



Encontro Técnico **AESABESP**

Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

34ETC-06121

LODO DE ESGOTO EM CONCRETO COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO

Liliane Frosini Armelin

Lucas R. Hayashibara, Leonardo T. de Souza , Luana A. de A. Cunha.

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Escola de Engenharia

Lodo de esgoto

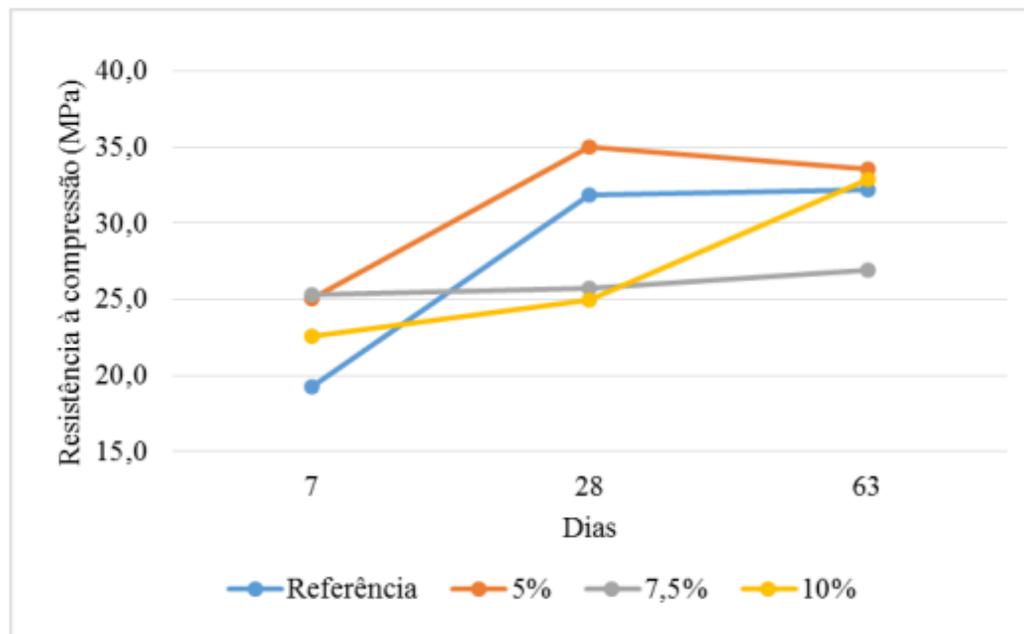
- O lodo de esgoto é um subproduto formado a partir do tratamento
- Constituído por sólidos orgânicos e inorgânicos e pode ser caracterizado como resíduo sólido (ABNT NBR 10004/2004)
- Esse resíduo represente em média 1% a 2% do volume total do esgoto tratado, porém seu gerenciamento é complexo e demanda custos elevados.
- Segundo o SNIS (2021), 51,2% do esgoto coletado é tratado. Sobre a produção de lodo não existem dados, apenas estimativas:
- A estimativa de geração de lodos no Brasil, é de 88.000 a 353.000 m³/dia de lodo líquido (wetlands construídos, 2019).

DESTINAÇÃO FINAL DE LODO DE ESGOTO NO BRASIL



DESTINAÇÃO FINAL: CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDOS EXISTENTES

Veronese et al (2021): Utilizou cinza de lodo proveniente de incineração a 400°C como substituto parcial do cimento Portland, segundo os percentuais 0%, 5%, 7,5% e 10%



Chagas (2019): substituiu o cimento Portland por lodo calcinado na temperatura 800 °C e produziu argamassa para revestimento na proporção de cimento e areia 1:3, 1:4,5 e 1:6 . Os teores de substituição de cimento Portland por lodo calcinado foram de 0%, 10%, 20% e 30%.

RESULTADOS nos ensaios de compressão:

Traço 1(cimento): 3 (areia) com substituição de 10% de lodo calcinado a 800°C no cimento foi o que mostrou resultados mais satisfatórios, em relação à resistência a compressão axial na idade 28 dias: 27,03 MPa (referência) e 29,60 MPa (10%)

DESTINAÇÃO FINAL: CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDOS EXISTENTES

Marangoni, Zaleski e Vanzetto (2018) secaram o lodo no sol durante 2 dias. Substituíram com o lodo as porcentagens de agregado miúdo: 0%, 5%, 10% e 15%

Ensaio de compressão axial a 28 dias

Teor/ensaio	0%	5%	10%	15%
COMPRESSÃO (Mpa)	35,3±0,47	39,16±2,45	40,45±0,84	29,68±0,16

Conclusão:

Os teores 5% e 10% apresentaram valores superiores ao do concreto de referência

TÍTULO	ANO	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	PAÍS
Avaliação do uso de cinza de lodo de esgoto como substituição do cimento do concreto	2021	Absorção de água e resistência a compressão	Brasil
The effect of dry wastewater sludge as sand replacement on concrete strengths	2020	Resistência a compressão	África do Sul
Reutilização de lodo de ETE na fabricação de blocos de concreto	2022	Resistência a tração, resistência a compressão e absorção.	Brasil
Estudo de viabilidade técnica para incorporação de resíduos de lodo de ETE em peças de concreto para pavimentação	2022	Resistência a compressão, absorção de água e desempenho químico.	Brasil

OBJETIVO

Analisar o desempenho do concreto com incorporação de lodo proveniente de sistema de tratamento por wetlands como substituto parcial de agregado miúdo em comparação com o mesmo concreto sem o acréscimo do resíduo.



Lodo proveniente da ETE Parque Novo Mundo sem desidratar (2 a 3% sólidos)



Procedimento: Análise através de ensaios com concreto moldado utilizando o lodo como substituto parcial de agregado miúdo em comparação com o mesmo concreto sem o acréscimo do resíduo.



METODOLOGIA

PREPARAÇÃO DO LODO

Similar a areia
Desinfecção com álcool
Moagem em pilão

PARCELA DE SUBSTITUIÇÃO

Substituição parcial de
agregado miúdo (AREIA) com o
teor de substituição de 4,3%.

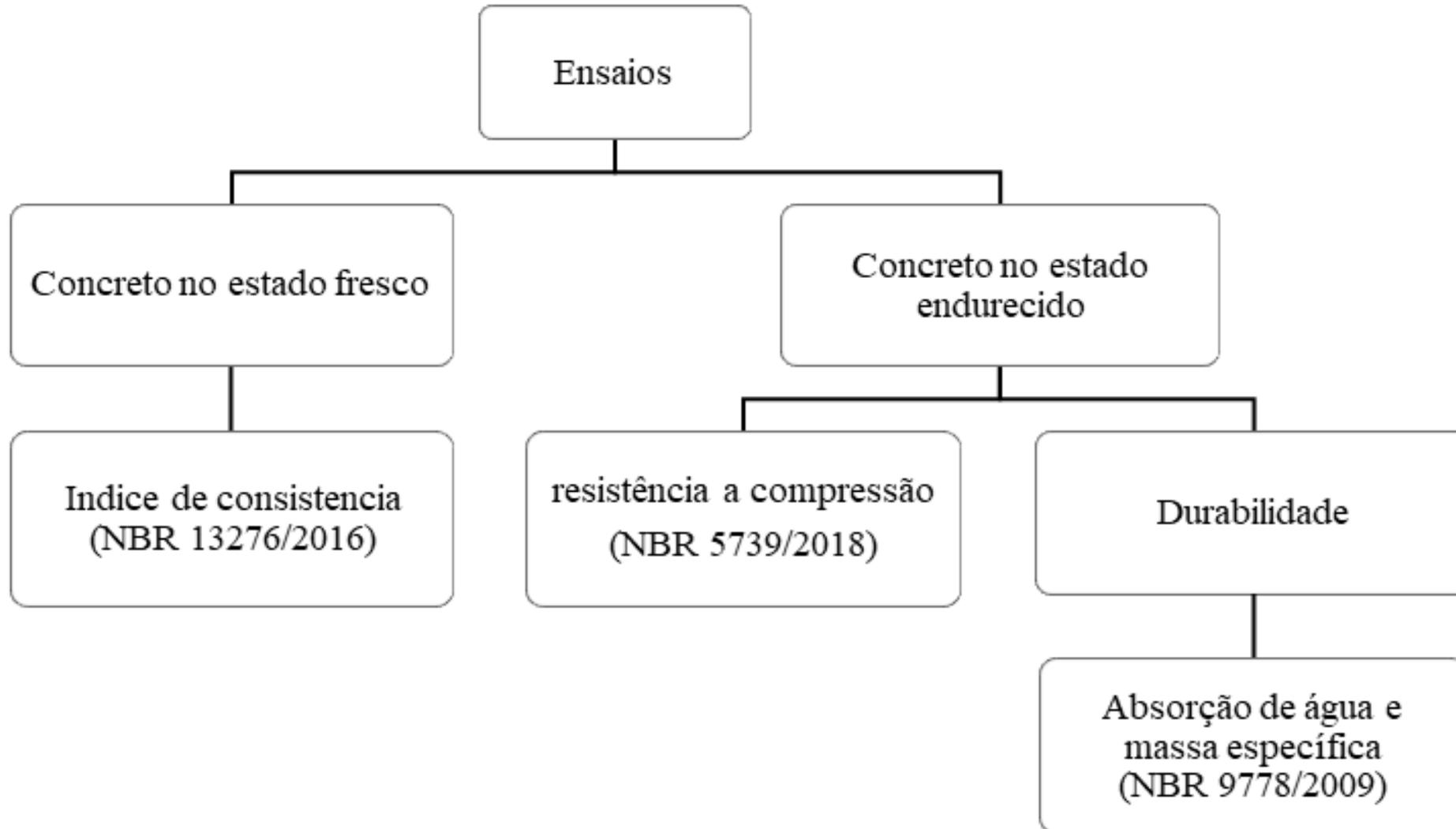
Traço do concreto: Estudo de Marangoni *et al.* (2018) alterando o fck que ao invés de 25 Mpa, alterou-se para 40 Mpa.

Fck (MPa)	Traço	Relação a/c	Consumo de cimento (Kg/m ³)	Traço unitário		
				cimen to	areia	pedra
40	1:4	0,45	425,457	1:	1,6:	2,4

METODOLOGIA

- Acréscimo de água no preparo do concreto alterando a relação água/cimento para 0,55.
- Com o concreto fresco foi realizado o ensaio de índice de consistência regido pela norma NBR 13276 (ABNT, 2016).
- Moldagem dos corpos de prova, em formas cilíndricas com dimensões de 5x10cm, conforme a norma NBR 5738 (ABNT,2016), sendo 6 corpos de prova com 4,3% de areia substituída por lodo e 6 corpos de prova com 0% (concreto de referência).
- Idades para o ensaio a resistência a compressão:14, 28, 63 dias após a moldagem.
Chagas (2019) aponta que a presença de matéria orgânica altera o processo de hidratação do cimento Portland, ocasionando aumento do tempo de início do tempo de pega e retardando a formação dos compostos hidratados.

ENSAIOS REALIZADOS



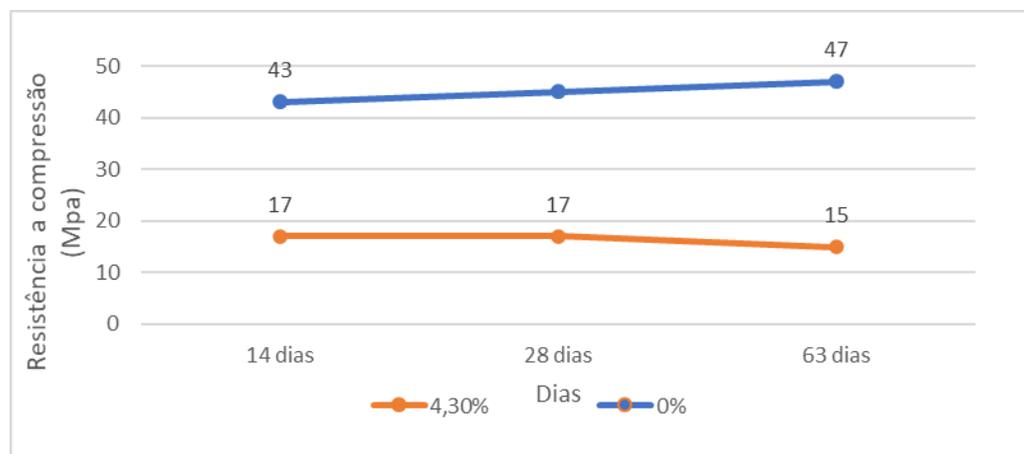
RESULTADOS

Massa específica

Concreto fresco		Concreto endurecido	
Com lodo	Sem lodo	Com lodo	Sem lodo
2147 kg/m ³	2396 kg/m ³	2087 kg/m ³ (14 dias)	2179 kg/m ³ (14 dias)
		2205 kg/m ³ (28 dias)	2311 kg/m ³ (28 dias)
		2173 kg/m ³ (63 dias)	2046 kg/m ³ (63 dias)

A incorporação do lodo altera a massa específica do concreto, porém, ainda pode ser para uso com fins estruturais (massa específica entre 2000 e 2800 kg/m³).

Resistência a compressão



RECOMENDAÇÕES

- Para futuras pesquisas é indicado um maior espaço amostral para obter resultados mais concisos, que não foi possível realizar na atual pesquisa por causa da quantidade limitada de lodo disponível
- Com relação ao elemento a ser substituído, seria de grande interesse trabalhar substituição do cimento pelo lodo calcinado.
- Investigar a quantidade de sulfato no lodo pois uma grande quantidade deste elemento pode favorecer a corrosão da armadura



Encontro Técnico **AESABESP**

Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

Os autores agradecem pelo apoio da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie pela utilização de seus laboratórios.

liliane.armelin@mackenzie.br

<https://www.linkedin.com/in/liliane-armelin-296aa114>