



**CENTRO EDUCACIONAL TRÊS MARIAS**  
**FACULDADE TRÊS MARIAS - FTM**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**EDITAL 39/2023**

**I CAMPEONATO INTEGRADO DE GEOPOLÍMERO**

**1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, houve uma crescente preocupação com o meio ambiente e sua degradação, sendo tema de várias convenções mundiais que buscavam soluções que melhorassem a relação entre o homem, suas atividades, e o ambiente em que vivem.

Entre essas soluções pode-se destacar como formas de preservação do meio ambiente a economia de água, a produção de energia limpa, a preservação da fauna e flora, o gerenciamento responsável dos resíduos e a preservação dos recursos naturais.

Paralelamente a isso, no final dos anos 70 e início dos anos 80, as pesquisas de novos compostos químicos que pudessem otimizar os processos da engenharia avançaram, e a partir da síntese de alguns minerais em meio alcalino, surgiram os **geopolímeros**.

Os geopolímeros são tipicamente compostos por um sólido reativo, contendo óxido de silício e de alumínio e uma solução básica de ativação formada por hidróxidos alcalinos ou silicatos alcalinos. A mistura da componente sólida com a solução de ativação dá origem a material anorgânico de elevada resistência.

Estes possuem também uma elevada estabilidade quando expostos a temperaturas elevadas, por exemplo durante um incêndio e como não integram produtos hidratantes, podem ser utilizados na construção de estruturas localizadas em ambientes de grande agressividade química.

Ademais, o intervalo de tempo necessário ao desenvolvimento de resistência compressiva é muito similar ao dos concretos de elevado desempenho, o que torna os geopolímeros adequados aos processos construtivos tradicionais.

Portanto, como forma de impulsionar os estudos de alternativas mais sustentáveis ao uso do cimento Portland na construção civil, que tem consumo anual muito grande, o qual faz uso de uma enorme quantidade de recursos naturais, será sediado o primeiro campeonato de geopolímero do Centro Educacional Três Marias.

## 2 ETAPAS DO TRABALHO

- i. Pesquisa do Tema;
- ii. Elaborar e desenvolver, de acordo com o regulamento, a dosagem das misturas dos corpos de prova (CP) de geopolímero e pasta de cimento Portland;
- iii. Entregar a parte escrita do trabalho no sistema acadêmico até a data prevista pelos professores da comissão avaliadora.
- iv. **Ganhará a competição a equipe que obtiver a maior correlação (R) de Resistência das médias de entre os CP de geopolímero e cimento Portland.**

$$R = \frac{\text{Média da Resistência à compressão dos CPs Cimento de Geoplíméero}}{\text{Média da Resistência à compressão dos CPs de Cimento Port.}}$$

- v. As equipes deverão apresentar os CP em data estabelecida e participar da competição com os outros grupos.

## 3 AVALIAÇÃO DO TRABALHO

A avaliação contemplará todas as etapas do item 2. Para isso serão atribuídas notas para a parte escrita, apresentação dos CP e resultados da competição.

## 4 GRUPOS

Os grupos devem ser formados por no **máximo** 4 alunos e divididos em pares para moldagem dos CP e postagem da parte escrita no sistema.

## 5 NORMAS PARA DOSAGEM E MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVAS (CPs)

- i. Serão dosados 3 CPs cúbico de pasta de geopolímero e 3 CPs de pasta de cimento Portland.
- ii. Os materiais para dosagem dos CPs estarão todos disponíveis em laboratório.
- iii. Os moldes serão cúbicos, com dimensões de 4 cm x 4 cm x 4 cm, conforme Figura 1.

**Figura 1** – Molde cúbico tríplex de 40mm



Fonte: Normatest (2023)

- iv. Para dosagem das pastas de cimento geopolimérico serão utilizados: como precursor o metacaulim e como solução de ativação alcalina a mistura de silicato de potássio com solução de hidróxido de sódio. O processo de mistura deve seguir as instruções abaixo.
- As soluções de hidróxido de sódio devem ser preparadas com antecedência de horas para que se alcance o seu resfriamento até temperatura ambiente, visto que a dissolução das pastilhas de hidróxido de sódio (p.a.) na água é regida por uma reação exotérmica. Se possível, prepare essa solução com 24 horas de antecedência. Em seguida, para obtenção do ativador alcalino, o silicato de sódio deve adicionado e misturado até a homogeneidade da solução final.
  - Então, o ativador alcalino (solução de hidróxido de sódio mais silicato de sódio) deve ser adicionado aos poucos ao material precursor. Os materiais são misturados manualmente por até 10 minutos para garantir a homogeneidade da pasta.
  - Depois, as misturas são transferidas para os moldes cúbicos de 4 cm de aresta (para testes em pastas). Os moldes serão adensados manualmente por 30 segundos a fim de retirar as bolhas de ar incorporadas e então selados com plástico filme para ajudar a conservar a água da mistura, a qual é necessária para a reação de geopolimerização. Recomenda-se bater levemente nas paredes laterais dos moldes para liberação das bolhas de ar.
  - Após 24 horas, os corpos de prova (CPs) podem ser desmoldados e direcionados para o procedimento de cura. Existem diversos métodos de cura para materiais geopoliméricos, porém, visando à praticidade da competição, será padronizada para todas as equipes a cura à temperatura ambiente com os CPs selados com plástico filme até a data de ensaio.
  - Já para a dosagem das pastas de cimento geopolimérico algumas sugestões são indicadas:
    - limites da relação líquido/sólido (entre 1,0 e 1,5);
    - ter cuidado com pastas geopoliméricas muito fluidas que correm o risco de não endurecimento;
    - em contrapartida, ficar atento para o fato de que uma solução com alta concentração do ativador pode gerar matrizes com tempos de pega muito grandes. Tal fato pode ser explicado pela maior dissolução da sílica e dos aluminossilicatos em detrimento da dissolução da alumina (que possui função importante no processo de endurecimento inicial da pasta), ficando esta última menos disponível no sistema.
    - intervalos de razões molares recomendadas por Davidovits (1982)

**Tabela 1-** Razões molares entre óxidos para a produção do geopolímero NaKPSS.

$\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O} / \text{SiO}_2$	de 0,20 a 0,28
$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$	de 3,50 a 4,50
$\text{H}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$	de 15,00 a 17,50
$\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$	de 0,80 a 1,20

Fonte: Davidovits (1982).

- Pode-se estimar, como ponto de partida, um consumo de 850g de metacaulim para produção de aproximadamente 1 L de pasta de cimento geopolimérico.
  - Serão fornecidas composições químicas dos materiais de partida.
- v. Para dosagem dos CP de pasta de cimento será utilizado Cimento Portland ARI (CP V), sem uso de adição ou aditivos, com tempo máximo de mistura de 10 minutos.
- Será adicionado cimento Portland do tipo ARI CP V e água potável nas proporções estabelecidas pelo grupo.
  - Após 24 horas, os corpos de prova (CPs) serão desmoldados e direcionados para o procedimento de cura.
- i. Os três CPs de cada material (geopolímero e cimento Portland) deverão ser moldados de uma única mistura.
- ii. A moldagem e desmoldagem dos CPs fica sob responsabilidade das equipes até o dia 26/10/2023.
- iii. Os CPs não poderão receber nenhum tipo de revestimento ou pintura.
- iv. O rompimento dos CPs acontecerá dia 27/10/2023 pela comissão organizadora e será apresentado o ganhador no encerramento do evento.
- v. Será feita gravação do momento do rompimento e apresentada para cada equipe, quando solicitada.
- vi. O volume total de mistura não deve ultrapassar **600 ml (0,600 L)** tanto de pasta de geopolímero, quanto de pasta de cimento Portland, sob pena de desclassificação.
- vii. A massa do ligante não deve ultrapassar os limites estabelecidos e deve ser proporcionais (a quantidade de metacaulim para o geopolímero deve ser a mesma de cimento Portland), conforme Tabela 2.

**Tabela 2-** Limite mínimo e máximo de aglomerante para moldagem dos CPs

	Geopolímero	Tradicional
Aglomerante	Metacaulim	Cimento Portland
Massa (g)	340 - 580	340 - 580

Fonte: Autor (2023).

- viii. A limpeza e organização do local será considerada para pontuação da equipe.

**OBSERVAÇÕES:** Cada grupo fará a divisão dos seus membros para a realização da moldagem dos CPs (dois alunos para moldagem dos CPs de geopolímero e dois alunos para moldagem dos CPs de cimento Portland). Durante a moldagem, os alunos deverão utilizar equipamentos de proteção para evitar acidentes com os produtos corrosivos (Luvas, óculos, jalecos, sapatos, calça e camisa de manga).

## 6 NORMAS PARA REALIZAÇÃO DO TESTE DE CARGA

- i. A ordem de realização do ensaio de resistência a compressão será definida pelos membros da comissão organizadora, presidida pela coordenação do curso.
  - ii. A carga aplicada para o cálculo da resistência mecânica será em kgf
  - iii. A carga de ensaio de compressão simples será aplicada por uma prensa hidráulica manual, seguindo o tempo de 4 segundos entre as aplicações de carga.
  - iv. O equipamento para automaticamente quando há ruptura do CP, está será a carga considerada como máxima suportada pelo CP.
  - v. Será calculada a resistência mecânica à compressão em MPa ( $1 \text{ MPa} = 10,1972 \text{ kgf/cm}^2$ )
- Obs:** resistência mecânica é a capacidade que um material tem de suportar esforços sem sofrer deformações plásticas.

## 7 DATAS E PRAZOS

O processo de execução e rompimento contará com o seguinte cronograma da Tabela 3.

**Tabela 3 - Prazos**

Lançamento do edital	16/10/2023
Período de Inscrição das equipes	16/10/2023 a 18/10/2023
Moldagem dos CPs	20/10/2023
Entrega do Relatório dos procedimentos de mistura e quantidade de materiais e dos CPs para rompimento.	26/10/2023
Teste de carga e rompimento dos CPs	27/10/2023
Anuncio da equipe vencedora e encerramento da semana de engenharia	27/10/2023

Fonte: Autor (2023).

João Pessoa, 12 de outubro de 2023.

### COMISSÃO ORGANIZADORA

**Emília Fernandes Pimenta**

Diretora Acadêmica

**Gabriela Cavalcante de Souza**

Coordenadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil

**Paloma Santos Xavier de Alcantara**

Professora Curso de Bacharelado em Engenharia Civil