

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO-MECÂNICO DE COMPÓSITOS CONSTITUÍDOS DE UMA MISTURA DE CELULOSE, CIMENTO E FLAKES DE PET APLICADOS COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Paulo Gedeão Barroso Gomes Júnior¹ – paulogedeaojr@gmail.com

Ana Carolina Souza Barros² – carol.s.barros@hotmail.com

Isabela Pessanha Valadares¹ – ipvaladares7@gmail.com

Sergio Rafael Cortes de Oliveira² – sergio.oliveira@iff.edu.br

José Luiz Ernandes Dias Filho¹ – jlernandes@hotmail.com

Neila Gondim de Azeredo² – gondim.neila@gmail.com

Demétrio Ferreira de Azeredo² – demetrio.iff@gmail.com

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

² Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro (IFF) – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Resumo: As pesquisas relacionadas ao tema da sustentabilidade ganham cada vez mais destaque nos dias atuais, visando a diminuição de danos ao meio ambiente e por atenderem a demanda por práticas mais racionais e novas tecnologias de construção civil. Diante desse contexto, o presente artigo apresenta o desenvolvimento de um compósito constituído de derivado de celulose, cimento e flakes de PET, avaliando as suas propriedades físicas como resistência à compressão, absorção de água e resistência ao desgaste pelo ensaio Slake Durability. Embora tenha apresentado valores de absorção de água acima do máximo permitido pela NBR 15270-2 (ABNT, 2017) – por exemplo, 31,41%, aos 28 dias, para o traço 1:3 + 10% -, o material compósito desenvolvido obteve resultados de resistência mecânica (5,08 MPa, para o traço 1:3 + 30% de PET, aos 90 dias, por exemplo) e ao desgaste por atrito satisfatórios (com perda de massa de 8,23% para o traço 1:4 + 10% de PET), indicando assim a sua viabilidade como material de construção alternativo. Ainda assim, serão necessários aprofundamentos em caracterizações e estudos que confirmam a relevância do material estudado.

Palavras-chave: Construção civil, Sustentabilidade, Lodo de celulose.

1. INTRODUÇÃO

O atendimento à demanda por práticas mais racionais e novas tecnologias da construção civil, a redução de danos ao meio ambiente e a minimização do déficit habitacional fazem com

que as pesquisas sobre materiais sustentáveis estejam em destaque no cenário mundial. Alguns dos principais materiais de construção utilizados são o cimento, o solo e as rochas, cujos processos de extração e beneficiamento são altamente poluentes e de elevada degradação ambiental. O setor da construção civil é conhecido por ser um dos principais responsáveis pela extração dos recursos naturais de um país, podendo consumir de 15% a 50% desses materiais. Torna-se, assim, uma indústria com elevado potencial de consumo de resíduos sólidos, devido à alta produção desses insumos, provenientes de demolições, o que pode minimizar os custos das obras (JOHN, 2008).

Segundo o Instituto Brasileiro de Árvores (IBÁ, 2016), a produção nacional de celulose, em 2016, atingiu a margem de $1,86.10^7$ toneladas e a produção nacional de papel ficou em torno de $1,02.10^7$ toneladas. Em 2013, o Brasil era o quarto maior produtor mundial de celulose, responsável por 9% da produção mundial, estando em um ranking liderado pelos Estados Unidos, China e Canadá. Aliado a isso, tem-se a questão dos resíduos sólidos oriundos das indústrias de papel e celulose, com alto custo de tratamento e gerenciamento, o que motiva diversas pesquisas em busca de alternativas para um melhor aproveitamento desses resíduos. Ressalta-se que essas indústrias geram grande diversidade e volume de resíduos, o que as coloca na mira dos órgãos fiscalizadores ambientais do país.

Existem diversos estudos voltados à utilização de materiais com o emprego de fibras de diversas origens, tais como o bagaço da cana-de-açúcar, a casca de arroz, vegetais (como as fibras de celulose), etc. Sobre esta última, são destacados aqui os trabalhos de Azevedo *et al.* (2017) e Fernandes Junior *et al.* (2017), que estudaram a viabilidade de incorporação de resíduo da fabricação de papel misturado ao solo-cimento na produção de blocos ecológicos modulares; Ferreira *et al.* (2010), que empregaram lodo residual da fabricação de papel, cinza de madeira do processo de queima de caldeiras e cal residual na confecção de blocos de vedação, abordando um comparativo com solo-cimento; Pinheiro (2008), que propôs a utilização do lodo incorporado à cerâmica vermelha para avaliar o efeito da presença do resíduo nas propriedades físicas e mecânicas da microestrutura do material cerâmico; Canellas (2005), que propôs a substituição parcial da areia natural por material granulado oriundo de garrafas PET, objetivando a produção de argamassas para uso na construção civil e Cazzonato, Nolasco e Armelin (2004), pela utilização do resíduo sólido industrial proveniente do processo de produção do papel para a produção de blocos e tijolos.

Com base em técnicas de processamento e utilização de materiais não convencionais, este artigo propõe o desenvolvimento e a avaliação do desempenho físico-mecânico, nas idades de 28 e 90 dias, de um material constituído de cimento, resíduo primário (lodo de celulose) da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de papel e *flakes* de PET, enfatizando a minimização do consumo de recursos naturais por meio da reciclagem de resíduos. A avaliação do comportamento mecânico dos compósitos se dá a partir dos ensaios de resistência à compressão uniaxial e ao desgaste por atrito pelo *Slake Durability*, complementados pela medição da capacidade de absorção de água dos compósitos criados, tendo como parâmetro a evolução de todas as características anteriormente levantadas para duas idades. Como justificativa, o presente estudo corrobora com uma alternativa de reciclagem dos componentes envolvidos, buscando assim diminuir os impactos ambientais oriundos dos despejos inadequados dos materiais citados e também dos métodos construtivos convencionais.

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa compreendeu, basicamente, as seguintes etapas:

Obtenção das matérias-primas. Para a confecção dos compósitos, foram utilizados os seguintes materiais: cimento *Portland* (CP-II-E-32), *flakes* de PET, água e lodo primário da estação de tratamento de efluentes (E.T.E.), este último descartado e disponibilizado por uma indústria de produção de papel.

Produção dos compósitos em diferentes traços. Após revisão bibliográfica e estudos prévios, foram adotados três traços para a confecção dos corpos de prova (CP's): 1:3, 1:4 e 1:5, de cimento *Portland* e lodo de celulose; os *flakes* de PET foram incorporados com as proporções de 10%, 20% e 30% em relação ao resíduo de lodo de celulose. A Figura 1 esquematiza os traços adotados para a confecção dos corpos de prova., os quais foram confeccionados em escala reduzida, feitos com moldes de tubos de PVC, nas dimensões de 10 cm de altura por 5 cm de diâmetro, para avaliação das propriedades e definição da proporção mais interessante do ponto de vista econômico-funcional, para que não existisse um consumo dispendioso de componentes da mistura;

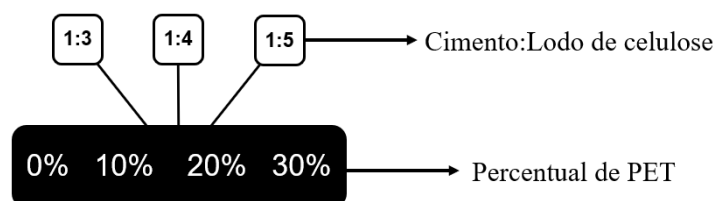


Figura 1- Proporções de cimento, lodo de celulose e *flakes* de PET.

Realização dos ensaios. Foram realizados ensaios de resistência à compressão, de absorção de água e de desgaste ao atrito pelo *Slake Durability* a fim de avaliar as propriedades físico-mecânicas, em duas idades (28 e 90 dias), para estabelecer um diagnóstico razoável e capaz de gerar informações consistentes a respeito do material compósito proposto. A Figura 2 apresenta a esquematização do processo produtivo executado para esta pesquisa.

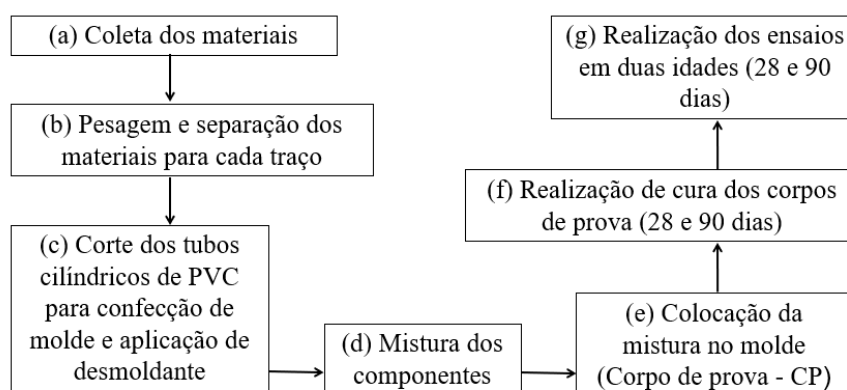


Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliação dos resultados, utilizou-se a análise estatística a partir do Critério de Chauvenet, de acordo com Cerqueira (2017), um método baseado na teoria da probabilidade, que faz a eliminação racional de dados que estão fora de uma tendência dominante.

3.1 Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o cálculo da resistência à compressão das amostras para as idades de 28 e 90 dias. A confecção dos corpos de prova e a execução deste ensaio obedeceu aos critérios estabelecidos pela NBR 7215 (ABNT, 1996).

Tabela 1- Resultado dos ensaios de resistência à compressão (MPa).

Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias
	σ S*	σ S*		σ S*	σ S*		σ S*	σ S*
1:3 + 0%	2,51	4,46	1:4 + 0%	2,22	3,91	1:5 + 0%	1,28	2,12
1:3 + 10%	0,31	0,44	1:4 + 10%	0,56	0,39	1:5 + 10%	0,20	0,42
1:3 + 20%	2,53	4,52	1:4 + 20%	2,02	3,29	1:5 + 20%	1,36	2,46
1:3 + 30%	0,16	0,26	1:4 + 30%	0,27	0,45	1:5 + 30%	0,04	0,19
1:3 + 0%	2,89	4,68	1:4 + 0%	2,36	3,58	1:5 + 0%	1,55	2,60
1:3 + 10%	0,17	0,35	1:4 + 10%	0,05	0,33	1:5 + 10%	0,07	0,07
1:3 + 20%	2,93	5,08	1:4 + 20%	1,89	3,30	1:5 + 20%	1,62	2,54
1:3 + 30%	0,32	0,31	1:4 + 30%	0,29	0,19	1:5 + 30%	0,06	0,11

*Desvio Padrão.

Foram confeccionados cinco corpos de prova por traço, totalizando 60 CP's em cada idade. As Figuras 3-a) e 3-b) apresentam o comportamento da resistência à compressão uniaxial para todos os traços nas idades de 28 e 90 dias, respectivamente. Admite-se, para fins comparativos, a faixa de resistência à compressão, de 1,5 a 3,0 MPa, estabelecida na NBR 15270-2 (ABNT, 2005) para blocos cerâmicos aplicados como alvenaria estrutural. A tensão de resistência à compressão uniaxial (σ) de cada corpo de prova é determinada pela Eq. (1), onde F é a força uniaxial compressiva (N) e A a área da seção do corpo de prova, em mm².

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

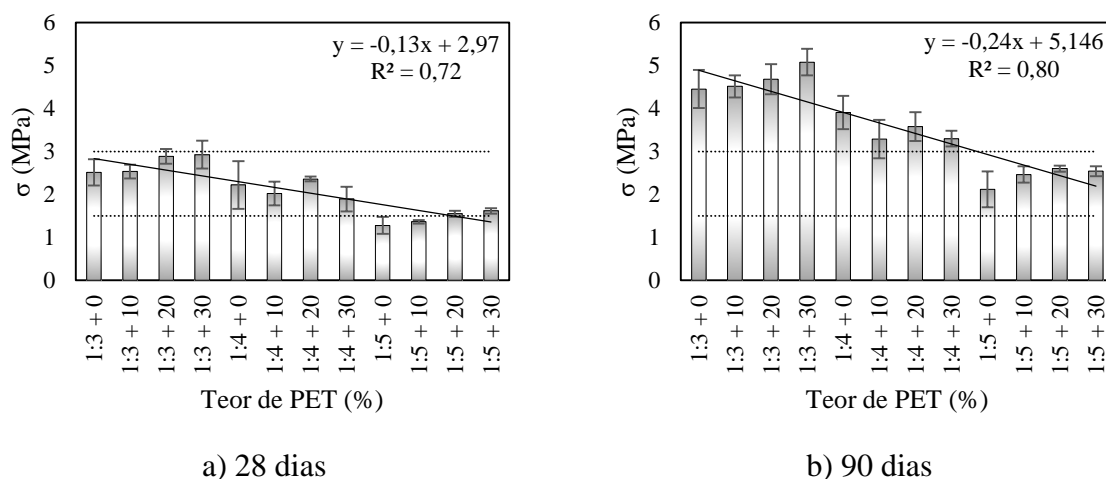


Figura 3- Valores médios de resistência à compressão uniaxial.

De acordo com a Figura 3, em ambas as idades, percebe-se que o aumento da proporção do resíduo industrial de lodo de papel contribui para a redução da resistência do compósito. Para as amostras ensaiadas aos 28 dias (Figura 3-a)), a tensão de resistência à compressão varia de 2,93 MPa (1:3 + 30%) a 1,28 MPa (1:5 + 0%), ao passo que, para 90 dias (Figura 3-b)), há

um ganho de resistência mecânica e os valores variam de 5,08 MPa (1:3 + 30%) a 2,12 MPa (1:5 + 0%). Considerando a faixa de resistência mecânica estabelecida por norma, apenas o traço 1:5 apresentou valores abaixo do esperado, em especial os traços 1:5 + 0% (sem adição de PET) e 1:5 + 10% (com adição de PET), nos ensaios realizados aos 28 dias. Uma justificativa possível para essa redução encontra-se em Paiva (2007), que traz a discussão a respeito do teor ótimo de presença de material inorgânico e fibras ideais para incorporação junto à matriz cimentícia, uma vez que não há uma relação proporcional entre a incorporação do resíduo e a queda de resistência.

Considerando a adição de PET nos traços estudados, Galvão *et al.* (2011) afirmam que a adição de materiais poliméricos, em baixos teores, não causam efeitos adversos na resistência à compressão do concreto. Quando se observa apenas a faixa com incorporação de *flakes* de PET, percebe-se a tendência para o ganho de resistência mecânica. Para as amostras ensaiadas aos 28 dias, a adição de PET representou um ganho de resistência de 15,56% para o traço 1:3 (para a faixa de 10 a 30% de PET), uma redução de 6,30% para o traço 1:4 e um ganho de 18,75% para o traço 1:5. Aos 90 dias, o comportamento se manteve, com ganho de resistência de 12,52%, 0,32% e 3,10% para os traços 1:3, 1:4 e 1:5, respectivamente, para a faixa de 10 a 30% de adição de PET.

Observa-se, como esperado, que houve ganho de resistência de 28 para 90 dias, uma vez que o tempo de cura é importante para o ganho de resistência em composições cimentícias. Hannant e Hughes (1986) *apud* Paiva (2007) abordam o efeito cicatrizante proporcionado pelo processo de hidratação do cimento durante o processo de cura e molhagem dos seus compósitos.

3.2 Ensaio de Absorção de Água

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o cálculo da absorção de água das amostras para as idades de 28 e 90 dias. O índice de absorção de água (A.A.) é expresso pela Eq. (2), onde m_u e m_s representam a massa úmida e a massa seca de cada amostra, respectivamente, dadas em gramas.

$$A.A. = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (2)$$

Tabela 2- Resultado dos ensaios de absorção de água (%).

Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias
	A.A. S*	A.A. S*		A.A. S*	A.A. S*		A.A. S*	A.A. S*
1:3 + 0%	16,88 3,58	22,10 0,50	1:4 + 0%	19,58 0,40	27,29 0,04	1:5 + 0%	24,18 0,82	32,81 0,26
1:3 + 10%	31,41 0,35	29,65 0,21	1:4 + 10%	29,60 2,47	28,26 0,29	1:5 + 10%	22,14 1,13	27,71 0,30
1:3 + 20%	24,42 0,97	24,25 0,10	1:4 + 20%	26,02 1,25	20,22 1,07	1:5 + 20%	29,88 1,56	25,99 0,62
1:3 + 30%	29,78 1,65	20,57 0,24	1:4 + 30%	27,00 1,80	20,61 0,31	1:5 + 30%	23,03 0,45	27,50 0,36

*Desvio Padrão.

Neste ensaio, foram analisados três corpos de prova por traço, totalizando 36 CP's em cada idade. A Figura 4 apresenta o comportamento da capacidade de absorção de água para todos os traços, nas duas idades avaliadas.

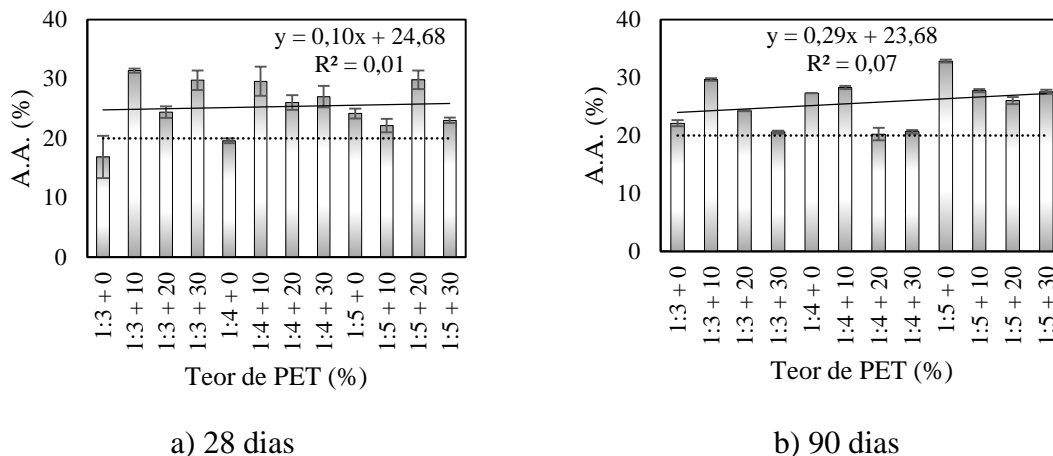


Figura 4- Valores médios de absorção de água.

Em relação à avaliação do ensaio de absorção de água, a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) determina que o resultado médio deve ser maior que 8% e menor que 22%. Porém, os valores obtidos estão acima do permitido; para o traço 1:5 + 0% (90 dias), por exemplo, o valor de absorção de água ultrapassa em 64,05% o limite pré-estabelecido. A variabilidade presente nos valores de absorção de água encontrados se dá pela composição do próprio material; Paiva (2007) afirma que, à medida em que se aumenta a proporção de resíduo industrial de lodo de papel, aumenta-se o índice de vazios, contribuindo para a absorção de água. Além disso, a capacidade de aglomeração do resíduo celulósico e sua difícil incorporação ao cimento, juntamente com o *flake* de PET e a sua hidrofobia, aumentam a porosidade do material; consequentemente, o nível de absorção de água também se torna alto. Ressalta-se que o aumento da presença de fibras celulósicas contribuiu decisivamente para o teor elevado de absorção de água. Em compósitos cuja característica exija baixa absorção de água, pode-se contornar o problema do uso do lodo de celulose com a aplicação de impermeabilizantes comerciais – neste caso, o custo econômico tende a aumentar (PAIVA, 2007).

3.3 Ensaio de resistência ao desgaste por atrito pelo *Slake Durability*

O ensaio de *Slake Durability* foi realizado com base na norma americana D4644-08 (ASTM, 2008). Este ensaio consiste na avaliação da perda de massa, por atrito, durante o rolamento das amostras dentro do cilindro de desgaste do equipamento. Este procedimento de desgaste superficial utiliza dez partículas com massas que variam de 40 a 60 g por unidade, com massa total variando de 450 a 550 g. Estas partículas são inseridas no cilindro de desgaste e submetidas a 200 revoluções por 10 minutos, consistindo assim um ciclo de desgaste. Esse procedimento deve ser repetido por cinco vezes, para fornecimento de dados mais concisos. Dias Filho (2012) empregou este procedimento, por exemplo, para estudar o efeito da energia de desgaste na previsão da durabilidade de gnaisses ornamentais empregados na construção civil. Neste artigo, para simplificação e avaliação do comportamento global de desgaste, adotou-se a Eq. (3) para determinação da perda de massa (P.M.) por *Slake Durability*:

$$P. M. = \left(\frac{m_0 - m_5}{m_0} \right) \times 100 \quad (3)$$

Na Eq. (3), m_0 representa a massa total do conjunto sem ter sido submetida ao desgaste e m_5 a massa total do conjunto no 5º ciclo de desgaste. A Tabela 3 apresenta o comportamento da perda de massa por desgaste superficial para as idades de 28 e 90 dias.

Tabela 3- Resultado da perda de massa (P. M.) das amostras submetidas ao *Slake Durability*.

Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias	Traço	28 dias	90 dias
1:3 + 0%	31,34 %	8,44 %	1:4 + 0%	33,84 %	9,04 %	1:5 + 0%	42,56 %	21,16 %
1:3 + 10%	32,79 %	13,86 %	1:4 + 10%	31,83 %	8,23 %	1:5 + 10%	37,72 %	19,17 %
1:3 + 20%	33,13 %	13,48 %	1:4 + 20%	35,46 %	16,21 %	1:5 + 20%	38,96 %	16,16 %
1:3 + 30%	36,38 %	8,86 %	1:4 + 30%	37,06 %	17,34 %	1:5 + 30%	42,84 %	25,70 %

A Figura 5 sintetiza os resultados de perda de massa para as idades e os dados supracitados na Tabela 3.

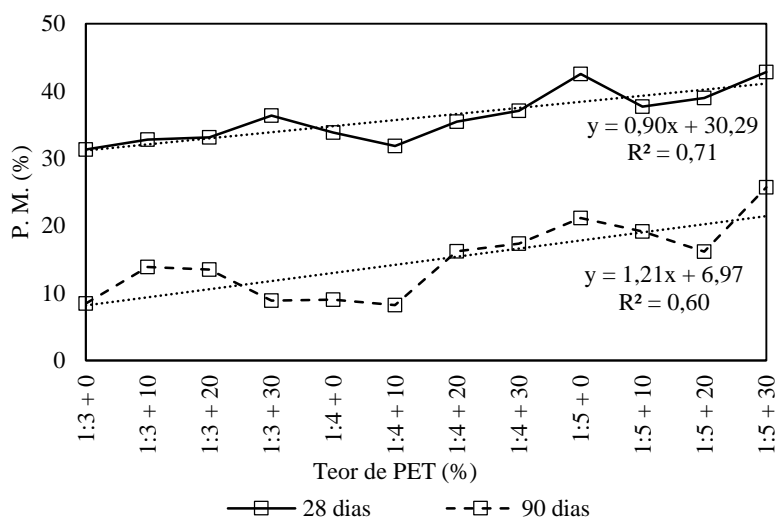


Figura 5- Evolução da perda de massa (P.M.) no ensaio *Slake Durability*.

A tendência comportamental da perda de massa ao desgaste por atrito revela que o aumento do teor de resíduo industrial, somado à adição de *flakes* de PET, é proporcional à perda de massa no ensaio. Isso ocorre devido o lodo residual da indústria de papel e o *flake* de PET serem materiais inertes, além da geometria do próprio polímero, o embricamento dos constituintes e a compactação da mistura que contribuem para uma disposição irregular dos particulados poliméricos, possibilitando assim uma composição estrutural que favorece a sua fragmentação por desgaste. Para o ensaio realizado aos 28 dias, o coeficiente de determinação $r^2 = 0,71$ afirma que 71% da amostragem relaciona-se linearmente com o comportamento esperado, ao passo que, para 90 dias, essa relação cai para 60% ($r^2 = 0,60$).

Além de permitir a avaliação da resistência ao desgaste por atrito, o ensaio pelo equipamento *Slake Durability* é utilizado pela academia como um parâmetro para se avaliar a relação existente entre a energia de desgaste e a durabilidade dos materiais estudados. Maia *et al.* (2003) definiram faixas de desgaste no ensaio *Slake Durability* para diferentes níveis de durabilidade de materiais rochosos. Admitindo que o nível de desgaste define o comportamento de durabilidade aceitável para aplicabilidade em uma obra de engenharia, pode-se fazer a previsão da vida útil dos materiais estudados. A Tabela 4 apresenta a classificação da durabilidade de rochas brandas de acordo com a sua perda de massa no ensaio.

Tabela 4- Classificação da durabilidade de materiais rochosos pelo ensaio *Slake Durability*.

Classificação da Durabilidade	Perda de Massa (%)		
	1° ciclo	2° ciclo	5° ciclo
Muito alta	< 1	< 2	< 5
Alta	1 – 2	2 – 5	5 – 15
Medianamente alta	2 – 5	5 – 15	15 – 40
Média	5 – 15	15 – 40	40 – 70
Baixa	15 – 40	40 – 70	70 – 80
Muito Baixa	> 40	> 70	> 80

Fonte: Gamble (1971).

A Figura 5 apresentou os resultados no ensaio *Slake Durability* após o 5° ciclo de desgaste, comparados à massa inicial conforme determinado pela Eq. (3). Para o ensaio realizado aos 28 dias, a perda de massa varia de 31,34% (traço 1:3 + 0%) a 42,84% (traço 1:5 + 30%), enquadrando-se na faixa de classificação da durabilidade medianamente alta. Após 90 dias de cura, a perda de massa diminuiu, e a sua variabilidade encontra-se na faixa de 8,23% (traço 1:4 + 10%) a 25,70% (traço 1:5 + 30%), sendo as amostras classificadas, em relação à sua durabilidade, como alta – medianamente alta.

4. CONCLUSÕES

O estudo atenta a necessidade de preservação ambiental, reconhecendo a tendência de escassez dos recursos naturais e o acúmulo crescente de lixo urbano, apontando a necessidade de novas abordagens e soluções técnicas visando à sustentabilidade das atividades da construção civil.

Com relação aos resultados obtidos pelo ensaio de resistência à compressão uniaxial, conclui-se que, para todos os traços estudados, o material compósito atendeu as quantificações estabelecidas pela NBR 7215 (ABNT, 1996). Apenas os traços 1:5 + 0% e 1:5 + 10% não atenderam as condições normativas aos 28 dias, com resistências respectivas de 1,28 MPa e 1,36 MPa. Após 90 dias de cura, estes mesmos traços obtiveram ganhos de resistência de 65,62% e 80,88%, respectivamente.

O ensaio de absorção de água procedeu-se obedecendo a NBR 15270-2 (ABNT, 2005). Porém, os resultados encontrados não apresentaram um comportamento tendencial; apenas os traços 1:3 + 0% e 1:4 + 0% tiveram os seus valores de absorção de água abaixo do limite máximo estabelecido por norma – em ambos os casos, para a idade de 28 dias. A presença de celulose é um dos fatores responsáveis pela elevada absorção de água, somados à presença de *flakes* de PET, à heterogeneidade da mistura e o embricamento do compósito que favorece o surgimento de poros.

Através dos ensaios preliminares do *Slake Durability* foi indicado que o material compósito proposto por este artigo possui características que encontram paralelo, em termos de resistência ao desgaste por atrito, à materiais rochosos de durabilidade alta a medianamente-alta.

De modo geral, a incorporação combinada dos materiais na constituição do compósito foi satisfatória, apontando resultados positivos quanto à qualidade e eficiência desejadas do produto. Sugerem-se novas caracterizações e estudos que confirmem a relevância deste material de construção, levando-se em consideração os impactos ocasionados pelo consumo de materiais pelo setor construtivo e suas consequências para o meio ambiente.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À cooperação de todos os envolvidos no projeto de pesquisa, ao IFF - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos-Centro e à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pelo espaço cedido para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 7215 (1996). Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 8 p.
- ABNT. NBR 15270-2 (2017). Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 11 p.
- ASTM. D4644 (2008). Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Similar Weak Rocks. United States. American Society for Testing and Materials. International, 2008. 4 p.
- AZEVEDO, A. G. R., MONTEIRO, S. N., FERNANDES JUNIOR, W., THEOPHILO, M.M. D., ALEXANDRE, J., FRANÇA, B. R., ZANELATO, E. B., OLIVEIRA, S. R. C. (2017). Estudo da viabilidade de produção de tijolo modular composto por resíduo da fabricação de papel e cimento. In: 72º Congresso Anual da ABM, Rio de Janeiro. Anais do Congresso Anual da ABM. São Paulo: Editora Blucher, p. 3846.
- CANELLAS, S. S. (2005). Reciclagem de PET visando a substituição de agregado miúdo em argamassas. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, 78p.
- CAZZONATTO, A. C.; NOLASCO, A. M.; ARMELIN, M. C. (2004). Aproveitamento de Resíduo da Indústria de Papel na Fabricação de Tijolo Compactado. In: ICTR 2004 – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004, Florianópolis: ICTR e NISAM (USP). p. 3717 - 3725.
- CERQUEIRA, N. A. (2017). Parâmetros físicos e mecânicos de blocos prensados e queimados de cerâmica vermelha para uso como alvenaria estrutural. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, p. 186.
- DIAS FILHO, J. L. E. (2012). Estudo do Efeito da Energia de Desgaste na Previsão da Durabilidade de Gnaisses Ornamentais de Pádua-RJ. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, p. 83.
- FERNANDES JUNIOR, W., VELLASCO, M. A. O., NUNES, I. N., ALEXANDRE, J., OLIVEIRA, S. R. C., MONTEIRO, S. N., AZEVEDO, A. G. R. (2017). Estudo da viabilidade de produção de tijolo ecológico modular de solo-cimento com incorporação de resíduo da fabricação de papel. In: 72º Congresso Anual da ABM, Rio de Janeiro. Anais do Congresso Anual da ABM. São Paulo: Editora Blucher, p. 1881-1889.
- FERREIRA, A. M. C., TANURE, R. L. Z., MYMRINE, V., OKIMOTO, M. L. L. R. (2010). Aplicação de resíduos industriais de lodo de papel, cinza de madeira e cal no desenvolvimento de blocos de vedação. In: CONEM 2010 – VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica.
- GALVÃO, J.C.A.; PORTELLA, K.F.; JOUKOSKI, A.; MENDES, R.; FERREIRA, E.F. (2010). Use of waste polymers in concrete for repair of dam hydraulic surfaces. *Construction And Building Materials*, [s.l.], v. 25, n. 2, p.1049-1055.
- GAMBLE, J. C. (1971). Durability-Plasticity Classification of Shales and Other Argillaceous Rocks. Ph.D. Thesis, University of Illinois.
- HANNANT, D. J; HUGHES, D. C. (1986). Durability of cement sheets reinforced with layers of continuous network of fibrillated polypropylene film. In: Developments in fibre reinforced cement and concrete. Edited by RN Swamy, RL Wagstaffe and DR Oakley, Proceedings RILEM Symposium, Sheffield.
- IBA (2016). Instituto Brasileiro de Árvores. Disponível em: <http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_papel_e_celulose.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2018.
- JOHN, V. M. (2008). A construção, o meio ambiente e a reciclagem. Disponível em: <<http://www.placogyps.com.br/download/A%20Constru%20E7%20E3o%20Civil%20e%20o%20Meio%20Ambiente.pdf>>. Acesso em: 05 maio. 2018.
- MAIA, P.C.A.; ALEXANDRE, J.; RAMOS, B.M.G. (2003). Avaliação do desgaste para previsão da durabilidade de Cerâmicas Vermelhas. Proceedings of the 47th Annual Meeting of the Brazilian Ceramic Society. João Pessoa, Pb: Associação Brasileira de Cerâmica, 2003. p. 324 - 333.
- NOLASCO, A. M. (1997). Aproveitamento do resíduo da indústria de papel na produção de bloco cerâmico. Workshop sul-americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana. Curitiba, p 117-120.

- PAIVA, S.N. (2007). Compósito cimento-lodo de ETE de indústria de papel para aplicação na construção civil. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, p. 110.
- PINHEIRO, R. M. (2008). Reciclagem de lodo primário da estação de tratamento de efluentes da indústria de papel em cerâmica argilosa. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, p. 102.

PRODUCTION AND EVALUATION OF THE PHYSICAL-MECHANICAL PERFORMANCE OF COMPOSITES CONSISTING OF A MIXTURE OF CELLULOSE, CEMENT AND PET FLAKES APPLIED AS A CONSTRUCTION MATERIAL

Abstract. *The researches related to the theme of sustainability are gaining more prominence nowadays in order to reduce environmental damage and to meet the demand for more rational practices and new technologies of civil construction. In this context, the present article presents the development of a composite composed of cellulose derivative, cement and PET flakes, evaluating their physical properties such as compressive strength, water absorption and wear resistance by the Slake Durability test. Although it presents values of absorption above the maximum allowed by the NBR 15270-2 (ABNT, 2005) – for example, 31.41% at 28 days for the 1:3 + 10% dash -, the composite material developed obtained results of mechanical resistance (5,08 MPa, for the trace 1:3 + 30% of PET, at 90 for example) and satisfactory friction wear (with mass loss of 8,23% for 1:4 + 10% PET), thus indicating its viability as an alternative building material. Nevertheless, further studies and characterizations will be necessary to confirm the relevance of the studied material.*

Keywords: *Civil construction, Sustainability, Cellulose sludge.*