

O MAIOR
EVENTO DE
SANEAMENTO
DA AMÉRICA
LATINA



18 A 20
SETEMBRO 2018
EXPO CENTER
NORTE
SÃO PAULO - SP

9498 - DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS COM A INCORPORAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Matheus Rossetto
math.rossetto95@gmail.com

Geopolímeros

- Apresentam características próximas ao do cimento;
- Menor impacto ambiental;
- Aceitam resíduos em sua formulação;

Vantagens (ISAIA, 2010) :

- Rápido endurecimento;
- Durabilidade;
- Resistência química;
- Boa trabalhabilidade.



Figura 1 – Pirâmides do Egito

Aplicações dos Geopolímeros

Sendo elas (SONAFRANK, 2010):

- Dormentes de ferrovias;
- Blocos;
- Painéis pré-fabricados;
- Isolantes térmicos;
- Materiais de construção e pavimentação.



Figura 2 - *Brisbane West Wellcamp Airport*

Lodo de ETA

O lodo de ETA é constituído de (DI BERNARDO *et al.*, 2005; RICHTER, 2001):

- Água e sólidos suspensos contidos no material utilizado;
- Produtos aplicados à água nos processos de tratamento;
- Resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta.



Figura 3 – Lodo de ETA

Destino Lodo de ETA

- O destino final para o lodo de ETA é uma das tarefas mais **difíceis no tratamento de água**, pois envolve transporte e restrições ambientais (RICHTER, 2001).
- Atualmente a Companhia Águas de Joinville gera mensalmente aproximadamente 480 toneladas de lodo que é destinado a aterros sanitários da cidade.

Materiais



Metacaulim



Areia média



Lodo em pó



Solução
9 molar



Silicato de sódio
C 112

Manipulação do Lodo



Lodo como foi recebido



Lodo seco em estufa



Lodo após a moagem

Principais componentes do lodo:
 Al_2O_3 (25,5%) e SiO_2 (28,4%)

Formulações Realizadas

	Formulação	S/L	Traço	Lodo (%)	MK (%)	NaOH (%) 9 M	Na ₂ SiO ₃ (%)	Areia (%)
Substituição	REF	1,5	1:2	0	100	50	50	200
	F1	1,5	1:2	10	90	50	50	200
	F2	1,5	1:2	15	85	50	50	200
	F3	1,5	1:2	20	80	50	50	200
	F4	1,5	1:2	25	75	50	50	200
	F5	1,5	1:2	30	70	50	50	200
Adição	F6	1,5	1:2,10	10	100	50	50	200
	F7	1,5	1:2,15	15	100	50	50	200
	F8	1,5	1:2,20	20	100	50	50	200

Tabela 1 – Formulações realizadas

Métodos

- Caracterização no estado fresco



Figura 4 – Equipamentos ensaio de mesa (*flow table test*)

Métodos

Caracterização no estado endurecido:

- Propriedades mecânicas:
 - Resistência a compressão e flexão
- Propriedades físicas:

- Absorção de água = $\frac{m_{ss}-m_s}{m_s} \times 100$

- Densidade aparente = $\frac{m_s}{m_{ss}-m_i}$

- Porosidade aberta = $\frac{m_{ss}-m_s}{m_{ss}-m_i} \times 100$

Onde:

m_s = massa seca

m_i = massa imersa

m_{ss} = massa de superfície seca

Flow Table Test

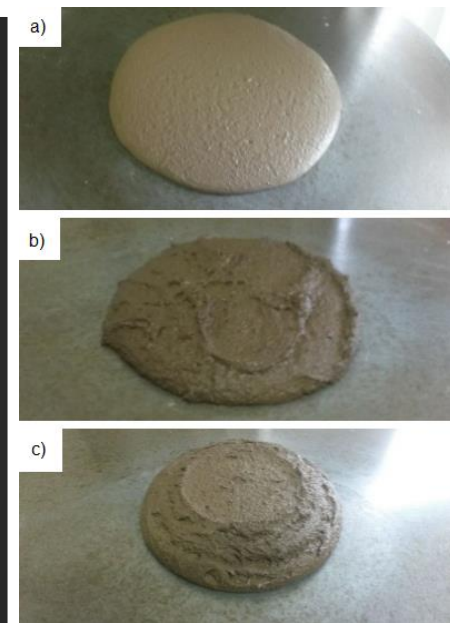
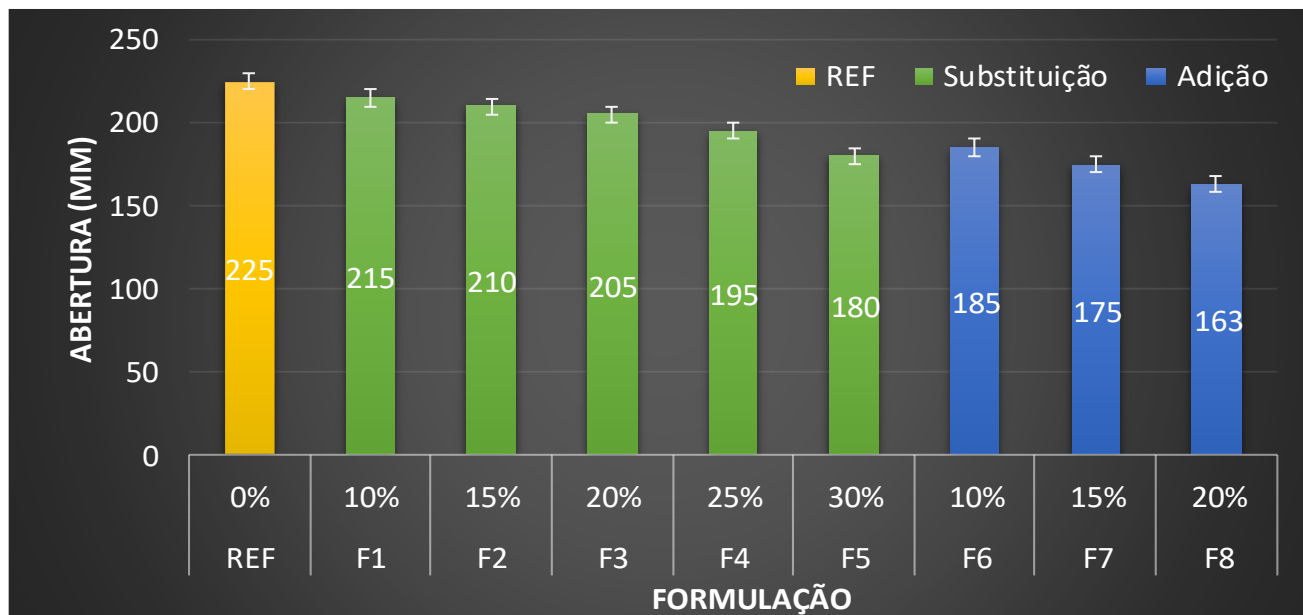
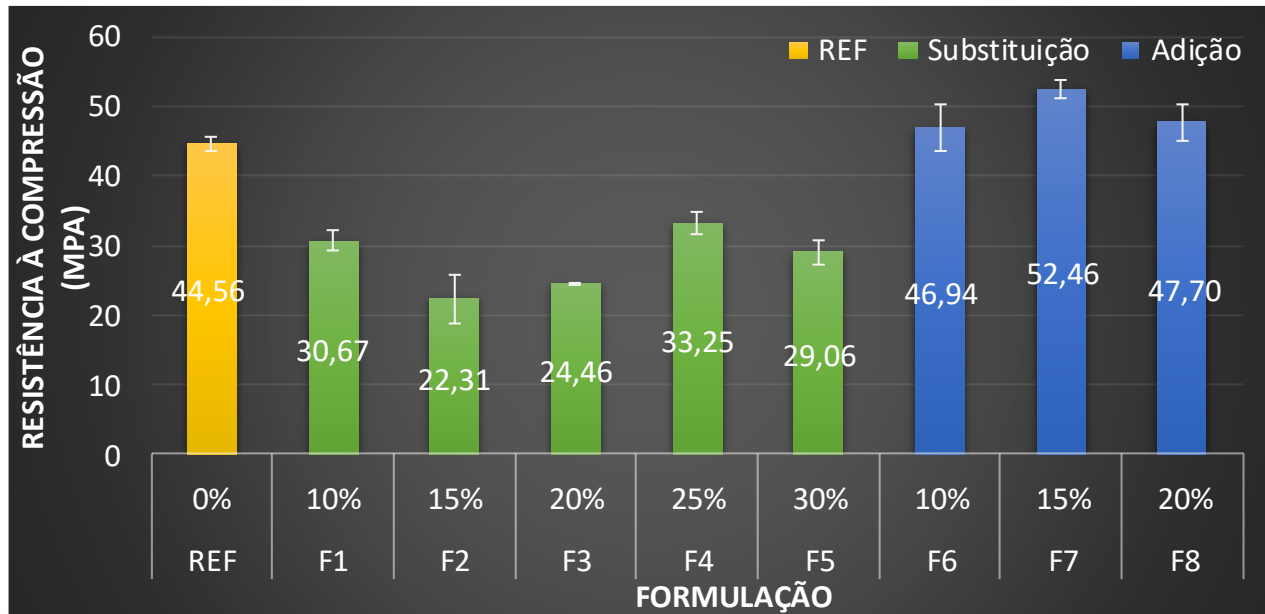


Figura 5 – Valores de espalhamento das formulações realizadas

Figura 6 – a) REF b) F5 c) F8

Resistência à Compressão



Formulação	Variação de resistência (%)
F1	-22,47
F2	-49,93
F3	-45,12
F4	-25,39
F5	-34,79
F6	5,33
F7	17,73
F8	7,03

Figura 7 – Resistência à compressão após 28 dias

Tabela 2 – Variação em relação a REF

Relação entre Propriedades

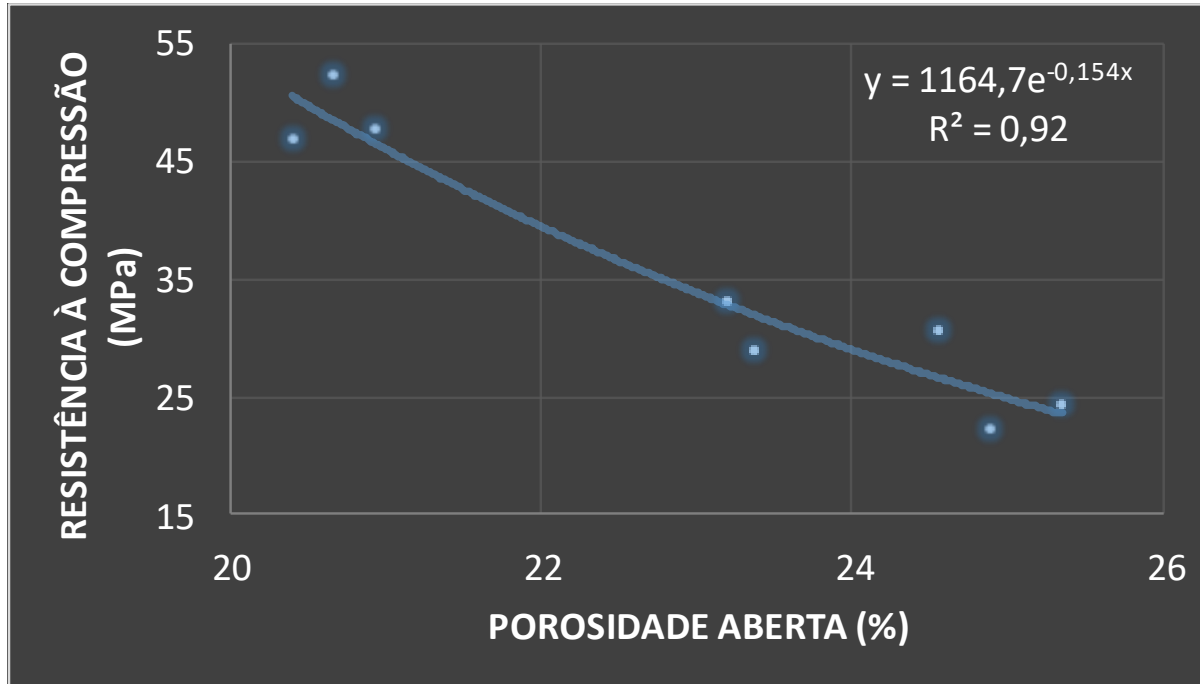


Figura 8 – Resistência à compressão X porosidade aberta

Comparação de Resultados

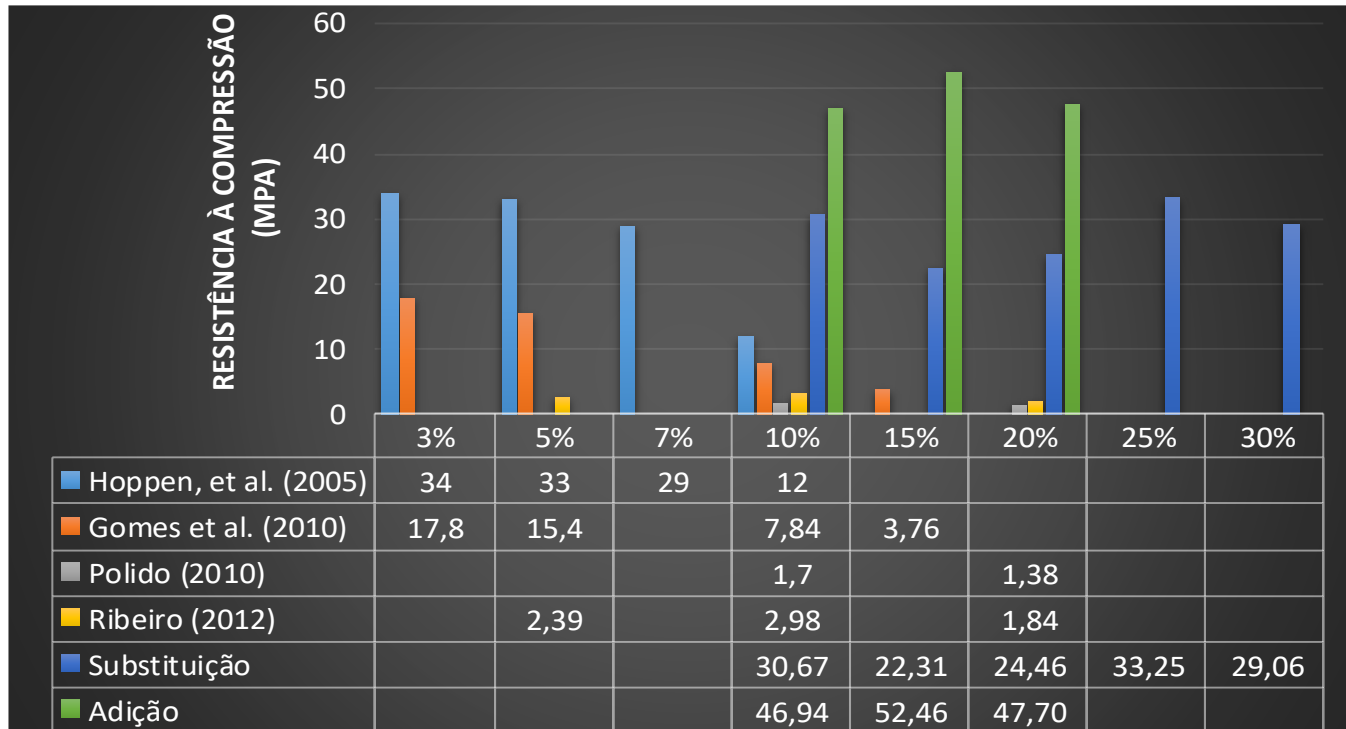


Figura 9 – Comparação com trabalhos publicados

Resistência à Flexão

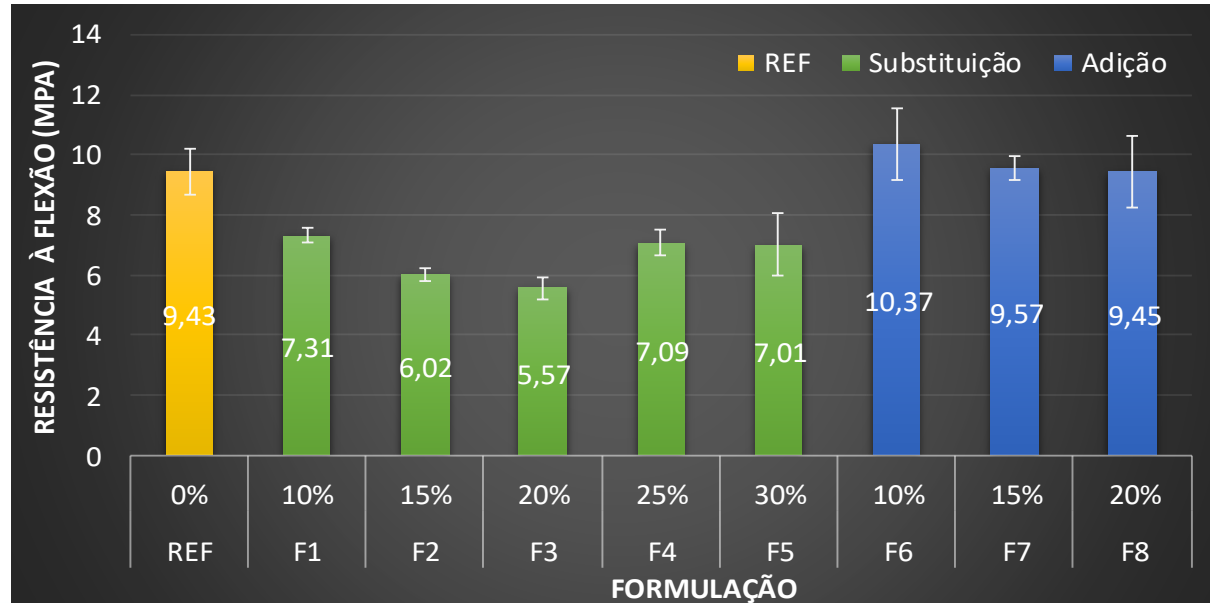


Figura 10 – Resistência à flexão após 28 dias

Formulação	Varição de resistência (%)
F1	-22,47
F2	-36,22
F3	-40,99
F4	-24,84
F5	-25,69
F6	9,93
F7	1,45
F8	0,14

Tabela 3 – Variação em relação a REF

Relação entre Propriedades

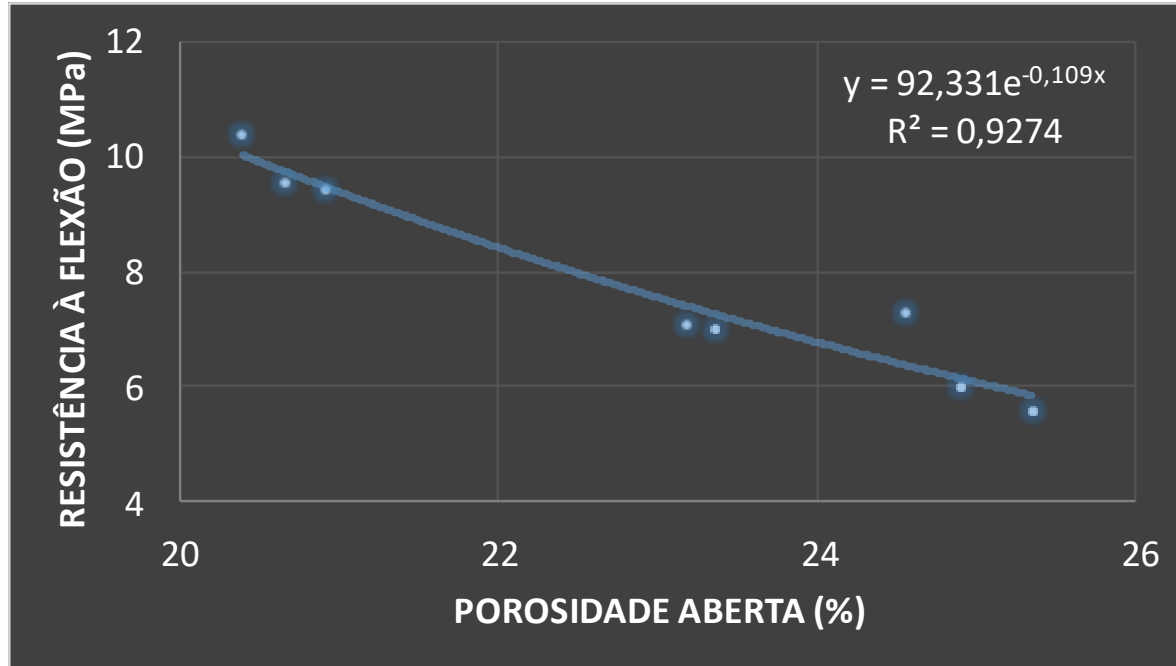


Figura 11 – Resistência à flexão X porosidade aberta

Conclusão

Estado fresco:

- Redução na trabalhabilidade

Estado endurecido:

Propriedades mecânicas

- **Substituição:** decréscimo da resistência a compressão e flexão
- **Adição:** acréscimo da resistência a compressão e flexão

Conclusão

Estado endurecido:

Comparação de propriedades físicas e mecânicas

- Diminuir a porosidade aberta;
- Variação que não é constante;
- Depende diretamente do quantidade de lodo adicionado.

Conclusão

Com base no dados obtidos, pode-se afirmar que:

O lodo de ETA **pode ser utilizado** em argamassas geopoliméricas, tanto na forma de substituição parcial do metacaulim; como adição, com função de um agregado miúdo.

Referências Bibliográficas

- DI BERNARDO, L. e Dantas, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água..** 2. ed. São Carlos: Rima, 2005.
- GOMES, Igor Alan Soares et al. **Adição de lodo de estação de tratamento de água em argamassa.** 2010. 11ª Semana de Iniciação Científica e 2ª Semana de Extensão.
- HOPPEN, Cinthya.; PORTELLA, Kleber F.; ANDREOLI, Cleverson V.; SALES, Almir.; JOUKOSKY, Alex. **Estudo de Dosagem para Incorporação de Lodo de ETA em Matriz de Concreto, Como Forma de Disposição Final.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005. Campo Grande. **Anais eletrônicos.**
- ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.** 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2010.

Referências Bibliográficas

- POLIDO, Marciele Aparecida. **Estudo de argamassa com adição do lodo de ETA**. 2010. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Materiais de Construção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2010.
- RIBEIRO, Rodolfo Faquini. **Estudo de dosagem de lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) em argamassa**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.
- RICHTER, C.A. **Tratamentos de lodos de Estações de Tratamento de Água**..1. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2001.
- SONAFRANK, GH COLE, **investigating century cement production . Cold Climate**. Housing Research Center (CCHRC). Alaska, p.114, 2010.

Obrigado !!

