

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE PÓ DE COURO EM ARGAMASSAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

V. R. V. MENDES (1), R. C. S. S. ALVARENGA (1), C. L. SILVA (1), J. M. F. CARVALHO (1); A. A. P. REZENDE (1), D. P. FASSONI (1), A. M. REIS (1), C. F. R. SANTOS (1)

(1) Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil, Av. P. H. Rolfs, s/n – Campus Universitário – Viçosa – MG.

ritadecassia@ufv.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica da incorporação de pó de couro em argamassas. Realizou-se a caracterização física do agregado e procedeu-se à dissolução em meio básico do pó de couro, na proporção de 1:1:1 de resíduo, base e água, respectivamente, obtendo-se o resíduo tratado. Na etapa seguinte, foram moldados corpos de prova utilizando-se dois traços de referência em massa: 1:3, de cimento e areia, e 1:1:6, de cimento, cal hidratada e areia, respectivamente, mantendo-se fatores de consistência iguais a 130 ± 10 mm e 220 ± 10 mm, para cada traço. Foram produzidos dois grupos de argamassa: sem adição de resíduo e com adição de 5% e 10% de resíduo tratado em relação à massa de cimento. Foram realizados ensaios de resistências à compressão axial e à tração por compressão diametral, além do ensaio de resistência de aderência em superfícies. Os ensaios de resistência realizados, bem como as análises ambientais dos extratos lixiviado e solubilizado, comprovam a viabilidade da incorporação do pó-de-couro em argamassa.

Palavras-chave: Resíduo de couro; argamassa; meio-ambiente.

INTRODUÇÃO

O processamento e beneficiamento de couro são atividades geradoras de resíduos, causando grande degradação ambiental e não contribuindo para um desenvolvimento sustentável. Para cada tonelada de pele tratada são necessários 500 Kg de produtos químicos, produzindo apenas 250 Kg de couro tratado e gerando 600 Kg de resíduos sólidos. Por este motivo, os países do primeiro mundo importam a pele na forma *wet blue*, em que 85% dos resíduos ambientais já foram gerados para sua obtenção. No Brasil, 60% das exportações de couro bovino se dão na forma *wet blue*. (TACHARD⁽¹⁾, 2006)

Uma alternativa para absorver os resíduos sólidos industriais que tem sido cada vez mais explorada é a construção civil, que é um setor da atividade tecnológica que consome grande volume de recursos naturais.

Neste projeto foi investigada a possibilidade de aplicação de pó de couro em argamassas, com vistas a apontar soluções para o seu emprego como material de construção civil e, desta forma, dar-lhe uma destinação ambientalmente adequada. Esse rejeito representa cerca de 75% dos resíduos sólidos produzidos pelas indústrias de couro, podendo chegar a 90%. (CABEZA apud TACHARD⁽¹⁾ (2006).

Para a utilização do pó de couro, este passou por um pré-tratamento em meio básico variando a concentração do reagente, obtendo-se assim soluções de resíduos tratados, com vistas a adicioná-las à matriz de cimento para o aprisionamento do íon cromo, presente no resíduo de couro, de acordo com procedimento descrito em Yuan⁽²⁾ (2009). Entre as diversas matrizes utilizadas para tratamento de resíduos de metais pesados, a de cimento Portland é a mais utilizada, devido a fatores como: durabilidade, capacidade de redução de materiais inorgânicos e baixo custo.

Foi realizada a caracterização do agregado miúdo e, em seguida, foram realizadas a moldagem e a preparação dos corpos de prova de argamassa, utilizando-se dois traços de referência em massa: 1:3, de cimento e areia, e 1:1:6, de cimento, cal hidratada e areia, respectivamente, mantendo-se fatores de consistência iguais a 130 ± 10 mm e 220 ± 10 mm, para cada traço. Foram produzidos dois grupos de argamassa: sem adição de resíduo e com adição de 5% e 10% de resíduo tratado em relação à massa de cimento. As argamassas obtidas foram submetidas a ensaios de resistência à compressão axial, resistência à tração por compressão diametral e resistência de aderência à tração.

Por fim, as argamassas foram avaliadas por meio de ensaios de caracterização ambiental, mais especificamente, pelos testes de solubilização e lixiviação.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar a viabilidade da incorporação de resíduo de couro (pó de couro) na fabricação de argamassas, contribuindo com novos componentes para a construção de habitações e evitando que este resíduo seja destinado a aterros, minimizando assim, os danos para o meio ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Nesta pesquisa foi utilizado o pó de couro de rebaixadeira, fornecido pela empresa Marluvas, localizada em Dores de Campos – MG. O cimento utilizado foi o Cimento Portland composto CP II- E-32 da marca TUPI, Carandaí – MG e o agregado miúdo foi areia natural proveniente do Rio Piranga, Porto Firme, MG. Foi utilizada água potável proveniente da rede de abastecimento da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Métodos

Procedeu-se inicialmente à caracterização do agregado miúdo (areia natural), por meio dos seguintes ensaios: determinação da composição granulométrica (ABNT NBR NM 248:2003; ABNT NBR NM 26:2001; ABNT NBR NM 27:2001); determinação do teor de materiais pulverulentos (ABNT NBR NM 46:2003); determinação da massa específica no estado saturado superfície seca e absorção de água (ABNT NBR NM 52:2003 e ABNT NBR NM 30:2001); determinação da massa unitária (ABNT NM 45:2006 método C); determinação de impurezas orgânicas (ABNT NBR NM 49:2001).

Em seguida, foram preparadas argamassas com e sem o resíduo tratado, para determinação da consistência *flow table*, de acordo com os procedimentos do anexo B da ABNT NBR 13276:2005.

A determinação da resistência à compressão axial foi realizada de acordo com os procedimentos da ABNT NBR 13279:1995 e a determinação da resistência à

compressão diametral obedeceu aos procedimentos da ABNT NBR 7222:1994. Foram moldados seis corpos de prova para cada traço estipulado, sendo três para cada um dos ensaios, totalizando 144 corpos de prova para esses ensaios.

A determinação da resistência de aderência à tração foi realizada de acordo com os procedimentos da ABNT NBR 13528:2010, Figura 1.



Figura 1 – a) Execução do painel de argamassa para revestimento de paredes;
b) Dinamômetro posicionado no painel de argamassa.

Os ensaios de lixiviação e solubilização foram realizados de acordo com os procedimentos descritos nas ABNT NBR 10.005:2004 e na ABNT NBR 10.006:2004.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização física da areia

A areia apresentou 100% de material passante na peneira de malha com abertura igual a 4,8 mm, dimensão máxima característica igual a 2,4 mm e um módulo de finura igual a 2,656, conforme apresentado na Figura 2.

A areia apresentou teor de materiais pulverulentos igual a 0,86%, massa específica no estado saturado superfície seca igual a 2,65 g/cm³ e absorção de água igual a 1,02%. Apresentou também uma massa unitária no estado seco e solto igual a 1,40 g/cm³. Quanto ao teor de impurezas orgânicas, o ensaio forneceu uma solução com uma cor mais clara que a coloração da solução padrão, indicando que a areia não apresenta um teor de materiais orgânicos acima do limite imposto pela norma.

Ensaio com a argamassa

Realizaram-se ensaios de *flow table* nas argamassas sem adição de resíduo tratado (nos traços 1:3 e 1:1:6), com adição de 10% e com adição de 5% do resíduo

tratato, tendo-se em vista a constância da consistência das argamassas, que está intimamente ligada à sua plasticidade e deformabilidade. Dessa forma mantiveram-se as consistências na mesma ordem de grandeza do respectivo traço de referência, contribuindo para o estudo do efeito isolado do resíduo tratado sobre as características da argamassa.

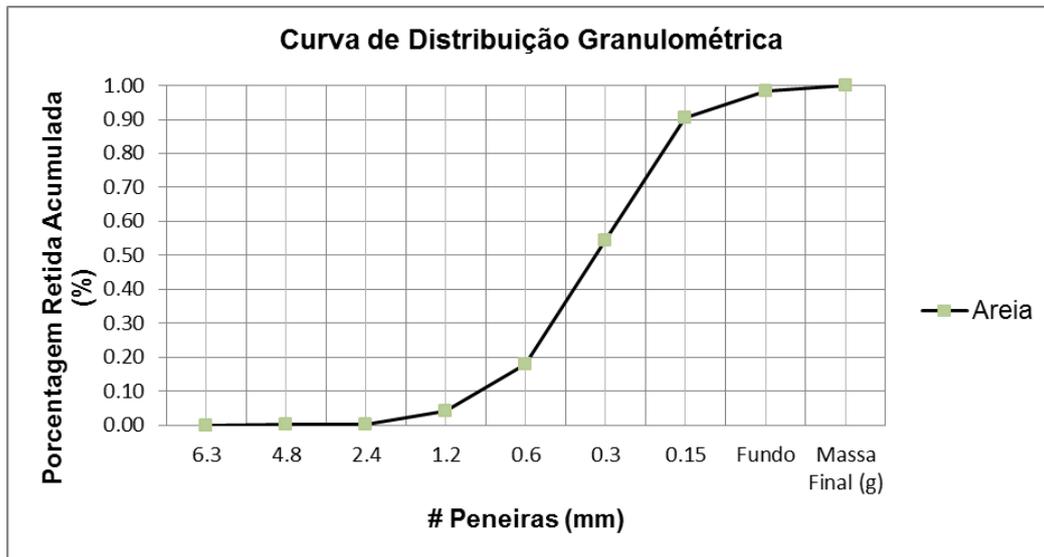


Figura 2 - Gráfico da curva de distribuição granulométrica da areia.

Determinação da resistência à compressão axial

Traços 1:3 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia)

Para o traço 1:3 de cimento e areia, respectivamente, as argamassas produzidas com as proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à compressão axial iguais a respectivamente 6,6 MPa e 20,4 MPa aos 7 dias; 16,8 MPa e 29,7 MPa aos 14 dias; 23,5 MPa e 33,1 MPa aos 28 dias e, aos 90 dias, apresentou resistência de 26,1 MPa e 40,5 MPa, respectivamente.

Para o traço 1:1:6 de cimento, cal e areia, respectivamente, as argamassas produzidas com as proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à compressão axial iguais a respectivamente 5,0 MPa e 5,2 MPa aos 7 dias; 6,7 MPa e 6,8 MPa, aos 14 dias; 7,9 MPa e 7,2 MPa aos 28 dias e, aos 90 dias, apresentou resistência de 8,5 MPa e 8,2 MPa.

A Figura 3 mostra as curvas de tendência de desenvolvimento ao longo do tempo das resistências mecânicas dos corpos de prova nos traços 1:3 e 1:1:6, para o traço de referência e para os traços com resíduo tratado.

Determinação da resistência à tração por compressão diametral

Traços 1:3 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia)

As argamassas produzidas no traço 1:3 de cimento e areia, respectivamente, com proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à tração por compressão diametral iguais a respectivamente 0,10 MPa e 0,25 MPa, aos 7 dias; 0,20 MPa e 0,26 MPa, aos 14 dias; 0,25 MPa e 0,26 MPa aos 28 dias e, aos 90 dias, apresentou resistência de 0,24 MPa e 0,33 MPa.

As argamassas produzidas no traço 1:1:6 de cimento, cal e areia, respectivamente, com proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à tração por compressão diametral iguais a respectivamente 0,06 MPa e 0,06 MPa, aos 7 dias; 0,08 MPa e 0,08 MPa, aos 14 dias; 0,09 MPa e 0,09 MPa aos 28 dias e, aos 90 dias, apresentou resistência de 0,09 MPa e 0,17 MPa.

A Figura 4 exibe as curvas de tendência de desenvolvimento ao longo do tempo das resistências mecânicas dos corpos de prova nos traços 1:3 e 1:1:6, para o traço de referência e para os traços com resíduo tratado.

Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de provas

Traços 1:3 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia)

As argamassas produzidas no traço 1:3 de cimento e areia, respectivamente, com proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à aderência iguais a respectivamente 0 kgf e 188,1 kgf, aos 7 dias; 158,0 MPa e 242,0 kgf, aos 14 dias e apresentou resistência de 148,7 kgf e 255,2 kgf aos 28 dias.

As argamassas produzidas no traço 1:1:6 de cimento, cal e areia, respectivamente, com proporções de 10% e 5% de pó de couro na mistura apresentaram resistências médias à aderência iguais a respectivamente 72,5 kgf e 64,9 kgf aos 7 dias; 79,7 kgf e 85,0 kgf aos 14 dias e, aos 28 dias, apresentou resistência de 90,8 kgf e 73,5 kgf.

A Figura 5 destaca o valor médio da resistência de aderência atingida em cada idade pelos corpos de prova, comparando-o com os valores atingidos pelo traço de referência, para os traços 1:3 e 1:1:6.

CONCLUSÃO

Com relação ao traço 1:3, em geral utilizado para execução de argamassas de

contrapisos, a porcentagem de resíduo tratado nas argamassas produzidas que obteve o melhor resultado para a resistência à compressão axial foi 5%, sendo muito superior ao obtido com relação à argamassa sem adição de resíduo tratado. Para o ensaio de determinação de resistência à tração por compressão diametral, a mesma porcentagem de resíduo tratado na mistura forneceu os melhores resultados.

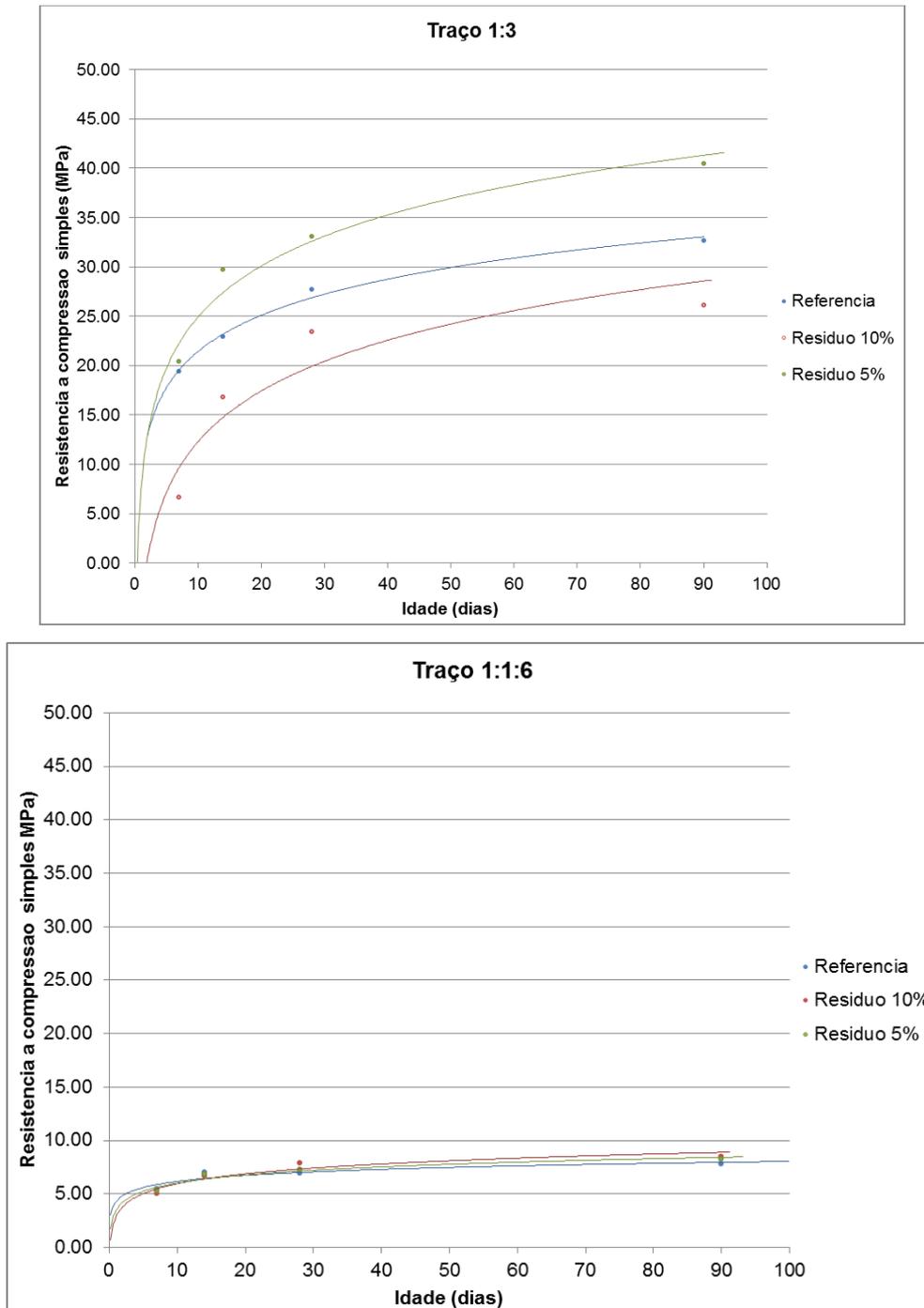


Figura 3 - a) Gráfico de desenvolvimento da resistência à compressão axial para corpos de prova produzidos com a argamassa de traço 1:3, com e sem adição de

resíduo tratado; b) Idem para o traço 1:1:6 de cimento, cal e areia, respectivamente.

Já para o traço 1:1:6, em geral utilizado para argamassas de revestimento, a porcentagem de resíduo tratado nas argamassas produzidas não influenciou significativamente o desenvolvimento da resistência à compressão axial, pois os

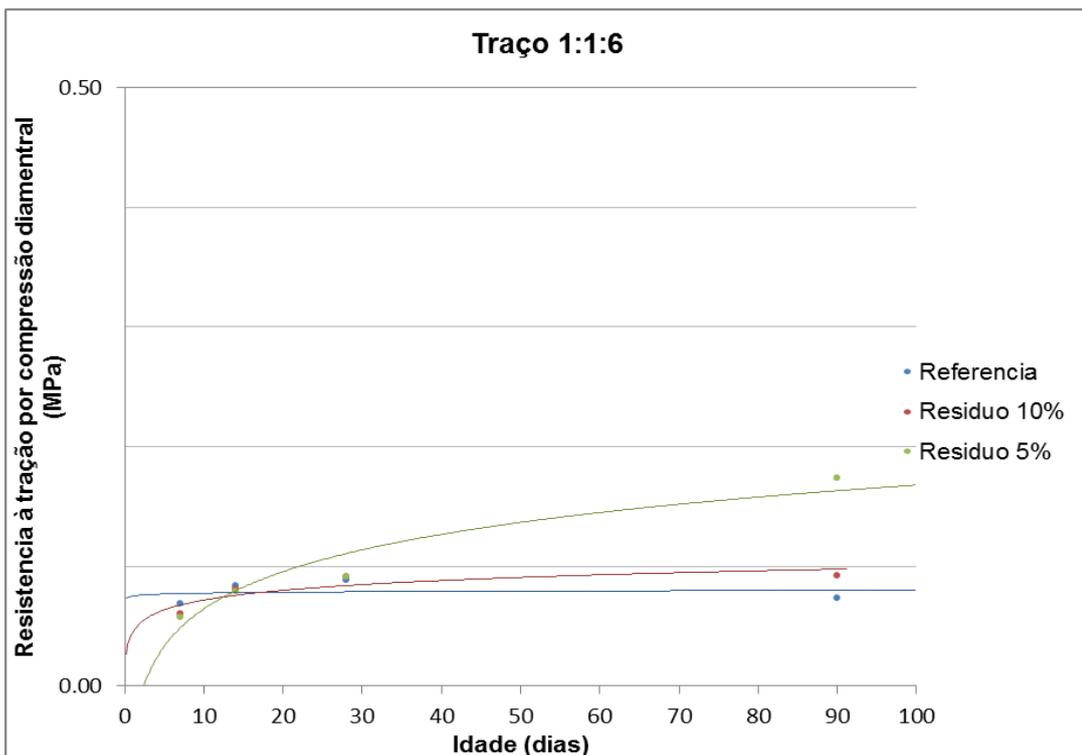
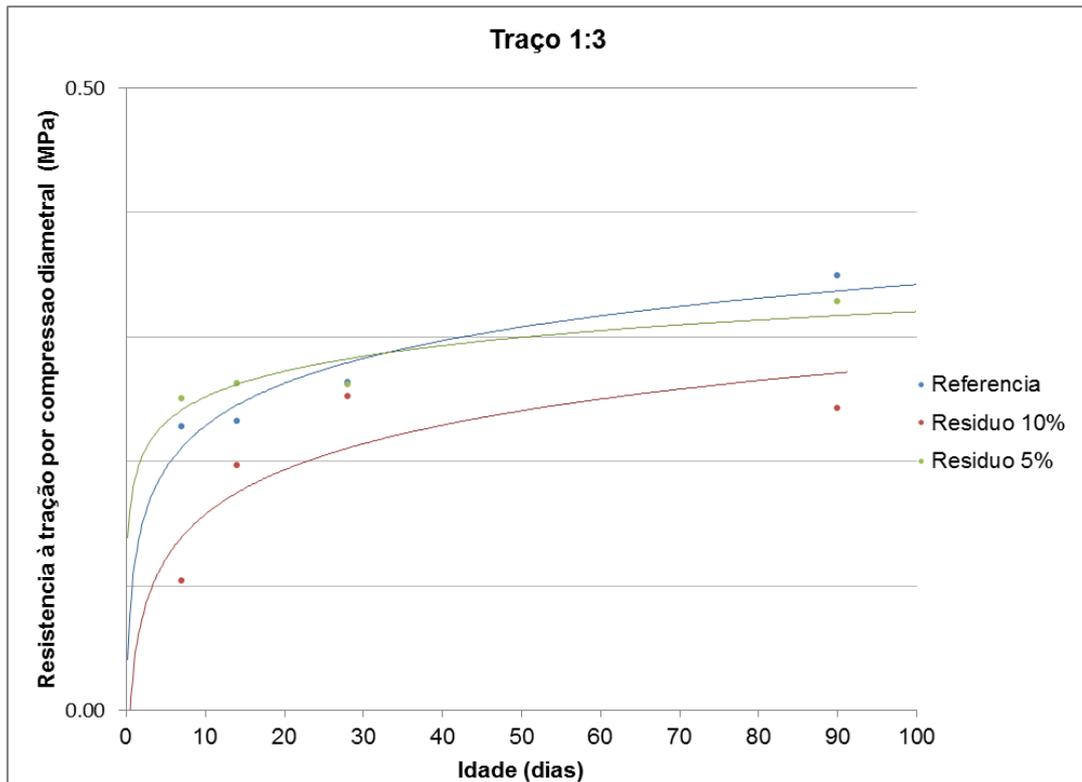


Figura 4– a) Gráfico de desenvolvimento da resistência à tração por compressão diametral dos corpos de prova produzidos com a argamassa de traço 1:3, com e sem adição de resíduo tratado; b) Idem para o traço 1:1:6.

resultados médios obtidos com as adições de 5% e 10% de resíduo tratado apresen-

taram valores muito próximos aos do traço de referência. Entretanto, para o ensaio de determinação de resistência à tração por compressão diametral, a argamassa produzida com adição de 5% de resíduo tratado forneceu os melhores resultados.

Com relação ao ensaio de resistência de aderência à tração, todas as argamassas produzidas apresentaram resultados satisfatórios aos 28 dias, exceto aquela obtida com 5% de resíduo tratado na mistura do traço 1:1:6, que foi inferior ao mínimo estipulado por norma. Desse modo, no quesito resistência de aderência elas estão aptas para emprego como revestimentos de superfícies, com exceção da argamassa do traço 1:1:6, com teor de 5% de resíduo tratado.

Nos ensaios de lixiviação e solubilização, foi observado que todas as argamassas com adição de pó de couro apresentaram uma concentração elevada do metal chumbo (Pb). Desta forma, devem-se tomar algumas precauções para o uso da argamassa. Sugere-se a utilização de revestimento com pintura para evitar que os elementos solubilizados possam causar possíveis contaminações ao ambiente.

Com relação ao metal cromo (Cr), elas apresentaram concentrações satisfatórias, com exceção da argamassa de traço 1:1:6 com adição de 10% de resíduo tratado que apresentou concentração além do limite estabelecido por norma. Portanto, no que se refere à solubilização ela deve ser utilizada com restrições, buscando medidas preventivas quanto à possibilidade de ocorrência de solubilização do material. Além disso, o elemento cromo em sua forma trivalente, que confere toxicidade ao resíduo e que é grande motivo de preocupação, foi devidamente solidificado e estabilizado na matriz de cimento Portland. Como se trata de subprodutos contendo metais pesados, a quantidade destes elementos no lixiviado foi decisiva para o julgamento da capacidade de estabilização da matriz.

Tendo-se em vista o consumo de pó de couro para os objetivos traçados, que visam a diminuir a quantidade de resíduo lançado no ambiente, ou armazenado em pátios de estocagem, a argamassa de traço 1:1:6 com teor de 10% de adição de resíduo tratado, seria a mais recomendada. Neste caso, os resultados foram muito satisfatórios no quesito resistência, pois os resultados médios obtidos apresentaram valores muito próximos aos do traço de referência. No entanto, caso se necessite de uma argamassa mais resistente, para aplicações como revestimento de pisos, deve-se optar pelo traço 1:3 com teor de resíduo de pó de couro tratado de 5%.

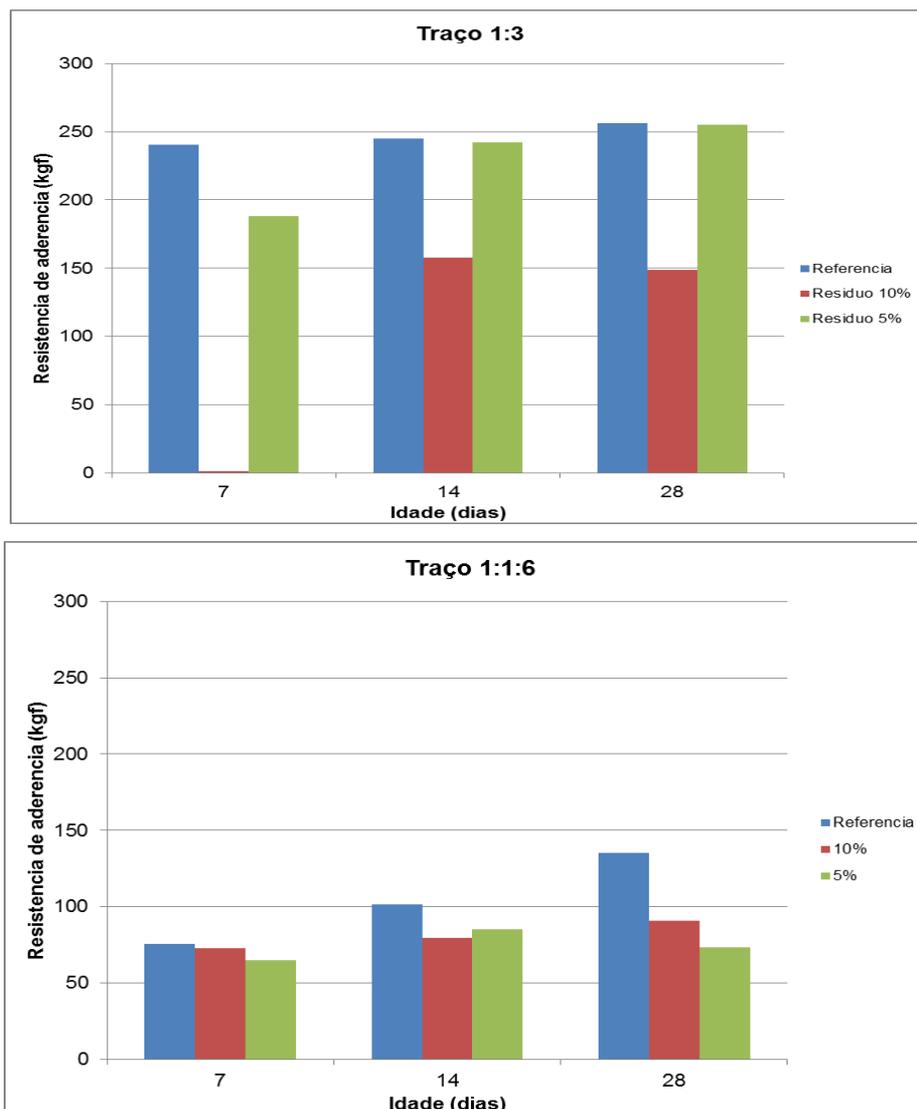


Figura 5 – a) Gráfico de resistência a aderência adquirida pelos corpos de prova produzidos com a argamassa de traço 1:3, com e sem adição de resíduo tratado; b) Idem para o traço 1:1:6.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) TACHARD, A.L.R.S. Avaliação da Resistência Mecânica de Argamassas de Cimento Portland Contendo Serragem de Couro Tratada em Meio Ácido. 2006, Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP).
- (2) YUAN, Shih Yung Estudo da influência da adição de serragem de couro tratada quimicamente nas características de argamassas de cimento Portland. 2009, 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP).

- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- (2) _____. **NBR NM 26**: Agregados - Amostragem, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- (3) _____. **NBR NM 27**: Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- (4) _____. **NBR NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem, Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- (5) _____. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente, Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- (6) _____. **NBR NM 30**: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- (7) _____. **NBR NM 45**: Agregado – Determinação da massa unitária e do volume de vazios, Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- (8) _____. **NBR NM 49**: Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- (9) _____. **NBR 13.276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- (10) _____. **NBR 13.279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão, Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- (11) _____. **NBR 7.222**: Argamassa e Concreto - Determinação da resistência à compressão diametral de corpos de prova, Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- (12) _____. **NBR 13.528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração, Rio de Janeiro: ABNT, 2010. Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- (13) _____. **NBR 10.005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- (14) _____. **NBR 10.006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- (15) _____. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- (16) _____. **NBR 11.578** Cimento Portland composto, Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

EVALUATION OF INCORPORATION OF A LEATHER WASTE POWDER IN MORTARS FOR CONSTRUCTION INDUSTRY

ABSTRACT

This project had the objective to evaluate the technical feasibility of incorporation of leather powder in mortars. First a physical characterization of aggregate was carried and then proceeded to the dissolution of the leather powder in alkaline solution, in the proportion of 1:1:1 of waste, alkaline solution and water respectively, obtaining the processed waste. In the next step, it has been molded specimens using two reference recipes in terms of mass, 1:3 of cement and sand, and 1:1:6 of cement, hydrated lime and sand respectively, keeping constant the flow table consistency of 130 ± 10 mm and 220 ± 10 mm, for each respectively recipe. Two groups of mortars were produced: one without processed waste, one with 5% and one with 10% in ratio to the cement mass. Tests had been carried such as compressive strength to axial compression, tensile strength to diametral compression, and adherence strength on surfaces. The resistance tests performed, also the analyses of the leachate and solubilised extracts confirmed the feasibility of incorporation of leather powder in mortars.

Key-words: leather waste; mortar; environment.