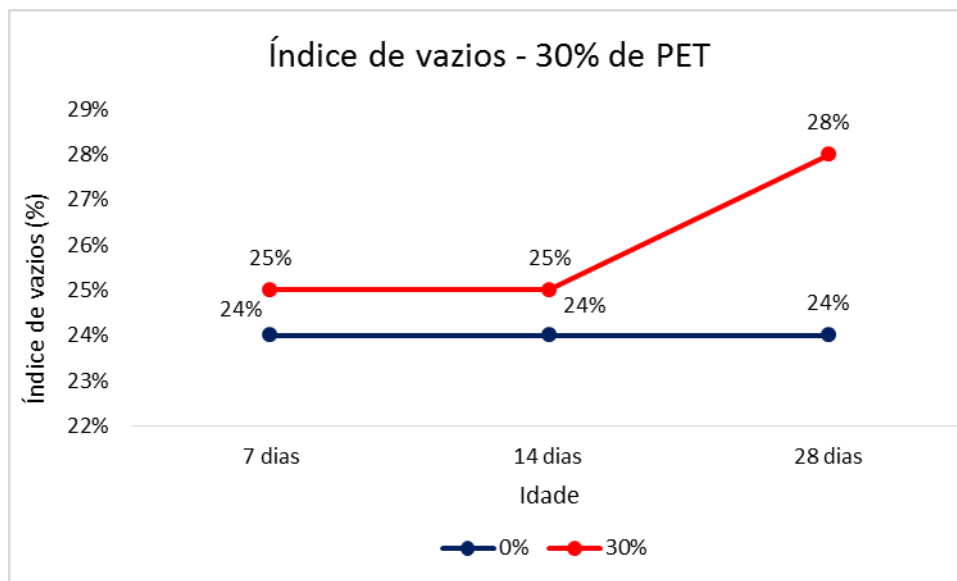
**Figura 4:** Índice de vazios para incorporação de 20% de PET micronizado



A incorporação do polímero a composição das argamassas aumentou o índice de vazios, isso fica ainda mais notável através da análise dos resultados obtidos para as argamassas incorporadas com 30% de PET, conforme Figura 5.



**Figura 5:** Índice de vazios para incorporação de 30% de PET micronizado



Aos 28 dias, há aumento de 4% do índice de vazios para as argamassas incorporadas com PET micronizado no teor de 30%. Essa redução deve-se a falta de interação química entre o polímero e a matriz cimentícia, isso gera vazios na estrutura interna da argamassa, e aliado a isso está a falta de aderência do resíduo aos demais componentes da mistura, por ser um material liso. Logo, não há um perfeito empacotamento, gerando poros na estrutura interna.

Modro (2008), em suas pesquisas, também avaliou a porosidade de concretos de cimento Portland incorporados com filme de PET, areia de PET e flake de PET, em substituição do agregado mineral. Os resultados obtidos indicaram que, para todos os traços de resíduos incorporados, há um aumento da porosidade dos concretos a medida que aumenta o percentual de substituições.

Ainda segundo Modro (2008), o aumento da porosidade, ou do índice de vazios, está ligado a área de superfície específica dos resíduos. Quanto mais irregular o resíduo, maior é sua área específica, é o caso da areia de PET, que para o teor de 40% teve um aumento de 14,14% no índice de vazios, em comparação com os concretos de referência. Para o filme de PET, no teor de 4%, e flake de PET, no teor de 40%, os aumentos de índices de vazios foram 1,97% e 7,87%, respectivamente.

Ressalta-se que a incorporação de PET micronizado reduziu a massa específica da argamassa em seus estados seco e saturado, para ambos os teores incorporados. Isso ocorre devido ao fato da massa específica do PET micronizado ser inferior a massa específica da areia, caracterizada nessa pesquisa em 2,618 g/cm<sup>3</sup>. Para a substituição

de 20%, a redução aos 28 dias das massas específicas seca e saturada foram de 11% e 9%, respectivamente. Para a substituição de 30%, a redução aos 28 dias, das massas específica seca e saturada foram de 19% e 15%, respectivamente. Logo, um maior percentual de substituição de PET ocasiona uma maior redução na massa específica, seca ou saturada.

#### 4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A substituição do agregado miúdo por PET gerou um aumento da absorção de água, em relação a argamassa de referência, apresentando uma maior absorção para o teor de substituição de 30% de PET.

- O uso do PET micronizado em substituição do agregado miúdo ocasionou o aumento do índice de vazios das argamassas. O maior aumento ocorreu para o teor de substituição de 30% de PET. Houve, com o aumento do percentual de substituição de PET, uma diminuição da massa específica da argamassa seca e saturada. As maiores diminuições se deram para o teor de 30% do polímero.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Ed. Edgard Blucher, v.5, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1997) NBR 7215. **Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro/RJ: ABNT

\_\_\_\_ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) NBR 9778. **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005), NBR 13281 **Argamassa para assentamento e revestimento de assentamento**, Rio de Janeiro: ABNT.

MENDONÇA, A. M. G. D; MONTEIRO H. B. S; CHAGAS FILHO, M. B. **Avaliação das resistências de concretos com adição de resíduo oleoso da indústria de e & p de petróleo sob influência da umidade**. In: X Congresso de Iniciação Científica da UFCG, 2013.

MODRO, N. L. R. **Desenvolvimento e Caracterização de Concreto de Cimento Portland Contendo Resíduos Poliméricos de PET**. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de M. Sc., UNIVILLE, Joinville, SC, Brasil, 2008.

RESENDE, Paulo Sérgio de Oliveira et al. **Efeito do Ar Incorporado em Argamassas de Revestimentos**. 2010.

VAZ, Camila Escaramusa. **Avaliação de desempenho de argamassa modificada: com areia de pet**. 2016.