

XXVII
EXPOSIÇÃO DE
EXPERIÊNCIAS
MUNICIPAIS EM
SANEAMENTO



Realização:



A Influência da Incorporação da Água Cinza no Concreto

Autores:

Renata Vieira de Sousa e Silva

Adriano Luiz Tonetti

Maria Eduarda Pereira Almeida



XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Introdução

- Agravamento da crise hídrica mundial.
- Busca por alternativas na substituição da água potável.
- 85% do consumo da água virtual é no setor da construção civil.
- Consumo da água na construção civil chega a 1 bilhão m³/ano.
- Grandes obras afastadas de centros urbanos demandam muitos gastos, dentre eles o transporte de água potável para construção e consumo.
- Na Construção da Usina de Belo Monte, estima-se:
 - 900 milhões de litros de água para a produção do concreto;
 - 2,242 bilhões de litros de água cinza produzidos.

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Objetivo

Avaliar o comportamento mecânico e propriedades físicas do concreto produzido com água cinza proveniente do banho em substituição à água potável.

XXVII

EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Material e métodos

- Coleta da Água Cinza Proveniente do Banho



- Bacia de 30L

- Sem tratamento

- 5 etapas

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Material e métodos

• Caracterização da Água Cinza

Local: Laboratório Multiusuário de Saneamento (LABSAN)



- pH;
- Turbidez;
- Condutividade Elétrica;
- Alcalinidade Total;
- Nitrogênio Total;
- Sulfato;
- Nitrito;
- Nitrato;
- Zinco;
- Chumbo;
- Oxigênio Dissolvido;
- Demanda Química de Oxigênio (DQO).

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Material e métodos

• Concreto

Local: Laboratório de Materiais de Construção (LMC)

- Moldes de 0,0002 m³;
- 175 corpos de prova;
- Idades de 7, 28, 90 dias;
- Ensaios:
 - Tempo de início e fim de pega;
 - Índice de consistência
 - Resistência à compressão axial
 - Resistência à tração por compressão diametral;
 - Massa específica;
 - Absorção de água;
 - Índice de vazios.



XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Material e métodos

- Concreto

Local: Laboratório de Materiais de Construção (LMC)

Proporção de água potável e água cinza por grupo

	AC-0	AC-25	AC-50	AC-75	AC-100
Água Potável (%)	100	75	50	25	0
Água Cinza (%)	0	25	50	75	100

Traço do concreto

	Cimento	Areia Grossa	Pedrisco	Água (L/m ³)
Kg/m ³	500	788,72	871,45	255
Kg/m ³ /500	1	1,578	1,743	0,45

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



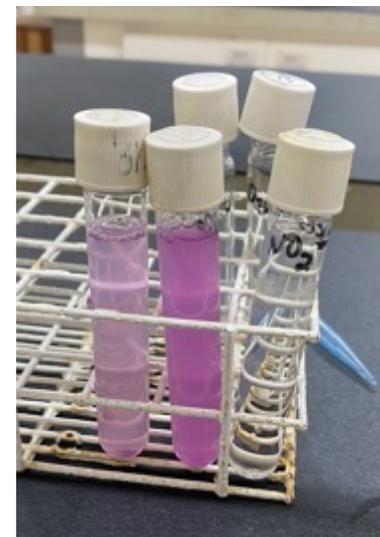
Realização:



Resultados e discussão

- Água Cinza

Análise	Unidade	Água Cinza	Água Potável	Limites Normativos		
				Brasil	Reino Unido	Estados Unidos
pH	-	6,99	6,73	≥ 5,00	≥ 4,00	-
Condutividade	MicroMHO	207,0	-	-	-	-
OD	O2/L	6,27	-	-	-	-
Turbidez	NTU	199,07	-	-	-	-
Alcalinidade	mgCaCO3/L	88,094	14	≤ 2422	≤ 2422	≤ 600
Cloreto	mgCl-/L	51,094	50	≤ 500	≤ 500	≤ 500
Sulfato	mg/L	23,00	4,6	≤ 2000	≤ 2000	≤ 3000
Nitrito	mgN-NO2-/L	0,2792	-	-	-	-
Nitrato	mgN-NO3-/L	1,4	0,87	≤112,9	≤112,9	-
NTK	%	0,03%	-	-	-	-
DQO	mgO2/L	1026,4	-	-	-	-
Chumbo	mg/L	<0,2	<0,0017	≤ 100	≤ 100	-
Zinco	mg/L	0,246	0,00895	≤ 100	≤ 100	-



XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Resultados e discussão

- Concreto

Tempo de Início e Fim de Pega do Cimento

Grupo	Teor de Água	Início de Pega	Dif. de tempo ¹	Final de Pega	Dif. de tempo ¹
AC-0	32%	2h02min	-	3h27min	-
AC-25	32%	2h02min	0	3h25min	-2 min
AC-50	32%	2h12min	+10 min	3h34min	+7 min
AC-75	32%	1h47min	-15 min	3h22min	-5 min
AC-100	32%	2h02min	0	3h47min	+ 20 min

Índice de Consistência - mm

	AC-0	AC-25	AC-50	AC-75	AC-100
Direção X	181	200	200	201	202
Direção Y	179	199	201	199	204



XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

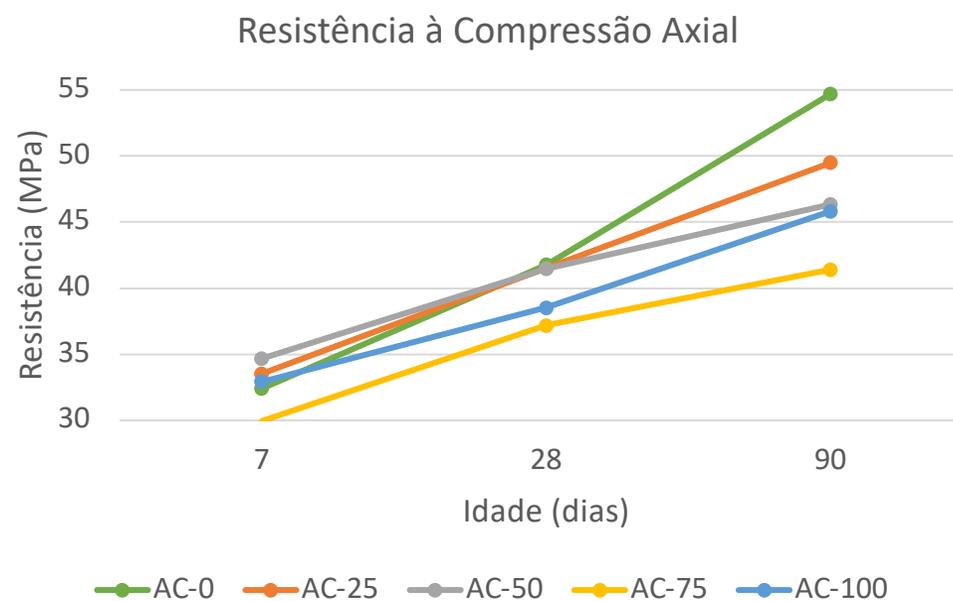


Realização:



Resultados e discussão

- Concreto



Resultados dos Ensaios de
Compressão Axial - MPa

	7 dias	28 dias	90 dias
AC-0	32.41	41.76	54.70
AC-25	33.54	41.49	49.49
AC-50	34.68	41.47	46.34 ^a
AC-75	29.95	37.19 ^a	41.41 ^a
AC-100	32.92	38.53	45.82 ^a

^a: Apresenta diferença significativa com relação ao grupo de controle (AC-0)

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

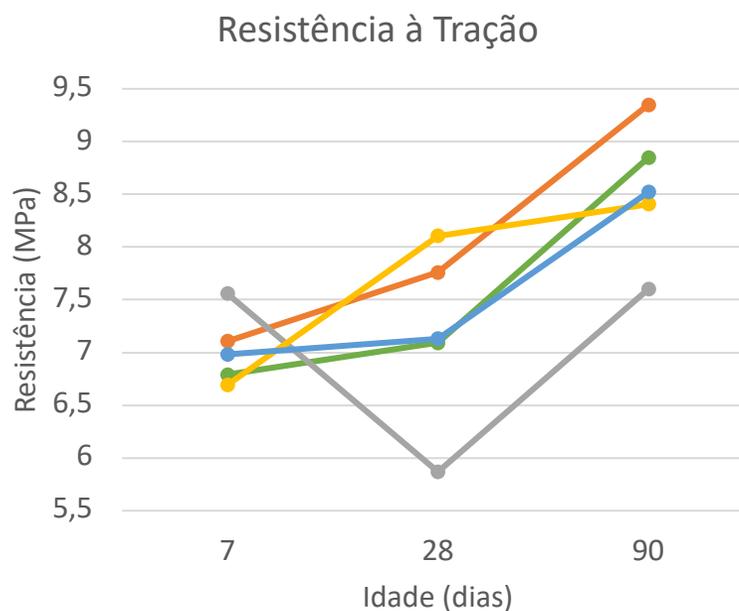


Realização:



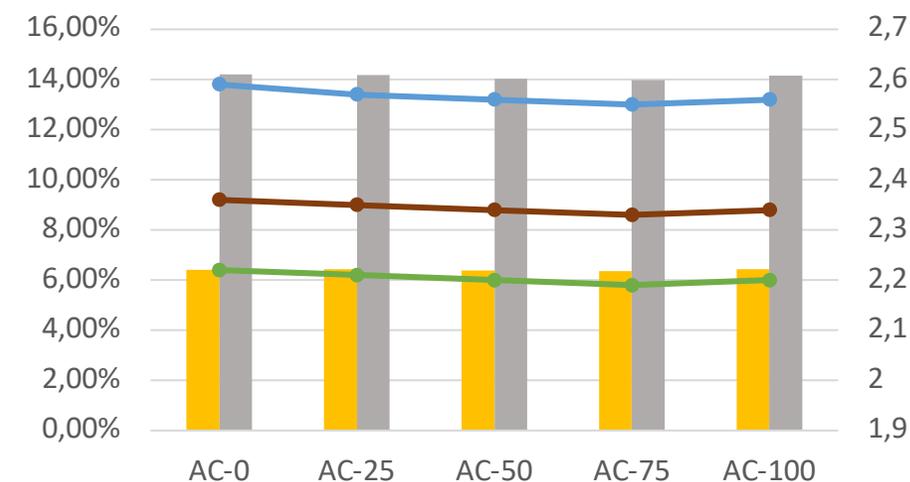
Resultados e discussão

- Concreto



—●— AC-0 —●— AC-25 —●— AC-50 —●— AC-75 —●— AC-100

Massa Específica, Índice de Vazios e Absorção de Água



■ Absorção de Água ■ Índice de Vazios
—●— Massa Específica Seca —●— Massa Específica Sat
—●— Massa Específica Real

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

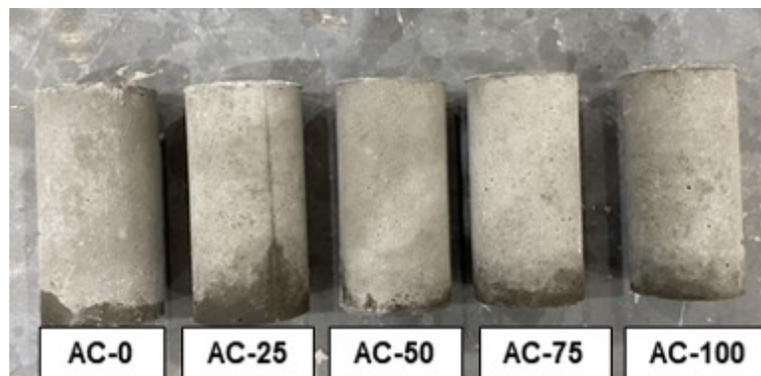
52° CNSA
CONGRESSO NACIONAL DE
SANEAMENTO
DA ASSEMAE
20 a 24 de Maio de 2024
RIBEIRÃO PRETO • SÃO PAULO

Realização:

assemae 40 anos
Associação Nacional dos Serviços
Municipais de Saneamento

Resultados e discussão

- Concreto



XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Conclusões

- Água cinza respeita os parâmetros;
- Maior trabalhabilidade e tempo de pega do concreto;
- Concreto atingiu resistência elevada, mesmo com diferenças significativas;
- **Água cinza proveniente do banho, sem tratamentos, possui potencial para ser incorporada no concreto.**

XXVII

EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Recomendações

- Fazer um estudo do consumo de água durante o banho;
 - Poucos dados encontrados na literatura;
 - Dados divergentes com os coletados durante a pesquisa;
- Entender a realidade e a viabilidade da adoção de uma técnica como a estudada;
 - Conversar com engenheiros e construtoras responsáveis por grandes obras em locais afastados;

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Recomendações

Treated wastewater as a sustainable alternative to concrete manufacturing: a literature review on its performance

M. E. P. Almeida¹ · A. L. Tonetti¹

Received: 24 June 2022 / Revised: 22 September 2022 / Accepted: 21 November 2022 / Published online: 6 December 2022
© The Author(s) under exclusive licence to Iranian Society of Environmentalists (IRSEN) and Science and Research Branch, Isf

Labor & Engenho³

Perception on the employment of treated sewage in concrete production

DOI: 10.20396/labor.v17i00.8671708

Adriano Luiz Tonetti

<https://orcid.org/0000-0003-0910-401X>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

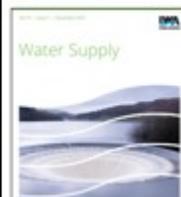
Leticia Paulok Imark

<https://orcid.org/0000-0002-6085-3852>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

Volume 19, Issue 7

1 November 2019



RESEARCH ARTICLE | MAY 24 2019

Environmentally friendly interlocking concrete paver blocks produced with treated wastewater **FREE**

Adriano Luiz Tonetti; Natalia Cangussu Duarte; Mariana Rodrigues Ribeiro dos Santos; Gustavo Henrique Siqueira

Check for updates

Water Supply (2019) 19 (7): 2028–2035.

<https://doi.org/10.2166/ws.2019.078> [Article history](#)

Views PDF Share Tools

Labor & Engenho³

Interlocking concrete paving blocks made with treated wastewater: an analysis of user acceptance

DOI: 10.20396/labor.v18i00.8672902

Adriano Luiz Tonetti

<https://orcid.org/0000-0003-0910-401X>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

Marcelle Maria Gois Lima

<https://orcid.org/0000-0002-5405-9302>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

Maria Eduarda Pereira de Almeida

<https://orcid.org/0000-0002-6057-6187>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

Mariana Rodrigues Ribeiro dos Santos

<https://orcid.org/0000-0001-8966-4783>

Universidade Estadual de Campinas / Campinas [SP] Brasil

Volume 9, Issue 3

1 September 2019



RESEARCH ARTICLE | MAY 06 2019

Water reuse in the production of non-reinforced concrete elements: An alternative for decentralized wastewater management **FREE**

Natalia Cangussu Duarte; Ana Elitha dos Santos Amaral; Bianca Graziella Lento Araujo Gomes; Gustavo Henrique Siqueira; Adriano Luiz Tonetti

Check for updates

Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development (2019) 9 (3): 596–600.

<https://doi.org/10.2166/washdev.2019.106> [Article history](#)

Views PDF Share Tools

XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Referências

- ALMEIDA, M. E. P. **Influência da Incorporação do Esgoto Tratado a Nível Secundário e de Agregados Reciclados em Compósitos Cimentícios**. 2022.
- Almeida, M.E.P., Tonetti, A.L. **Treated wastewater as a sustainable alternative to concrete manufacturing: a literature review on its performance**. Int. J. Environ. Sci. Technol. 20, 8157–8174 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04686-8>
- Asadollahfardi, G., Delnavaz M., Rashnoiee V., Ghonabadi N. **Use of treated domestic wastewater before chlorination to produce and cure concrete**. Construction and Building Materials. Volume 105. 2016. Pages 253-261. ISSN 0950-0618. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.039>
- Duarte, N.C., Amaral, A.E.S., Gomes, B.G.L.A., Siqueira, G.H. Tonetti, A.L. **Water reuse in the production of non-reinforced concrete elements: An alternative for decentralized wastewater management**. Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development , v. 09, p. 596-600, 2019.
- GHRAIR, Ayoup M. et al. **Influence of grey water on physical and mechanical properties of mortar and concrete mixes**. *Ain Shams Engineering Journal*, v. 9, n. 4, p. 1519-1525, 2018. ISSN 2090-4479. DOI: 10.1016/j.asej.2016.11.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447916301551>. Acesso em: 21 de jun. de 2023
- Tonetti, A.L., Duarte, N.C., Santos, M.R.R., Siqueira; G.H., **Environmentally friendly interlocking concrete paver blocks produced with treated wastewater**. Water Supply 1 November 2019; 19 (7): 2028–2035. doi: <https://doi.org/10.2166/ws.2019.078>
- Tonetti, A.L., Lima, M.M.G., Almeida, M.E.P., Santos, M.R.R. **Interlocking concrete paving blocks made with treated wastewater**. LABOR & ENGENHO, v. 18, p. e024001-13, 2024.
- Tonetti, A.L.; Imark, L.P. **Perception on the employment of treated sewage in concrete production**. LABOR & ENGENHO, v. 17, p. e023005-10, 2023.

XXVII

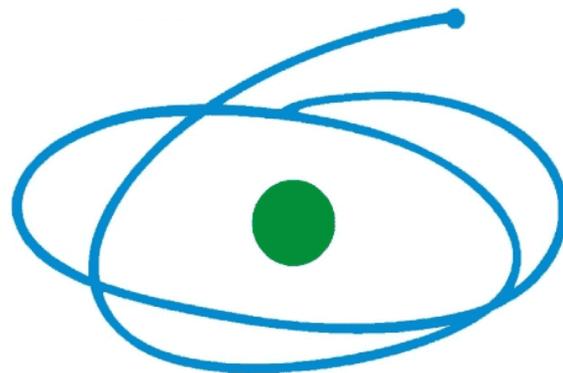
EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Agradecimentos



C A P E S



XXVII

EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



OBRIGADA!



Renata Silva

LinkedIn: www.linkedin.com/in/renatavss/

Email: r205328@dac.unicamp.br