

UTILIZAÇÃO DO LODO GERADO EM INDÚSTRIA PARA A FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA¹

USE OF MUD GENERATED IN THE INDUSTRY FOR THE MANUFACTURE OF MORTAR

**Fernando Ernesto Ucker², Lidiane Bittencourt Barroso³ e
Maria Isabel Pimenta Lopes⁴**

RESUMO

Neste trabalho, teve-se como objetivo analisar a resistência à compressão em argamassa obtida com substituição de areia por percentuais de lodo gerado nos decantadores de uma concreteira. O resíduo, após seco e peneirado, foi incorporado na argamassa, substituindo-se parte da areia por porcentagens de 10%, 25% e 50% do lodo. Os corpos-de-prova foram rompidos aos 7, 14 e 28 dias de cura. Aos 7 dias, as resistências encontradas foram de 19,63 MPa, 18,89 MPa e 15,56 MPa para 10%, 25% e 50% de lodo incorporado. Aos 14 dias, as resistências foram de 22,76 MPa para 10%, 23,04 MPa para 25% e 16,09 MPa para 50%. Aos 28 dias, a resistência foi de 29,03 MPa para 10%, 22,56 para 25% e 18,48 MPa para 50%. Constatou-se um declínio na resistência à compressão de 23,4% para 10% de lodo aos 28 dias. Para as adições de 25% e 50%, houve um declínio de 40,5% e 51,2%, respectivamente.

Palavras-chave: construção civil, resistência à compressão, concreteira.

ABSTRACT

The objective is to analyze the resistance to compression of mortar obtained by replacing sand with percentages of mud generated in the decanters of a concrete plant. The residue, after drying and sieving, is embedded in the mortar, replacing part of the sand by percentages of 10%, 25% and 50% of mud. The test pieces were

¹ Trabalho de Iniciação Científica - UNIFRA.

² Acadêmico do Curso e Engenharia Ambiental - UNIFRA.

³ Orientadora - UNIFRA.

⁴ Coorientadora - UNIFRA.

broken at 7, 14 and 28 days of drying-out. At 7 days, the hardness found is of 19.63 Mpa, 18.89 Mpa, and 15.56 MPa for 10%, 25% and 50% of mud incorporated. At 14 days, the hardness found is of 22.76 Mpa for 10%, 23.04 MPa for 25%, and 16.09 MPa for 50%. At 28 days, the hardness found is of 29.03 MPa for 10%, 22.56 Mpa for 25%, and 18.48 MPa for 50%. It is observed a decrease in the hardness of 23.4% for 10% of mud at 28 days. For the additions of 25% and 50% there is a decline of 40.5% and 51.2%, respectively.

Keywords: *civil construction, hardness, concrete plant.*

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o homem necessitou das rochas, utilizada inicialmente apenas como abrigo, mais tarde como arma e ferramenta. Atualmente, mesmo com toda a tecnologia já conhecida, há dependência dos recursos minerais. Mas o uso contínuo destes recursos traz problemas sérios que, juntamente com o desmatamento das florestas, à poluição das águas dos rios e mares e à emissão excessiva de gases poluentes, torna-se um grave problema ambiental.

O crescimento populacional desenfreado faz com que o ambiente sofra constantes transformações. Estas transformações geralmente se dão por meio de grandes impactos ambientais, como por exemplo, assoreamento e poluição de rios, além do desmatamento de grandes áreas, gerando como consequências a diminuição da qualidade ambiental.

Surgindo como suporte ao crescimento da população, a construção civil atua direta e indiretamente no meio ambiente, gerando impactos positivos e principalmente negativos. Segundo Dias (2009), a retirada dos recursos naturais para a incorporação na matéria prima principal da construção civil, o concreto, chega a 50% em todo o mundo, sendo assim um resultado que necessite de muito estudo para a diminuição dos impactos gerados.

O impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas e a biota e a qualidade dos recursos ambientais. Esta definição exclui o aspecto significância, já que considera como impacto ambiental *qualquer alteração*, independente de ser ou não significativa (SPADOTTO, 2002).

Acompanhando o crescimento desordenado da população mundial, a

indústria de concreto age intensamente no mercado, fornecendo o material necessário para a fabricação de novas moradias. Porém, para a fabricação e uso do concreto, alguns impactos ambientais ocorrem, como a geração de materiais particulados, resíduos e de efluentes provenientes da lavagem dos caminhões utilizados no transporte do concreto.

Embora a atividade industrial do município seja de baixa intensidade, Santa Maria, RS possui uma indústria da construção civil bastante ativa, principalmente pela demanda de novas moradias para acomodar as pessoas que vêm para ocupar cargos federais e vagas no ensino médio e superior.

Atualmente, na busca de maior eficiência e menor geração de resíduos, tem-se introduzido o conceito de tecnologias limpas que devem, de acordo com o boletim da Fundação Vanzolini (2000), reunir as seguintes características: utilizar compostos não agressivos e de baixo custo, exigir menor consumo de reagentes, produzindo pouco ou nenhum resíduo e permitir controle mais simples e eficiente de sua eliminação. E ainda, Fontenele, Guimarães e Sabiá (2006) definem como um dos princípios da tecnologia limpa, o emprego de técnicas de reutilização, reciclagem e reaproveitamento de materiais.

Schenini et al. (2005) afirmam que a produção mais limpa faz parte das novas estratégias de administração industrial, pois, conforme ressalta, grandes esforços e estratégias são empregadas para o seu alcance.

As empresas ecologicamente corretas, dentre seus objetivos, buscam a preservação e sustentabilidade ambiental. Isto tem levado os gestores a repensar processos. Martins e Laugeni (2006) alertam que a gestão ambiental torna mais complexa a administração dessas empresas, pois todo processo de geração de resíduos e emissões para a atmosfera deve ser minimizado e que todo tipo de resíduo e subprodutos sejam eliminados, preferencialmente, já na fase do projeto.

A destinação final inadequada dos resíduos gerados pelas indústrias, residências, hospitais e demais, causa uma séria preocupação ambiental. Os impactos decorrentes podem ser evidenciados pela poluição dos recursos hídricos, da atmosfera, do solo, além da geração de problemas ambientais e sócio-econômicos. Assim, percebe-se uma necessidade da adoção de medidas para amenizar os impactos ambientais, desde a redução na produção de resíduos até o destino final (GODOY et al., 2008).

Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento de descarte de rejeitos sólidos, bem como problemas advindos da exaustão de matérias-primas, e isto vêm impulsionando os estudos sobre aproveitamento de resíduos industriais como novos materiais, reduzindo o impacto ambiental e viabilizando a redução de custos industriais. No caso de materiais à base de cimento, o uso de resíduos não envolve apenas questões ambientais e econômicas, mas também resulta em melhorias de certas propriedades.

O objetivo neste trabalho foi analisar a resistência à compressão de corpos-de-prova de argamassa com a incorporação na fração areia de percentuais do lodo gerado nos decantadores de uma concreteira no município de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no município de Santa Maria - RS, com base em visitas técnicas na Indústria Supertex Soluções em Concreto Ltda. Para a análise da resistência à compressão da argamassa, o lodo foi coletado e encaminhado ao Laboratório de Concreto do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA para a realização dos ensaios de resistência.

O lodo utilizado foi proveniente dos decantadores em operação na indústria estudada. Esses decantadores possuem a função de reter grande parte dos sólidos que são incorporados à água quando ocorre a lavagem dos caminhões betoneira. Para saber se o lodo possuía resistência para integrar o concreto como material alternativo, foi necessária a incorporação deste em corpos-de-prova - CP de argamassa, a fim de ser determinada a sua resistência à compressão.

Para a realização do experimento, foram necessários os seguintes materiais, de acordo com a NBR 7215 (ABNT, 1996): areia de diferentes granulometrias, cimento, água, balança digital, misturador mecânico, molde, soquete e prensa hidráulica.

O lodo foi removido dos decantadores com a ajuda de pás, transportado em sacos até o local de análise, onde foi primeiramente seco ao ar. Após 24 horas de secagem foi constatado que este ainda possuía umidade presente, ficando em estufa com temperatura constante de 105°C por mais 24 horas. Constatada a perda total da umidade, o lodo foi então peneirado por meio de um peneirador mecanizado, onde este foi caracterizado, utilizando-se peneiras nº 16, 30, 50, 100 e fundo.

Foram escolhidos três tipos de mistura, uma mistura mínima, de 10% de incorporação de lodo na fração de areia, uma mistura média, com a incorporação de 25% de lodo e uma mistura máxima de 50% de incorporação de lodo na fração de areia.

Para a determinação da resistência à compressão foram utilizados três tipos de areia, diferenciados pela sua granulometria, todos com a quantidade de 468g, além de 624g de cimento Portland. O cimento foi hidratado com 300 mL de água em um misturador mecânico, seguindo a orientação da NBR 7215 (ABNT, 1996). A norma fornece a quantidade de materiais necessários para a argamassa de referência, de acordo com os dados do quadro 1.

Material	Massa para a mistura (g)
Cimento Portland	624 ± 0,4
Água	300 ± 0,2
Areia Normal	
Fração grossa	468 ± 0,3
Fração média grossa	468 ± 0,3
Fração média final	468 ± 0,3
Fração fina	468 ± 0,3

Quadro 1 - Quantidade de materiais necessários para a argamassa de referência (ABNT, 1996).

Para a homogeneização do material componente da argamassa, utilizou-se um misturador mecânico, onde foi iniciada a mistura com água e cimento em velocidade baixa, e após 30 segundos iniciou-se a adição das frações de areia. Ao marcar 1 minuto, a velocidade do misturador foi alterada para o modo “velocidade alta”, ficando assim por 1 minuto e 30 segundos.

A argamassa obtida desta mistura foi inserida em corpos-de-prova de formato cilíndrico em metal, com dimensões de 10,00 cm de altura e 5,00 cm de diâmetro, sendo a base rosqueada. As formas tiveram suas superfícies internas untadas com uma fina camada de óleo, para facilitar a retirada dos corpos-de-prova (CP) após o tempo necessário para a secagem.

A distribuição da argamassa foi feita imediatamente após a mistura, com o auxílio de uma espátula, colocando-se as porções de argamassa em quatro camadas de altura aproximadamente iguais, seguida por trinta golpes uniformes com um soquete manual. Após o preenchimento dos corpos-de-prova, sua base superior foi emparelhada com uma espátula, de maneira que as bases ficassem paralelas. A cura dos corpos-de-prova foi realizada em períodos de 7, 14 e 28 dias, sendo que a cura inicial (primeiras 24 horas) foi feita ao ar, e após desforma, os CP permaneceram o restante dos dias de cura na câmara úmida.

Conforme a NBR 7215 (ABNT, 1996), a fim de corrigir as imperfeições das superfícies dos CP, estes foram capeados com mistura de enxofre quente. Após o tempo de secagem esgotado, estes corpos-de-prova foram rompidos em uma prensa hidráulica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A granulometria do lodo após a secagem e peneiramento variou de 0,3 mm a menores que 0,15 mm, como consta na tabela 1. Com este resultado, foi possível classificar os sólidos presentes no lodo como muito fino, por se tratar de material retido em grande parte na peneira número 100 e até o que passar desta peneira.

Tabela 1 - Porcentagem retida de lodo em cada peneira.

Peneiras		Determinação
Nº	Mm	% retida
4	4,8	0
8	2,4	0
16	1,2	0
30	0,6	0
50	0,3	5,9%
100	0,15	77,3%
Fundo	< 0,15	16,8%

Para os corpos-de-prova de argamassa com 10% de lodo incorporado na fração fina da areia, foram obtidos para o 7º dia 19,58 MPa, para o décimo quarto dia 22,76 MPa, e para o vigésimo oitavo dia 29,03 Mpa de resistência à compressão. Enquanto que os CP contendo 25% de lodo incorporado apresentaram para o 7º dia 18,89 MPa, 23,04 MPa para o 14º dia, e 22,56 MPa para o 28º dia. Por último, os CP contendo 50% de adição de lodo na argamassa resultaram em 15,56 MPa ao 7º dia, 16,09 MPa no 14º dia, e 18,48 MPa no 28º dia (Figura 1).

Washington (2009) encontrou resistências médias de 17,7 MPa aos 28 dias com 10% de substituição de areia por resíduo de mármore, utilizado na fabricação de lajotas. No presente trabalho, com 10% de substituição do lodo gerado nos decantadores obteve-se uma resistência de 29,03 MPa. Por comparação o lodo incorporado na argamassa poderia ser utilizado na fabricação de lajotas.

Segundo Godoy et al. (2008), utilizando sucata de vidro na fabricação de argamassa, com substituição de 25% da areia pela sucata de vidro, encontrou-se resistência aos 7 dias de 20,42 e aos 28 dias de 30,19 MPa. Os autores relatam ainda sobre os traços de referência, com 22,84 MPa aos 7 dias e 31,96 MPa aos 28 dias. O lodo gerado a partir dos decantadores, com 25% de substituição alcançou uma resistência de 18,89 MPa ao 7º dia, e resistência final no 28º dia de 22,56 MPa, sendo portanto resultados inferiores tanto ao traço de referência como ao traço de argamassa com a adição de sucata de vidro (Figura 1).

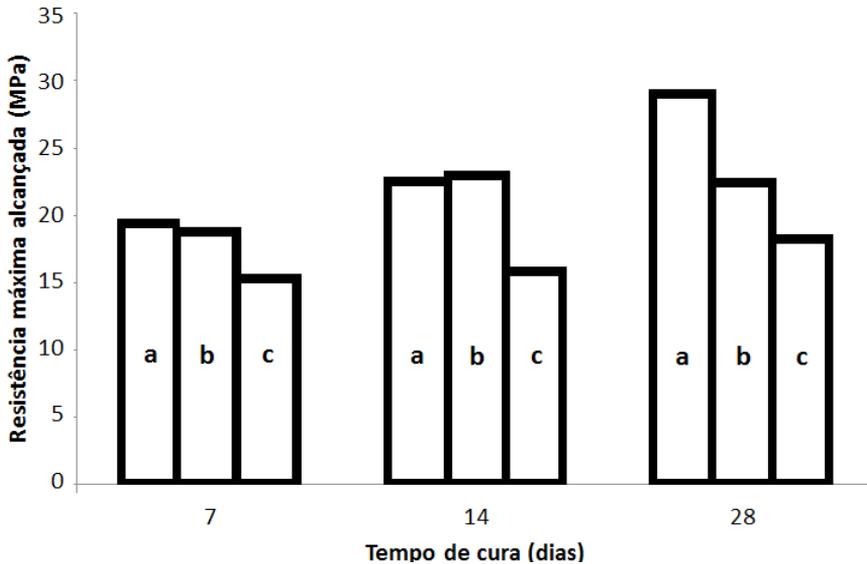


Figura 1 – Resultado das tensões em MPa dos corpos-de-prova em relação a data de ensaio (dias): (a) representa a amostra com incorporação de 10% de lodo; (b) 25% de lodo; e (c) 50% de lodo na fração fina da areia.

Gomes e Silva (2006) relatam sobre as especificações do cimento CP IV-32, na qual a resistência à compressão para a idade de 7 dias deve ser maior do que 20MPa, e aos 28 dias maior ou igual a 32 MPa.

É importante salientar que a resistência mínima exigida no caso de concreto estrutural é um valor acima de 15 MPa. Já para pavimentação de circulação de pedestres e veículos leves a resistência deverá ficar com um valor acima de 7,5 MPa (PAREJA et al., 2008). Portanto, os valores encontrados com a incorporação do lodo na argamassa possuem uma boa resistência já na fase inicial de cura, e podem ser utilizados para concreto em locais que exijam pouca resistência.

Os resultados comprovam que a incorporação de 10% do lodo gerado nos decantadores da indústria pode gerar uma argamassa de alta resistência inicial. Ao sétimo dia de cura, esta amostra igualou a tensão que as outras amostragens de 25% e 50% obtiveram ao final de 28 dias, suportando então aos 28 dias uma tensão máxima muito superior.

De acordo com a Secretaria dos Transportes de São Paulo – SP (2010), o concreto empregado na moldagem dos meios-fios, sarjetas e sarjetões devem possuir resistência mínima de 20 MPa no ensaio de compressão simples, aos 28 dias de idade. Já a fabricação de lastros de concreto exige no mínimo uma resistência de 15 MPa.

CONCLUSÕES

A incorporação do lodo gerado na indústria pode significar a redução de um impacto ambiental, contribuindo assim para um desenvolvimento sustentável, onde não será desperdiçado nenhum material gerado.

A resistência atingida no 28º dia pelo corpo-de-prova com 10% de lodo incorporado, 29,03 MPa, mostra-se um ótimo resultado para a sua adição em lastros de concreto, e pode ainda ser incorporado em meios-fios, sarjetas e até em ruas e estradas que exijam maior controle de resistência. Embora com resistência final menor, os valores obtidos para os corpos-de-prova com 25% (21,51 MPa) e 50% (17,78 MPa) de adição de lodo são valores preliminares satisfatórios.

Para a aplicação do concreto com o lodo em ruas e estradas com solicitações de veículos comerciais e de linha é necessária uma resistência mínima a compressão de 35 MPa, estabelecidos pela norma NBR 9780 (ABNT, 1987). A fim de resultados mais prolongados, fazem-se necessários novos estudos, com tempo de cura maior, e com diferentes porcentagens de adição do lodo.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9780**: peças de concreto para pavimentação – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: cimento Portland - determinação da resistência à compressão, Rio de Janeiro, 1996.

DIAS, J. F. **A construção civil e o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.feciv.ufu.br/palestras/Palestra3.pdf>>. Acesso em: 13 de set. de 2010.

FONTENELE, S. B.; GUIMARÃES, J. L. S.; SABIÁ, J. R. Legislação ambiental versus tecnologia limpa: uma reflexão junto ao setor industrial do Triângulo Crajubar – CE. In: XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ENEGEP, 2006, **Anais...** Fortaleza CE. Disponível em <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 15 de set. de 2010.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Produção e tecnologias limpas**. Boletim Fundação Vanzolini. Ano IX. Número 42. Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica da USP, 2000.

GODOY, J. et al. **Utilização de sucata de vidro na fabricação de argamassa**. In: XII SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, SEPE – 2008, UNIFRA, Santa Maria - RS.

GOMES, A. O.; SILVA, V. S. **Caderno de Aulas Práticas (ENG-101 Materiais de Construção II)**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, DCTM, 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

PAREJA, J. A. M. et al. **Substituição da areia por polietileno de alta densidade (PEAD) na produção de concreto**. In: VI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2008, Serra Negra - SP.

SCHENINI, P. C.; SILVA, A.; SILVA, F. A.; RENSI, F. Gestão da produção mais limpa: um estudo de caso. In: XII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2005. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br>>. Acesso em: 18 de set. de 2010.

SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO – SP. **Resistência do concreto a compressões**. Disponível em: <<http://www.transportes.sp.gov.br/v20/default.asp>>. Acesso em 18/09/2010.

SPADOTTO, C.A. **Classificação de impactos ambientais**. Comitê de Meio Ambiente. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/download/classif.pdf>>. Acesso em: 10 de set. de 2010.

WASHINGTON, A. M. **Utilização do resíduo de corte de mármore e granito em argamassas de revestimento e confecção para piso**. 2009, Disponível em: <http://residuosindustriais1.locaweb.com.br/arquivos/Artigos/utilizacao_do_residuo_de_corte_de_marmore.pdf> Acesso em: 12 de set. de 2010.