

Para as duas idades de controle, o desvio padrão fica muito próximo de 1 MPa, considerado aceitável pela norma de concreto NBR 7212/1984 que preconiza desvio de 1,5 MPa para concretos dosados em laboratório. Portanto, de acordo com os ensaios executados, não há contra-indicações para adição do farelo de couro em argamassas, considerando-se apenas os efeitos gerados na resistência à compressão.

3.2 Verificação da imobilização do cromo incrustado nas argamassas

Para verificação da capacidade do compósito encapsular os resíduos de cromo presentes no farelo de couro wet blue, utilizou-se do ensaio de lixiviação através do procedimento descrito na NBR 10005/2004, sendo que os limites de material lixiviado tolerado estão descritos na NBR 10004/2004. Esses ensaios foram realizados na central analítica da Universidade Feevale e foram compilados na Tabela 5.

Para o cromo a legislação brasileira por meio da NBR 10004/2004, estabelece como limite máximo, 5 mg/L para lixiviação e 0,05 mg/L para o ensaio de solubilização. Para o cloreto é estabelecido limite de 250 mg/L no ensaio de solubilização.

Percebe-se que aos sete dias o resíduo tóxico presente no farelo de couro adicionado à argamassa já está encapsulado de forma muito eficiente, sendo que os valores obtidos nos ensaios de lixiviação encontram-se próximos de 1% do limite que a NBR 10004/2004 preconiza como aceitável. No caso da solubilização, nem sequer foi possível detectar a presença de cromo, pois a limitação do ensaio é de 0,005mg/L. Entretanto, mesmo que fosse percebida esta concentração mínima para detecção do ensaio, ainda seria considerado aceitável pelos limites estabelecidos em norma. Para a solubilização dos cloretos, a situação é muito semelhante, atingindo aproximadamente 2% do limite tolerável (250 mg/L).

Portanto, com os resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização, pode-se afirmar que, para as argamassas produzidas em todos os níveis de adição apresentados, existe grande capacidade de retenção do cromo impregnado às fibras de couro adicionadas à mistura já aos sete dias. Pode-se afirmar ainda, de acordo com os ensaios de lixiviação, que houve total encapsulamento do cromo presente nas amostras com idade de controle de 28 dias, quando as reações do cimento já se tornam extremamente reduzidas.

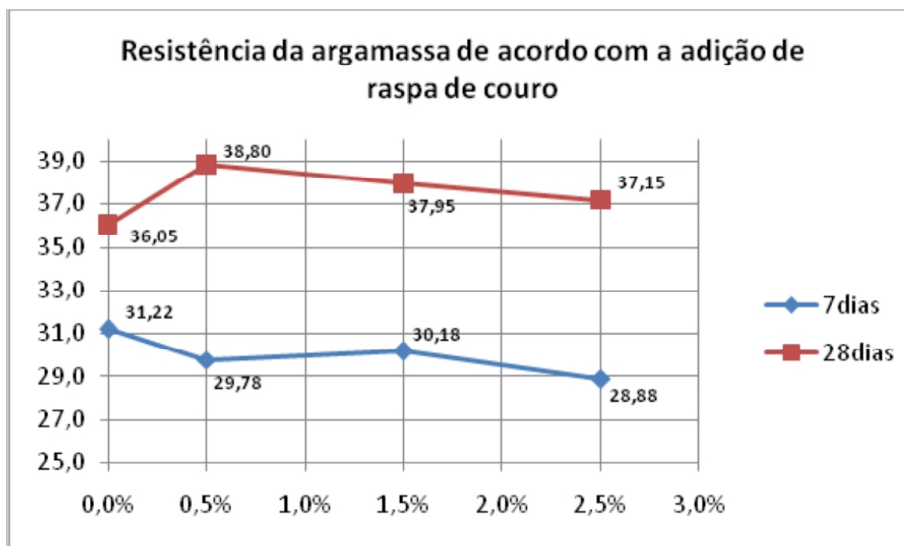


Figura 2 – Resistência de argamassas adicionadas de farelo de couro wet blue. Fonte: autor.

Tabela 4 – ANOVA: análise de variância para resistência x adição de raspa.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas (idade)	111,788628	1	111,789	66,222099	0,0038801 ¹	10,128
Colunas (teores)	1,88738438	3	0,62913	0,3726871	0,7804625 ²	9,27663
Erro	5,06425937	3	1,68809			
Total	118,740272	7				

¹ P<0,01: considera-se significativo o fator idade de controle;

² P>0,01: considera-se que não existe diferença significativa entre os teores de raspa.

Tabela 5 – Ensaios de lixiviação, solubilização e resistência à compressão de argamassas (1:3:0,48) adicionadas de farelo de couro *wet blue*; para solubilização foram efetuadas três repetições (A, B e C).

QUANTIDADE COURO	0,00%		0,00% REPET.		0,50%		1,50%		2,50%		2,50% REPET.	
ELEMENTO QUÍMICO	Cloretos	Cromo	Cloretos	Cromo	Cloretos	Cromo	Cloretos	Cromo	Cloretos	Cromo	Cloretos	Cromo
CONCENTRAÇÃO	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1	mg L-1
LIXIVIADO 7 DIAS	5,5	0,041	6,3	0,021	5,9	0,058	5,1	0,063	7,2	0,039	6,3	n.d.
LIXIVIADO 28 DIAS	8,5	n.d.	13,5	n.d.	7,3	n.d.	15,5	n.d.	13,3	n.d.	-	-
METODOLOGIA	Titulom.	FAAS	Titulom.	EAAC	Titulom.	FAAS	Titulom.	FAAS	Titulom.	FAAS	Titulom.	EAAC
SOLUBILIZADO 7 DIAS	20,5	n.d.	5,1	n.d.	9,3	n.d.	12,0	n.d.	17,0	n.d.	6,5	n.d.
SOLUBILIZADO 28 DIAS	5,5	n.d.	4,8	n.d.	5,3	n.d.	6,9	n.d.	8,2	n.d.		
METODOLOGIA	Titulom.	EAAC	Titulom.	EAAC	Titulom.	EAAC	Titulom.	EAAC	Titulom.	EAAC	Titulom.	EAAC
RESISTENCIA 7 DIAS	31,22				29,78		30,18		28,88		24,25	
RESISTENCIA 28 DIAS	36,05				38,80		37,95		37,15		33,90	

Limites NBR10004/2004: para o cromo 5mg/L na lixiviação e 0,05mg/L para solubilização; quanto aos cloretos, 250 mg/L na solubilização.

4 Conclusões

A adição da raspa de couro até 2,5% em relação à massa de cimento não influenciou de forma negativa na resistência à compressão da argamassa. Além disso, não houve desprendimento do cromo por lixiviação ou solubilização da argamassa no estado endurecido, especialmente para idades de controle acima de 28 dias.

Monstrou-se com os, através dos ensaios que há possibilidade de evitar a destinação do farelo de couro para depósitos de resíduos perigosos, incorporando-o, de maneira muito simples à processos corriqueiros da construção civil. Essa incorporação é eficiente para encapsular o cromo retido no farelo e pode ser uma oportunidade de negócio àqueles que se sujeitem a utilizá-lo na composição de argamassas.

Por outro lado, considerando-se que não foram feitos ensaios de longa duração, recomenda-se a continuidade desta avaliação verificando-se à capacidade da manutenção do encapsulamento do cromo em longo prazo.

5 Referencias

PACHECO, José Wagner Faria. Curtumes. São Paulo : CETESB, 2005. 76 p. (1 CD) : il. ; 30 cm. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acessado em: 25/03/2011

SILVA, Djalma Ribeiro. Estudo de inibidores de corrosão em concreto armado, visando a melhoria na sua durabilidade. Tese (Doutorado), UFRN, Natal, RN, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão decorpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005: Lixiviação de resíduos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro, 1984.

SERRA, José Roberto; OLIVEIRA, Otávio José de. Um estudo inicial sobre a oportunidade de aproveitamento de resíduos de raspas de couro na produção de pisos. XIII SIMPEP. Bauru, SP, Brasil, 2006.

ABREU, M. A.; TOFFOLI, S.M.. Characterization of a chromium-rich tannery waste and its potencial use in ceramics. *Ceramics International* 35 (2009) 2225-2234. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ceramint>

DETTMER, A.; NUNES, K. G. P.; GUTERRES, M.; MARCÍLIO, N. R.. Production of basic chromium sulfate by using recovered chromium from ashes of thermally treated leather. *Journal of Hazardous Materials* 176 (2010) 710-714. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/jhazmat>

TREZZA, M.A.; SCIAN, A.N.. Waste with chrome in the Portland cement clinker production. *Journal of Hazardous Materials* 147 (2007) 188-196. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/jhazmat>