



Evento: XXIX Seminário de Iniciação Científica

## COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TRAÇOS DE CONCRETO GEOPOLIMÉRICO QUANTO À RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO<sup>1</sup>

### COMPARISON OF COMPRESSION RESISTANCE OF DIFFERENT TRACES OF GEOPOLYMERIC CONCRETE

Eric Renã Zavitzki Schimanowski<sup>2</sup>, Gabrielli Tápia de Oliveira<sup>3</sup>, Diorges Carlos Lopes<sup>4</sup>, Éder Claro Pedrozo<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Parte da pesquisa desenvolvida para o Trabalho de Conclusão de Curso em conjunto com o Programa de Educação Tutorial – PET Engenharia Civil

<sup>2</sup> Bolsista do grupo PET, estudante de Engenharia Civil

<sup>3</sup> Bolsista do grupo PET, estudante de Engenharia Civil

<sup>4</sup> Professor Mestre e tutor do grupo PET

<sup>5</sup> Professor Mestre e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso

#### RESUMO

O concreto geopolimérico é um material inovador e com grande potencial de uso no setor da construção civil. Entretanto, ainda são necessários diversos estudos acerca de suas propriedades que busquem determinar a quantidade de material a ser utilizado para a produção do cimento geopolimérico, visto que ainda não há um método de dosagem para a mistura. Dessa forma, o presente estudo visa comparar 3 diferentes traços utilizados em outras pesquisas e, a partir do ensaio de resistência à compressão em 48 horas, analisar o comportamento do concreto produzido.

**Palavras-chave:** Geopolímero. Aglomerante Alternativo. Metacaulim.

#### INTRODUÇÃO

O concreto geopolimérico é uma alternativa recente que utiliza os agregados minerais comumente utilizados no setor na construção civil, como brita e areia, mas que, diferentemente do concreto convencional, utiliza um aglomerante composto por geopolímeros. Esse, conhecido como cimento geopolimérico, é fabricado a partir da união de um ativador alcalino com um precursor em pó (CABALLERO, 2017).

Para Liew *et al.* (2016) os materiais comumente utilizados como precursores são compostos por sílica e alumina e provém de tratamento térmico ou calcinação, como metacaulim, cinzas volantes e escória de alto-forno. Já a solução alcalina ativadora tem como principal função dissolver rapidamente o precursor em pó, permitindo que as reações químicas



ocorram. Entre as soluções disponíveis, Singh *et al.* (2015) apresentam como opções os hidróxidos e silicatos de sódio e potássio.

Ademais, é sabido que a correta estimativa das quantidades de cada material é fundamental para garantir propriedades adequadas ao concreto produzido. Nesse cenário, o produto final pode apresentar boas características físico-químicas, como o desenvolvimento rápido da resistência nas primeiras idades, baixa ocorrência de reações do tipo álcali-agregado, baixos valores de permeabilidade e, também, boa resistência às altas temperaturas (BORGES *et al.* 2014).

A partir disso, sabendo que não há um método de dosagem para o concreto geopolimérico, buscou-se, através dessa pesquisa, avaliar traços de diferentes estudos internacionais a fim de determinar o que apresentava o melhor comportamento. Dessa forma, foi observado o comportamento do concreto no estado fresco e endurecido, por meio de ensaios de trabalhabilidade e resistência à compressão.

## **METODOLOGIA**

A fim de avaliar concretos geopoliméricos, inicialmente fez-se um cálculo de dosagem para um concreto convencional a partir do método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), buscando definir a quantidade de agregados e aglomerante. Após essa definição foi realizada uma extensa procura de pesquisas que avaliaram concretos geopoliméricos, classificando as mesmas de acordo com os materiais utilizados e as propriedades estudadas.

Após, foram escolhidos 3 traços, selecionados a partir das seguintes premissas: utilizar metacaulim como precursor e silicato e hidróxido de sódio como solução alcalina, apresentar dados que permitiam a determinação das proporções de materiais, apresentar resultados de compressão e trabalhabilidade. Buscou-se, também, artigos que avaliassem concretos geopoliméricos, visto que, por ser um material recente, a maioria das pesquisas disponíveis referem-se à argamassa.

Dessa maneira, foram definidos os traços de cada concreto escolhido e as proporções entre os materiais constituintes do cimento geopolimérico. Os artigos selecionados, bem como os autores são apresentados na Tabela 1.



Tabela 1 – Artigos escolhidos para comparação de traços

Título do artigo selecionado	Autores
Formulation and performance of flash metakaolin geopolymer concretes	Pouhet, R. e Cyr M.
Characteristics of metakaolin-based geopolymer concrete for different mix design parameters	Albidah, A. <i>et al.</i>
On the development of fly-ash-based geopolymer concrete	Hardjito, E. <i>et al.</i>

Em seguida, fez-se a adaptação dos traços encontrados para o calculado através do método da ABCP, visto que as proporções de agregados eram diferentes e, assim, inviabilizariam a comparação direta entre as misturas produzidas. Ainda, é válido ressaltar que cada um dos artigos supracitados avaliou diferentes traços sendo que, para esse estudo, serão utilizados aqueles denominados como C7, M3 e A4 referente, respectivamente, aos artigos produzidos por Pouhet e Cyr (2016), Albidah *et al.* (2021) e Hardjito *et al.* (2004).

Para a fabricação dos concretos foi realizada a mistura do ativador alcalino composto por silicato e hidróxido de sódio nas proporções determinadas nos artigos estudados. Após 24 horas os concretos foram moldados, com o auxílio de uma betoneira, a partir da colocação de brita, metacaulim, solução ativadora e areia. Ademais, também foi adicionada água a fim de tornar possível o manuseio do concreto e, também, garantir sua homogeneidade. Por fim, ainda no estado fresco, foi determinado o abatimento em tronco de cone.

Ao total, foram moldados 3 corpos de prova para cada mistura que permaneceram em temperatura de 16°C até serem desmoldados, após 24 horas. Ainda, para dar prosseguimento à cura, os corpos de prova foram colocados em uma estufa a 50°C durante 24 horas e, em seguida, foram rompidos para determinação da resistência à compressão simples, conforme os procedimentos determinados pelas normas técnicas brasileiras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, após a realização do cálculo, foram obtidas as quantidades de cada material para a produção de 1 m<sup>3</sup> de concreto, conforme apresentado na Tabela 2.



Tabela 2 – Quantidade de materiais utilizados em cada traço

Traço	Metacaulim (Kg)	Silicato de sódio sólido (Kg)	Hidróxido de sódio em escamas (Kg)	Areia (Kg)	Brita (Kg)	Água (L)
C7 (Pouhet, R. e Cyr M.)	324,02	92,16	57,04	710,68	1008,58	235
M3 (Albidah, A. <i>et al.</i> )	325,57	80,87	36,77	710,68	1008,58	235
A4 (Hardjito, E. <i>et al.</i> )	354,48	69,34	19,58	710,68	1008,58	235

No estado fresco, durante a moldagem, foi necessário adicionar maiores quantidades de água nas misturas, especialmente no traço A4. Quanto ao abatimento em tronco de cone, verificou-se que o ensaio não é adequado para a medida da trabalhabilidade de concretos geopoliméricos, uma vez que se obteve abatimento maior que 20 cm para todos os traços, embora os mesmos tenham apresentado consistência bastante viscosa.

Ressalta-se, ainda, que em estudos anteriores que avaliaram concreto de cimento Portland com quantidades de água semelhantes o abatimento ficou em torno de 10 cm e com consistência mais fluida. Já quanto ao ensaio de resistência à compressão realizado após 48 horas da moldagem, os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de resistência à compressão axial simples

Traço	Resistência à compressão (MPa)
C7 (Pouhet, R. e Cyr M.)	17,2
M3 (Albidah, A. <i>et al.</i> )	17,4
A4 (Hardjito, E. <i>et al.</i> )	2,2

Devido a maior quantidade de metacaulim e, portanto, maior superfície específica, foi necessário adicionar mais água no traço A4 em comparação aos demais. Essa medida impactou, possivelmente, na resistência à compressão do concreto produzido, sendo evidente que a resistência do traço A4 apresentou-se bastante inferior aos demais. Dessa forma, fica claro o melhor desempenho obtido nos traços C7 e M3.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto fica evidente a necessidade de estudos acerca da trabalhabilidade e consistência do concreto geopolimérico de forma a encontrar um método mais adequado para



a determinação dessas propriedades. Quanto à resistência, foi possível concluir que a água atua no concreto geopolimérico de forma semelhante ao concreto de cimento Portland, ou seja, maiores quantidades do material tendem a diminuir a resistência final.

Dessa forma, ressalta-se que mais estudos devem ser realizados para que o comportamento dos geopolímeros seja melhor compreendido. Apesar disso, os resultados de resistência à compressão em 48 horas foram satisfatórios comprovando a potencialidade do uso do material.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Mec-Sesu pela bolsa de pesquisa no Programa de Educação Tutorial PET – Engenharia Civil, à empresa Metacaulim do Brasil pela doação do metacaulim utilizado nessa pesquisa e, também, ao Laboratório de Engenharia Civil da universidade.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIDAH, A. *et al.* **Characteristics of metakaolin-based geopolymer concrete for different mix design parameters.** Journal of Materials Research and Technology, 10, pp. 84-98, 2021.

BORGES, P. H. R. *et al.* **Estudo comparativo da análise de ciclo de vida de concretos geopoliméricos e de concretos à base de cimento Portland composto (CP II).** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 153-168. 2014.

CABALLERO, L.R. **Comportamento físico-mecânico de matrizes geopoliméricas à base de metacaulim reforçadas com fibras de aço.** 2017. Dissertação, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia e Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

HARDJITO, E. *et al.* **On the development of fly-ash-based geopolymer concrete.** ACI Materials Journal, 101, pp. 467-472, 2004.

LIEW, Y. M. *et al.* **Structure and properties of clay-based geopolymer cements: a review.** Prog Mater Sci, 83, pp. 595-629, 2016.

POUHET, R; CYR M. **Formulation and performance of flash metakaolin geopolymer concretes.** Constr Build Mater, 120, pp. 150-160, 2016.

SINGH, B. *et al.* **Geopolymer concrete: a review of some recent developments.** Constr Build Mater, 85, pp. 78-90, 2015.