



SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO DE LODO GALVÂNICO EM BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO (PAVERS)

Janaina de Melo Franco¹, Célia Regina Granhen Tavares², Hugo Renan Bolzani¹, Paulo Henrique Souza Almeida³

RESUMO: Este trabalho apresenta a viabilidade técnica da incorporação do lodo de galvanoplastia em substituição ao cimento na produção de blocos de concreto para pavimentação (Pavers) por meio da técnica de solidificação/estabilização, a partir de caracterizações físicas e mecânicas. Observou-se que a incorporação em 5% de lodo de galvanoplastia em matriz científica foi o traço que obteve maiores ganhos de absorção de água e resistência à compressão. Todos estes resultados evidenciaram que a utilização deste tipo de resíduo pode favorecer ganhos técnicos e ambientais, pois, se trata de um resíduo que é gerado em grandes quantidades pelos setores metalúrgicos galvanotécnicos e contribui significativamente para a diminuição da vida útil dos aterros industriais em todo o Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto, lodo galvânico, resíduos industriais.

1 INTRODUÇÃO

No setor metalúrgico, a atividade galvânica é considerada uma atividade potencialmente poluidora devido principalmente aos processos de tratamentos químicos superficiais, que visam a decapagem e/ou processo de deposição eletroquímica em superfícies metálicas, ou de imersão das peças de metais em banhos eletroquímicos (cromação, niquelação, zincagem, anodização etc). O grande volume dos resíduos sólidos industriais gerados pelo setor e o alto custo de manejo estimulam pesquisas na busca de soluções adequadas para o seu gerenciamento, destacando neste contexto, o aproveitamento desses resíduos na construção civil, que consiste em encapsular resíduos perigosos dentro de uma matriz sólida de grande integridade estrutural, além de estabilizar os resíduos perigosos e transformá-los em materiais menos poluentes. O objetivo deste trabalho foi apresentar a viabilidade técnica da incorporação do lodo de galvanoplastia em substituição ao cimento na produção de blocos de concreto para pavimentação (Pavers) por meio da técnica de solidificação/estabilização, a partir de caracterizações físicas e mecânicas.

¹ Mestre em Engenharia Urbana - bolsista CAPES, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - Paraná. E-mail: janydemelo@gmail.com, hugo_bolzani@hotmail.com

² Professora-orientadora do programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - Paraná. E-mail: celia@deq.uem.br

³ Doutorando em Engenharia Química - bolsista CNPq, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - Paraná. E-mail: phsoal@yahoo.com.br

2 MATERIAL E MÉTODOS

Incorporação dos resíduos em matriz cimentícia

Cada método de dosagem busca alcançar sempre o critério de desempenho exigido pela norma, neste caso, a resistência à compressão. Devido à inexistência de prescrição normativa para dosagem de blocos de concretos para pavimentação (Pavers) e como cada método está intimamente relacionado com as características particulares de cada máquina vibro-compressora, gerou-se um traço conforme a tabela 1.

Tabela 1. Composição dos traços dos Pavers

Traço	Proporção de substituição				
	a/ac	cimento	areia	brita	LG
REF	0,40	1,0	2,5	1,3	-
5% LG	0,35	0,95	2,5	1,3	0,05
10% LG	0,32	0,90	2,5	1,3	0,10
15% LG	0,37	0,85	2,5	1,3	0,15
20% LG	0,35	0,80	2,5	1,3	0,20
25% LG	0,42	0,75	2,5	1,3	0,25

REF – corpo de prova sem substituição ou referência

a/c – relação água/cimento

LG – (em base seca) Lodo de galvanoplastia

Para a realização do programa experimental foram produzidos 180 pavimentos com dimensões de 100 mm (largura) x 200 mm (comprimento) x 80 mm (altura), sendo 30 destinados a dosagem do concreto sem substituição pelo resíduo ou referência e 150 para o ciclo composto pelo lodo de galvanoplastia.

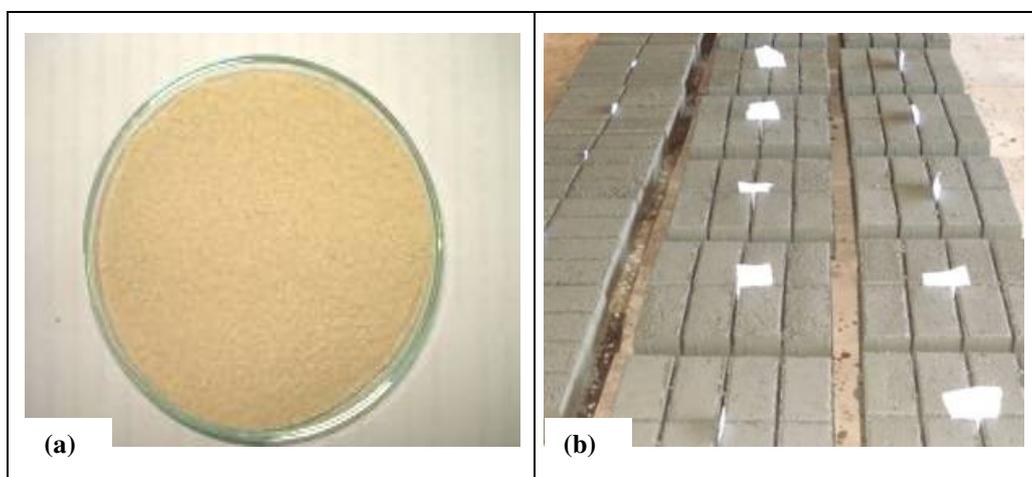


Figura 1. a) amostra de lodo de galvanoplastia e b) corpos de prova produzidos

Ensaio de Resistência a Compressão

Na realização dos ensaios de resistência a compressão foram moldados seis blocos para cada idade de ruptura (7, 14, 28, 60 e 90 dias) e proporção de agregado reciclado, utilizando o procedimento proposto pela NBR 9780/1987, no laboratório de Construção Civil da Universidade Estadual de Maringá - UEM.

Ensaio de Absorção de Água

Para o ensaio de absorção de água por imersão, foram empregados em três corpos de prova de cada proporção de substituição do lodo de galvanoplastia em todas as idades de cura, seguindo a metodologia proposta pela NBR 12118/2010.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Resistência à Compressão

A tabela 2 apresenta os resultados (média) dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova de referência e dos produzidos por substituição do cimento por lodo de galvanoplastia entre 5 e 25%.

Tabela 2. Médias de resistência à compressão dos Pavers

Traço	a/agl	Resistência à compressão (MPa)				
		7 dias	14 dias	28 dias	60 dias	90 dias
REF*	0,40	32,93	36,95	37,35	39,52	37,45
5	0,35	27,88	35,98	35,43	33,33	33,30
10	0,32	26,00	23,38	26,77	30,53	19,80
15	0,37	22,70	23,33	20,70	23,67	28,73
20	0,35	16,08	22,82	22,23	20,50	23,55
25	0,42	15,63	20,65	23,37	26,35	18,50

*Sem substituição ou REF.

A figura 2 apresenta os valores obtidos de resistência à compressão desses blocos, ao longo das idades de cura e das substituições do cimento pelo lodo de galvanoplastia, em comparação com os blocos sem substituição ou referência (REF).

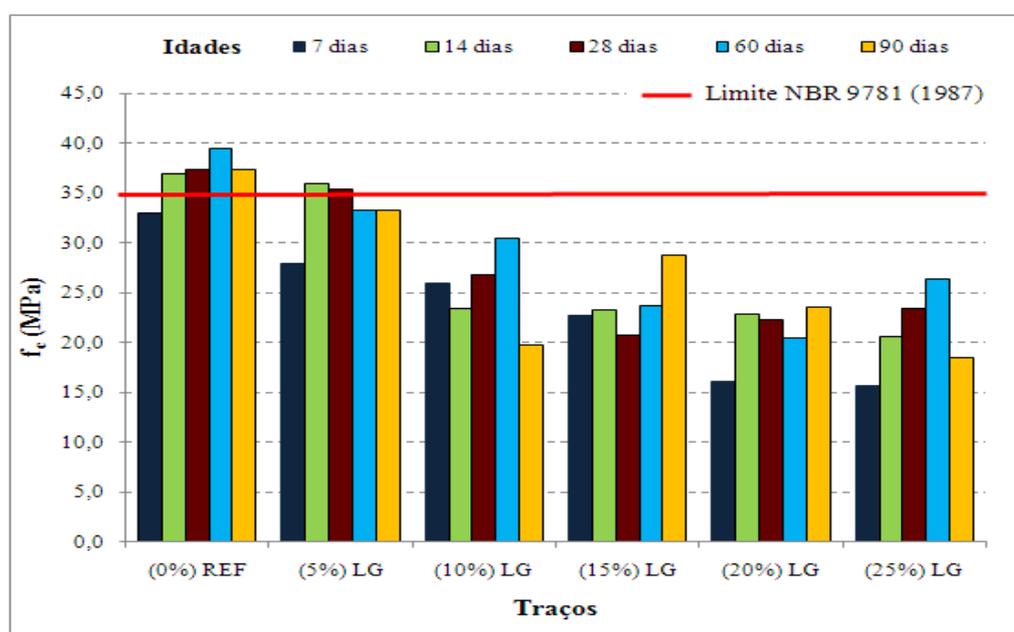


Figura 2. Média de resistência à compressão dos pavers em todas as idades e substituições

Observou-se que na figura 2 em todas as idades de cura e proporções utilizando o lodo de galvanoplastia não foram alcançados valores de resistência a compressão superiores aos encontrados para os pavers produzidos sem substituição ou referência.

Contudo, em todos os traços testados, aqueles que alcançaram melhores resultados quanto à resistência a compressão foram os Pavers-LG5 ou 5% de substituição, obtendo valores médios de resistência de 35,43 Mpa aos 28 dias, ou seja, superiores ao preconizado pela NBR 9780/1987 de 35,0 Mpa para utilização em áreas de tráfego de veículos leves/comerciais de linha.

Ensaio de Absorção de Água

A tabela 3 e a figura 3 apresentam os valores de absorção de água dos blocos moldados com diferentes substituições do cimento pelo lodo de galvanoplastia, bem como aqueles obtidos com os blocos de referência, realizados de acordo com a NBR 12118/2010.

Tabela 3. Média (%) dos resultados da absorção dos pavers após imersão em água

BCP	7 dias			14 dias			28 dias			60 dias			90 dias		
	Méd. (%)	σ	C.V												
REF	4,37	0,54	12,27	4,84	1,20	24,83	4,55	0,29	6,43	5,73	1,41	24,69	2,22	0,38	16,92
LG5	3,80	0,27	7,00	3,59	0,40	11,03	4,02	0,22	5,44	5,70	0,58	10,23	2,18	0,27	12,26
LG10	6,13	4,87	79,42	6,81	4,95	72,72	8,39	1,70	20,30	8,51	5,26	61,83	1,79	0,45	24,93
LG15	9,12	9,01	98,85	5,18	3,04	58,58	5,04	0,59	11,62	8,97	2,58	28,78	2,10	1,58	75,47
LG20	4,74	0,31	6,62	5,41	0,55	10,22	5,27	0,59	11,23	7,60	0,68	8,89	3,81	0,62	16,20
LG25	5,73	0,56	9,83	6,89	0,57	8,24	5,36	0,51	9,48	9,28	1,07	11,51	3,48	0,09	2,45

Abs.(%): Valor de absorção de água; σ : Desvio-padrão e C.V.: Coeficiente de variação

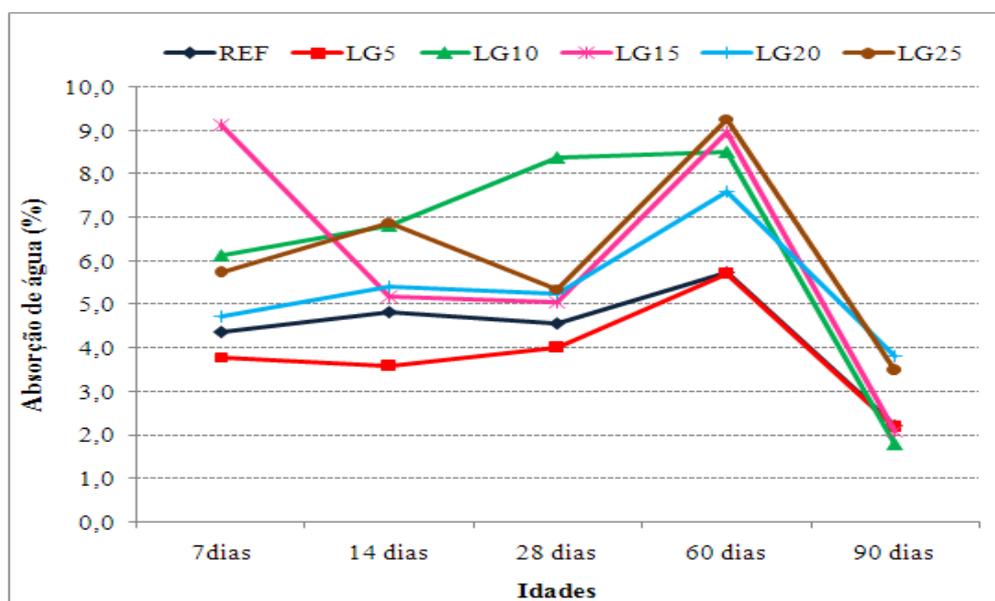


Figura 3. Efeito da taxa de absorção de água nos pavers ao longo das idades de cura

Verifica-se que apenas os pavers-LG5 apresentaram valores de absorção, em praticamente todas as idades de cura, menores que aquelas dos pavers-REF. Verifica-se também, que após os 60 dias de tempo de cura, houve uma diminuição acentuada no valor da absorção de água, que pode indicar uma influência da idade de cura na absorção de água e uma maior estabilidade dos pavimentos.

Tashima *et al.* (2004) em seu estudo da substituição de 10% de cimento por cinza da casca de arroz (CCA) em matriz cimentícia, verificou uma redução de até 27% na taxa de absorção de água, em relação ao traço referência aos 28 dias. Os autores relacionaram esse comportamento à granulometria muito fina do material, ocasionando a diminuição da porosidade e favorecendo uma maior reação de hidratação em toda a matriz cimentícia.

4 CONCLUSÕES

Os pavers produzidos com o lodo de galvanoplastia apresentaram condições viáveis de aplicação em matriz cimentícia quanto a técnica de solidificação/estabilização, devido à relação água/aglomerante, a interação na matriz cimentícia influenciou nos valores da resistência a compressão, onde, o paver-LG5 apresentou valores de resistência acima do limite estabelecido na norma brasileira (35,43 Mpa), no entanto, inferior ao alcançado para o paver-REF (37,35 MPa). Quanto à absorção de água, observou-se que o paver-LG5 foi a proporção que representou menores taxas de absorção, superando aos valores obtidos para o paver-REF, além de ser a proporção mais promissora com relação a limites de resistência a compressão e periculosidade de metais, características mais estudadas com relação a técnica escolhida.

Acredita-se, portanto, que as características físicas, químicas e principalmente microestruturais do lodo de galvanoplastia permitam que estes resíduos sejam passíveis de utilização como matéria-prima na construção civil, no entanto, para que essa prática possa ser viabilizada, faz-se necessário um esforço conjunto dos agentes envolvidos no processo, ou seja, a indústria de pré-moldados juntamente com a indústria galvanotécnica, com o intuito de se obter ganhos econômicos e principalmente ambientais.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9780**: peças de concreto para pavimentação determinação da resistência a compressão – Método de ensaio. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

———. **NBR 12118**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio: determinação da absorção de água, teor de umidade e área líquida. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

TASHIMA, M. M.; SILVA, C. A. R.; AKASAKI, J. L.; BARBOSA, M. B.; SILVA, E. J. Avaliação do teor de cinza de casca de arroz no concreto. IBRACON - Construções em Concreto (II.378-II.388). 46º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. **Anais...** 2004.