**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITOS REFORÇADOS COM RESINA TERMOPLÁSTICA DE POLIPROPILENO GRANULADO**

MATEUS JUNIO DE AQUINO ROCHA1 e LUIZ SOARES CORREIA2

1Graduando em Engenharia Civil, UNIPLAN, Brasília-DF, mateusjr.rocha@gmail.com;

2Eng. Civil, Prof. Me., UNIP, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

08 a 11 de agosto de 2023

**RESUMO**: A busca por materiais aditivos que possam ser agregados ao concreto a fim de que sua resistência seja aumentada, motivam estudos no âmbito da construção civil desde tempos remotos, diversos tipos de materiais foram empregados e testados, alguns obtendo êxito e outros não, ambos contribuindo de certa forma para a busca geral dos melhores materiais a serem utilizados. Seguindo esse foco de pesquisa, este trabalho tem como objetivo analisar a resistência à compressão axial de compósitos de concreto reforçados com resina termoplástica de polipropileno granulado, comparando com compósitos de concreto comum, visando determinar se o emprego desse material se mostra efetivo em ganho de resistência final. Na metodologia foram utilizados corpos de provas confeccionados em concreto simples e corpos de provas reforçados com 5% de sua massa total em polipropileno, após sua cura foram realizados ensaios de compressão axial. Os compósitos reforçados com 5% de resina termoplástica mostraram queda de resistência em torno de 48% em relação direta ao concreto convencional, se mostrando ineficazes e muito aquém do esperado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudo de concreto, polímero, reforço para estruturas, comparação de concretos reforçados.

**COMPARTIVE ANALYSIS OF COMPRESSION STRENGTH OF COMPOSITES REINFORCED WITH GRANULATED POLYPROPYLENE THERMOPLASTIC RESIN**

**ABSTRACT**: The search for additive materials that can be added to concrete so that its strength is increased, motivate studies in the field of civil construction since ancient times, different types of materials were used and tested, some succeeding and others not, both contributing in a significant way to the general search for the best materials to use. Following this research focus, this work aims to analyze the resistance to axial compression of concrete composites reinforced with granulated polypropylene thermoplastic resin, comparing with common concrete composites, aiming to determine if the use of this material is effective in final resistance gain. In the methodology, specimens made of plain concrete and specimens reinforced with 5% of their total mass in polypropylene were used, after curing, axial compression tests were performed. Composites reinforced with 5% thermoplastic resin showed a drop in resistance of around 48% in direct relation to conventional concrete, proving to be ineffective and far below expectations.

**KEYWORDS:** Study of concrete, polymer, reinforcement for structures, comparison of reinforced concrete.

**INTRODUÇÃO**

O polipropileno é no seu conceito mais puro um polímero sintético, os polímeros possuem características muito distintas entre si, dependendo bastante do seu material de origem, conhecido como monômero, bem como a espécie da reação utilizada para sua criação. De modo geral existem três tipos de reações que resultam na produção de um polímero, segundo Mano (1991), são as reações de polidiação, policondensação e modificação química. Através da polidiação pode-se obter o PP, sigla dada para o polipropileno, na polidiação os monômeros apresentam em maioria dos casos uma dupla ligação de átomos de carbono, não havendo formação de subprodutos e seus pesos moleculares podem atingir altas taxas (Mano, 1991).

É obtido pela polimerização do propeno em meio solvente, composto por base de titânio e alumínio de forma suspensa, que formam um sistema catalítico, da polimerização é obtida a lama que passa pela lavagem, extração, secagem e transferência obtendo o PP em forma de pó e sendo granulado posteriormente após ser extrudado com a mistura de aditivos necessários (Bispo, 2011).

As propriedades mais buscadas no polipropileno (PP) são sua rigidez, resistência e flexibilidade, pois possui um bom grau de balanço entre suas características físicas, mecânicas e térmicas, segundo Ferreira (2008), somado aos benefícios intrínsecos a sua constituição física geral, a resina tem o benefício de possuir baixo custo, elevada resistência química a solventes, fácil moldagem e boa estabilidade térmica, sendo caracterizado como um termoplástico devido ao seu comportamento ao calor.

A produção do concreto com adição da resina PP parte da ideia de conferir seus bons atributos de resistência a construção civil, buscando criar novas formas de promover o avanço tecnológico no meio das estruturas convencionais e tentando obter um concreto ainda mais resistente ao que temos nos dias atuais.

**MATERIAL E MÉTODOS**

 O polipropileno PP usado no experimento, classificado como resina termoplástica com alta flexibilidade, foi adquirido em loja especializada, da marca Petrocuyo e possui as seguintes características fornecidas pelo fabricante:

* Tipo: Polipropileno homopolímero granulado;
* Código: LSE89;
* Lote: 20220430D81;
* Índice de fluidez: 230ºC/2,16Kg de valor 3,1;
* Validade: 24 meses;
* Cor: virgem.

Figura 1 – amostra da resina de polipropileno



Fonte: Autor, 2023

 Após obtenção do homopolímero granulado, realizou-se em laboratório a confecção dos traços de concreto, nesta feita, realizados manualmente para evitar a perca de material na betoneira referente a quantidade relativamente pequena do material. Foram feitos dois traços distintos, um para concreto comum e outro para o molde reforçado, a pasta foi retirada e realizado o ensaio de slump test em ambos, de acordo com a norma ABNT NM 67 (1998) – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Feito o slump test, seguiu-se para a concretagem dos moldes CPs, primeiro realizando o molde padrão (traço – 5,5kg de areia, 5,5kg de brita e relação de água/cimento de 0,73), posteriormente realizou-se o molde reforçado (traço – 5kg de areia, 5kg de brita e relação de água/cimento de 0,8) e adicionado 5% (0,625kg) de resina termoplástica de polipropileno em relação a massa total de concreto do molde. Utilizou-se moldes cilíndricos de aço zincado com dimensões de 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, foram confeccionados 2 corpos de prova para cada amostragem.

 O concreto foi posicionado nos moldes com auxílio de concha em seção U, procedido em 3 camadas de alturas simétricas, realizando-se em cada uma delas, 12 golpes manuais com haste metálica a fim de que se obtivesse o correto adensamento do material, por último foram vibrados os moldes com vibrador de imersão para expulsar seus vazios. Após a finalização da moldagem, todos os corpos de prova foram colocados em tambor de água, retirados e desmoldados após período de 24 horas. Já fora dos moldes e devidamente identificados, os compósitos foram novamente imersos em água aguardando o prazo para rompimento, realizado após 7 dias corridos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As devidas quantidades e proporções dos traços de concreto realizados estão expressos conforme a Tabela 1 e Tabela 2 abaixo.

Tabela 1 – Quantidades do concreto para molde comum

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Componente** | **Quantidade** | **Traço** |
| Areia média peneirada | 5,5 kg | 2,00 |
| Cimento Portland CP II-F-32 | 2,75 kg | 1,00 |
| Brita zero e um | 5,5 kg | 2,00 |
| Água | 2 litros | 0,73 |

 Fonte: Autor, 2023

Tabela 2 – Quantidades do concreto para molde reforçado com PP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Componente** | **Quantidade** | **Traço** |
| Areia média peneirada | 5 kg | 2,00 |
| Cimento Portland CP II-F-32 | 2,5 kg | 1,00 |
| Brita zero e um | 5 kg | 2,00 |
| Água | 2 litros | 0,80 |

Fonte: Autor, 2023

Conforme os dados expressos nas tabelas, procurou-se utilizar o traço mais parecido possível em dimensões para ambas as amostragens, ocorrendo pequena variância no traço de concreto comum a fim de que se estabilizasse a relação de água/cimento, relação essa que não necessitou de alteração no traço reforçado devido a presença do polipropileno na mistura ocasionando mais absorção da água, buscou-se trabalhar com a massa de concreto em maior fluidez a fim de que a adição do PP não diminuísse seu índice de trabalhabilidade, conforme indicação expressa por Borges et al. (2019) em seu artigo de comparação entre fibras de polipropileno e fibras vegetais. Os resultados dos testes de slump são dados abaixo na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do teste de slump

|  |  |
| --- | --- |
| **Amostras do concreto** | **Medidas de abatimento (mm)** |
| Compósito padrão | 16,00 |
| Compósito com 5% de polipropileno | 19,00 |

Fonte: Autor, 2023

Lucena (2017), conduzindo estudo também a respeito de fibras de polipropileno, situação de caso com a matéria em diferente estado da aqui estudada, lá em fibra e aqui em forma granular, mas com o mesmo composto, explicita não encontrar resultados significativos em compressão axial nos ensaios realizados em compósitos reforçados com fibras de polipropileno em teores entre 1 e 2% de adição, indicando alterações consideráveis apenas em resistência final a tração, em virtude disso, esse estudo teve por base a experimentação em diferente estado físico do PP e em maior relação de adição (5%), a fim de que fosse possível adquirir resultados relevantes e sólidos ao se comparar estritamente a compressão axial, não verificando outras propriedades mecânicas com razão de já ser possível encontrar bons resultados.

Abaixo a Tabela 4 vem expressar os resultados encontrados no ensaio de compressão dos compósitos confeccionados.

Tabela 4 – Resultados dos rompimentos e tipos de ruptura dos moldes

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Identificação** | **Tipo de amostra** | **Resistência a compressão axial (Mpa)** | **Tipo de ruptura** | **Média (Mpa)** | **Desvio padrão** |
| N-1 | Compósito padrão | 2,75 | A5 | 3,13 | 0,53 |
| N-2 | Compósito padrão | 3,50 | A5 |
| P-1 | Compósito com 5% de polipropileno | 1,74 | A7 | 1,63 | 0,16 |
| P-2 | Compósito com 5% de polipropileno | 1,51 | A7 |

Fonte: Autor, 2023

O exemplar N-2 obteve o melhor valor de resistência final, com ambos os compósitos padrões se posicionando estritamente superiores frente aos reforçados, se mostrando mais eficazes, os compósitos reforçados com 5% de polipropileno expressaram significativa queda de resistência da ordem de 48,12% em relação aos compósitos comuns.

Através da análise dos dados obtidos e dispostos na Tabela 4 foi possível a construção do gráfico de média e desvio padrão apresentado na Figura 2, de forma a comparar visualmente os valores médios da resistência a compressão das duas amostragens de compósitos, indicando por linha de erro seu desvio padrão.

Figura 2 – Gráfico de média e desvio padrão dos compósitos

Fonte: Autor, 2023

É imprescindível citar as intercorrências ocorridas na execução do estudo, conforme Lucena (2017), os resultados em compressão axial em compósitos com reforços de fibra de polipropileno já não se mostravam muito satisfatórios, entretanto o baixo valor encontrado nos compósitos reforçados com polipropileno granulado e também nos compósitos de concreto padrão podem vir a serem explicados pela cura dos mesmos no período de apenas 7 dias, devido ao curto prazo para início e fim da experimentação, frente aos 28 dias ideias de cura.

**CONCLUSÃO**

 Apesar das intercorrências obtidas devido ao tempo de cura dos compósitos e pela falta de moldes CPs para confecção de mais corpos de prova possibilitando comparações maiores em quantidade e porcentagem de reforço em PP, admite-se que a resina termoplástica de polipropileno não se mostra eficaz e tampouco satisfatória como reforço estrutural ao concreto, vide os resultados de queda brusca de resistência encontrados em relação ao concreto padrão.

 Entretanto, notam-se os tipos de ruptura encontrados nos compósitos reforçados como tipo A7, caracterizado no anexo A da NBR 5739 (2018) – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos, apontando rompimento apenas em sua base e sem ruptura completa do compósito, diferente da amostra padrão que sofreu ruptura completa por cisalhamento. No contexto desde fato, se infere que o material utilizado ainda carece de mais estudos para determinar sua real viabilidade no reforço de concreto, tendo em vista diferentes porcentagens e aplicações a fim de que o corpo de prova registre o máximo de carga de compressão e se rompa por completo expressando seu real potencial, ao invés de ruptura por fraturas próximas ao seu topo.

**AGRADECIMENTOS**

Em especial à Universidade Paulista – UNIP de Brasília pela disponibilização do campus e laboratório para realização do experimento e ao Centro Universitário Planalto do Distrito Federal – UNIPLAN.

**REFERÊNCIAS**

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NM 67 - Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 5739 - Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

Bispo, S. J. L. Estudo das propriedades mecânicas de biocompósitos de polipropileno reforçados com fibras naturais. Natal: UFRN, 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica).

Borges, A. P. S. N.; Motta, L. A. C.; Pinto, E. B. Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. Revista Matéria, v.24, n.2, 2019

Ferreira, C. I. Nanocompósitos PP/ grafite: obtenção e propriedades. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais).

Lucena, J. C T. Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina. São Carlos: USP, 2017. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas)

Mano, E. B. Polímeros como materiais de engenharia. 1ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1991. 175p.