



## **CONCRETO GEOPOLIMÉRICO *VERSUS* CONCRETO CONVENCIONAL: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM 24 HORAS<sup>1</sup>**

### **GEOPOLYMERIC CONCRETE *VERSUS* CONVENTIONAL CONCRETE: COMPRESSIVE STRENGTH IN 24 HOURS**

**Gabrielli Tápia de Oliveira<sup>2</sup>, Eric Renã Zavitzki Schimanowski<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) de Engenharia Civil.

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil e bolsista PET.

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Civil e bolsista PET.

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

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

### **RESUMO**

Embora o concreto de cimento Portland apresente diversas vantagens ao setor da construção civil, o alto impacto ambiental gerado pelas indústrias cimenteiras tornam a aplicação do produto questionável. Nesse cenário, o concreto geopolimérico surge como uma alternativa sustentável, mas que deve ser estudada de forma mais aprofundada quanto às suas propriedades. A partir disso, o presente estudo propõe uma análise acerca da resistência à compressão após 24 horas da moldagem de um concreto geopolimérico e um concreto de cimento Portland, comparando os valores obtidos para cada mistura.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Metacaulim. Geopolímero.

### **INTRODUÇÃO**

O concreto de cimento Portland é um material consolidado ao redor do mundo, de amplo uso, destinado à produção de variados elementos, desde peças estruturais até componentes decorativos. Entretanto, apesar de suas vantagens como, por exemplo, boa resistência e durabilidade e possibilidade de moldagem em diversos formatos, tem-se que sua produção gera impactos negativos ao meio ambiente ao passo que libera altos índices de gases poluentes na atmosfera (ALMEIDA, 2002). Nesse cenário, pesquisas realizadas nos últimos anos apresentam um novo material com potencialidade de uso em substituição ao cimento Portland em concretos e argamassas, denominado cimento geopolimérico.



Também conhecido como geopolímero ou polímero inorgânico, o cimento geopolimérico apresenta propriedades semelhantes às encontradas no aglomerante convencional, além de ser um produto sustentável (CABALLERO, 2017). Isso se dá, pois segundo Alves (2013) a produção de um geopolímero requer, em média, 90% menos energia que a necessária para a fabricação do cimento Portland e, ainda, gera baixas emissões de dióxido de carbono na atmosfera.

Ademais, de acordo com Teixeira (2002), torna-se relevante salientar que concretos produzidos com cimento geopolimérico tendem a apresentar adequada resistência a choques térmicos, durabilidade, bom comportamento mecânico, atingindo resistências iniciais elevadas, e, também, tem possibilidade de uso após 4 horas de moldagem. Nesse contexto, sabendo que o cimento supracitado é recente e são necessários estudos acerca desse, a presente pesquisa visa analisar a resistência à compressão de um concreto geopolimérico após 24h de sua produção, comparando os resultados obtidos com um concreto de cimento Portland convencional.

## METODOLOGIA

Visando comparar os concretos estudados, inicialmente fez-se um cálculo de dosagem através do método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) definindo as quantidades de aglomerante e agregados necessárias. Ressalta-se, ainda, que não há um método de dosagem definido para concretos geopoliméricos, portanto, após a realização de uma extensa pesquisa, foi escolhido um traço já existente, advindo do estudo desenvolvido por Albidah *et al.* (2021), para determinação das proporções de materiais do cimento geopolimérico, adequando-o ao traço calculado pela ABCP.

Para a produção do aglomerante, segundo Caballero (2017) são necessários dois componentes: um precursor, rico em aluminossilicatos, e um ativador alcalino, com elevado valor de pH. Sendo assim, fez-se uso de hidróxido de sódio – NaOH - e silicato de sódio -  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  - para a solução ativadora e metacaulim para o precursor.

Após, a moldagem do concreto foi executada conforme sugerido por Pouhet e Cyr (2016), ou seja, fez-se a preparação do ativador alcalino através da mistura de NaOH e água,



posteriormente adicionados à solução de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , de forma a obter a relação molar proposta por Albidah *et al.* (2021). Em seguida, a solução foi deixada para resfriar a temperatura ambiente ao longo de 24 horas até a fabricação do concreto, quando, com auxílio de uma betoneira, o metacaulim foi misturado à brita, a solução foi introduzida e, por fim, a areia e a água foi adicionada de forma a gerar uma mistura homogênea.

No estado fresco, os concretos foram submetidos ao ensaio de abatimento em tronco de cone, conforme descrito pela ABNT NBR 16889 (2020). Ressalta-se que, para o concreto geopolimérico, foi necessário adicionar quantidades de água além da calculada pelo método da ABCP para que o mesmo pudesse ser manuseado alterando, assim, sua relação água/cimento. Dessa forma, para que a comparação entre as misturas fosse possível, a mesma quantidade de água foi acrescentada ao concreto de cimento Portland.

Quanto à cura, o concreto geopolimérico foi moldado e, imediatamente após, foi posto em uma estufa a aproximadamente  $50^\circ\text{C}$  durante 24h, até seu desmolde e rompimento. Já o concreto de cimento Portland permaneceu em temperatura ambiente pelo mesmo período de tempo. Ressalta-se que cada mistura foi submetida à cura ideal para que as reações de seus componentes ocorressem. Para o estado endurecido, os concretos foram ensaiados conforme a ABNT NBR 5739 (2018) para obtenção dos valores de resistência à compressão.

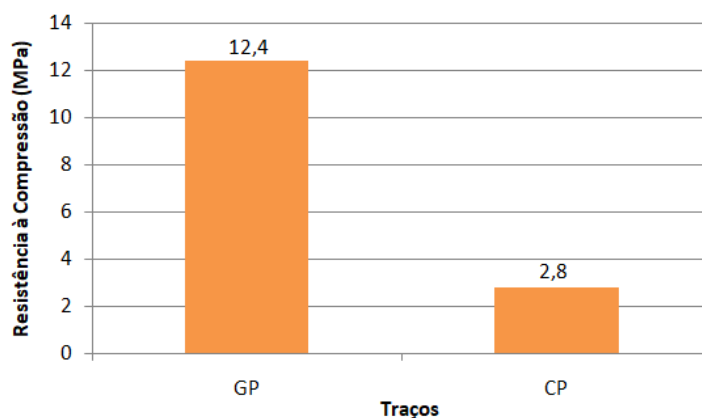
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a definição do traço, fez-se a moldagem dos concretos determinando o *slump* de cada mistura. Para o concreto geopolimérico obteve-se 235 mm enquanto o concreto convencional atingiu 180 mm para uma mesma quantidade de água adicionada. Entretanto, embora o concreto geopolimérico tenha apresentado abatimento superior, ressalta-se que esse valor não representa adequadamente seu comportamento ao passo que a alta viscosidade da mistura interfere em seu manuseio, tornando-o dificultoso.

Quanto à resistência à compressão, os resultados encontrados para o traço do concreto geopolimérico, denominado GP, e para o concreto de cimento Portland, denominado CP, podem ser observados na Figura 1.



Figura 1 – Resultados obtidos para a resistência em 24h



Fonte: Autoria própria

O resultado obtido para o concreto de cimento Portland ficou 77,4% inferior em comparação ao concreto geopolimérico. Esse comportamento é de grande interesse para a indústria de pré-moldados, visto que o material atinge resistências elevadas permitindo o uso das peças em pequenas idades. Ainda, torna-se relevante evidenciar que o concreto geopolimérico endureceu em cerca de 4 horas na estufa, podendo ser desmoldado e rompido nessa idade. Porém, para viabilizar a comparação com o concreto de cimento Portland, que endureceu apenas após 24 horas, a última idade foi escolhida para o estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização dos ensaios e análise dos resultados é possível concluir que o concreto geopolimérico possui um alto ganho de resistência nas primeiras horas após sua moldagem, o que não ocorre com o concreto de cimento Portland. Entretanto, ressalta-se que sua resistência deve ser avaliada em idades avançadas a fim de melhor compreender o comportamento do aglomerante alternativo e verificar sua possibilidade de uso.

Ademais, é necessário o estudo de métodos mais eficientes para a determinação da trabalhabilidade do concreto geopolimérico, visto que o ensaio de abatimento em tronco de cone não fornece dados representativos para o material. Por fim, pesquisas acerca do concreto geopolimérico se fazem de grande importância visando à sustentabilidade na indústria da construção civil.





## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao MEC-Sesu pela bolsa de pesquisa no Programa de Educação Tutorial, à empresa Metacaulim do Brasil pela doação do metacaulim utilizado no estudo e 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.

ALMEIDA, L. C.. **Concreto – Notas de aula da disciplina AU414 – Estruturas IV – Concreto Armado.** Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br>>. Acesso em 22 jul. 2021.

ALVES, T.M.R.; **Potencial refratário de concretos geopoliméricos.** 2013. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739.** Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018. 9p.

\_\_. **NBR 16889.** Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020. 5p.

CABALLERO, L.R. **Comportamento físico-mecânico de matrizes geopoliméricas à base de metacaulim reforçadas com fibras de aço.** 2017. Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

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

TEIXEIRA, A.P. **Novos sistemas ligantes obtidos por ativação alcalina (Geopolimerização).** Construção Magazine, Portugal, 16-22, 2002.