

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL, MORFOLÓGICA E QUÍMICA DE CONCRETOS COM INCORPORAÇÃO DE LODO TÊXTIL

M. E. D. Altidis; C. R. S. Morais, P. A. Rodrigues, M. S. Silva; K. L. L. Marques

Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais - CCT - Universidade Federal
de Campina Grande – UFCG, CEP 58109-900, Campina Grande – PB
E-mail: marinaaltidis@yahoo.com.br

O crescimento da população mundial faz com que as indústrias produzam num ritmo acelerado, contribuindo para uma elevada geração de resíduos. Um desses resíduos é o lodo proveniente da indústria têxtil, classificado como resíduo perigoso, apresentando composição química variada e não podendo ser depositado em aterros sanitários. Este trabalho objetiva a caracterização morfológica e estrutural do lodo têxtil e sua solidificação em concretos. O lodo foi seco em estufa a 110°C e triturado, em seguida submetido à análise química e lixiviação. Foram confeccionados corpos de prova de concreto com teores de 0%, 3% e 5% de lodo, submetendo-os aos seguintes ensaios: microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. A análise química revelou o lodo com um teor de sílica de aproximadamente 48%, indicando compatibilidade com o concreto, observou-se também a presença de metais pesados, proveniente do processo de tingimento. Em ambas técnicas foi possível observar a pouca interação do lodo com os agregados do concreto bem como aumento de porosidade com o lodo.

Palavras-chave: Lodo têxtil. Caracterização. Concreto.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico ao longo das últimas décadas, o número de indústrias no mundo vem aumentando a cada dia e com elas a quantidade de lodos e resíduos industriais. Este problema é comum em várias partes do Brasil e do mundo⁽¹⁾.

Muitos desses resíduos são descartados de forma irregular, acarretando prejuízos para as indústrias e para o meio ambiente. Devido a esses fatores, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas, visando o reaproveitamento ou a reciclagem desses resíduos⁽²⁾.

Nas estações de tratamento de efluentes, a geração de resíduos sólidos (lodo), é uma constante fazendo-se necessário o uso de alternativas para seu gerenciamento ⁽³⁾.

Um desses resíduos é o lodo proveniente da indústria têxtil, também conhecido como lodo têxtil. Este resíduo não pode ser disposto no ambiente, pois além de sua composição variada, este lodo é solúvel em água, e quando colocado em contato com a natureza sem nenhum tratamento pode causar poluição⁽⁴⁾.

Por isso, a possibilidade do reaproveitamento de resíduos sólidos industriais como materiais de construção, vem sendo ultimamente estudada por vários pesquisadores e uma das técnicas utilizadas é a solidificação/estabilização de resíduos com cimento é uma técnica usada com o objetivo de solidificar e estabilizar constituintes tóxicos ou perigosos de resíduos industriais para sua posterior disposição⁽⁵⁾.

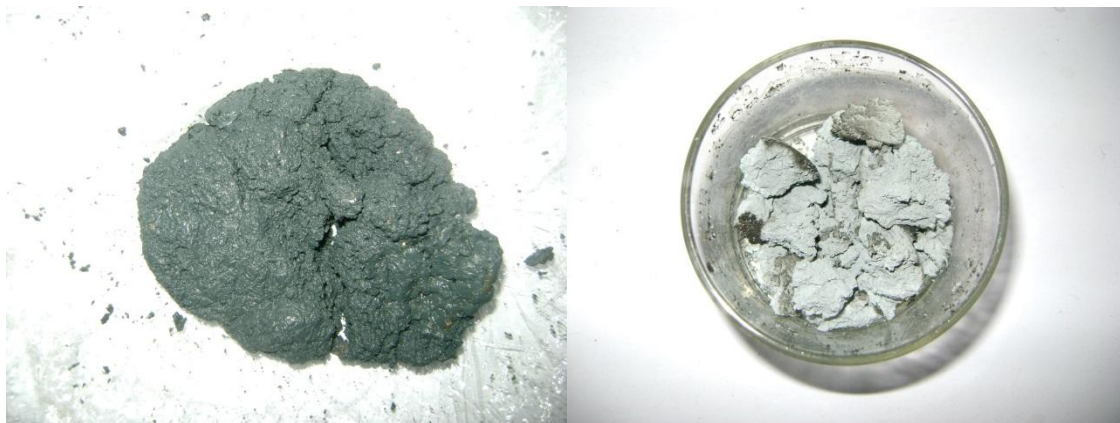
Em vista disto, este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento morfológico e estrutural do lodo têxtil em corpos de provas de concreto.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho de pesquisa foram utilizados os materiais relacionados a seguir:

Lodo Têxtil – O Lodo têxtil é proveniente da indústria Coteminas S.A., localizado no distrito industrial de João Pessoa - PB. O lodo chegou ao laboratório com alto teor de umidade e em saco plástico, sendo submetido inicialmente à secagem à temperatura de 110°C por 24 horas com pesagem antes e após secagem (Figura 1), com intuito de identificar a quantidade de água, que foi de aproximadamente 88%, em seguida foi realizada a cominuição em cadinho e pistilo.

Figura 1 - Lodo têxtil cedido pela Coteminas, Lodo úmido e Lodo seco a 110°C.
Fonte: Pesquisa Direta, 2013



Brita 0 e Areia - São provenientes de pedreiras da cidade de Campina Grande - PB, localizada na região metropolitana.

Cimento - São adquiridos no comércio de Campina Grande - PB, do tipo Portland, referência o CP II F-32.

Água - Foi utilizada água canalizada proveniente do açude Epitácio Pessoa, da cidade de Boqueirão, no estado da Paraíba, fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

O Lodo Têxtil foi submetido às seguintes técnicas de caracterização:

Análise Química - O lodo têxtil foi submetido à análise química, segundo técnicas clássicas e instrumentais. A análise química forneceu dados essenciais de grande utilidade industrial e científica, apesar de não permitir uma avaliação completa da composição mineralógica e das propriedades físico-químicas e tecnológicas. As determinações usuais são: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , K_2O , MgO , Na_2O e matéria orgânica.

Lixiviação - Processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de

dissolução no meio extrator de resíduos com vistas à sua classificação, segundo a NBR 10005:2004.

Os corpos de provas de concreto foram submetido às seguintes técnicas de caracterização:

Microscopia Ótica - Foram realizadas microscopias ópticas nos concretos puros e com teores de substituição de lodo, nos aumentos de 4x e 10x, no equipamento marca LEICA modelo ICC50HD.

Microscopia Eletrônica de Varredura - As amostras foram analisados em um microscópio eletrônico de varredura, marca Shimadzu, modelo SuperScan SS500, com feixes de elétrons secundários e tensão de aceleração de elétrons de 10.000KV. Os pós foram recobertos com uma camada condutora eletrônica em ouro, e ampliações de 1000x e 5000x.

RESULTADOS E DISCURSÕES

Análise Química

A Tabela 1 apresenta a composição química do lodo, seco em estufa à 110°C, durante 24 horas.

Tabela 1 - Composição química do lodo

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MO	RI
47,86%	3,19%	1,81%	1,68%	0,65%	0,16%	0,07%	43,18%	0,58%

MO – matéria orgânica; RI- resíduo insolúvel

Quimicamente o Lodo apresenta composição sílico-aluminosa. Este Lodo pertence à classe F segundo a classificação da ASTM C6118, devido ao percentual sem perda ao fogo ter SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ > 70% e ao teor de CaO inferior á 10%. A sílica (SiO₂) está presente em maior percentual (47,86%) em detrimento a Fe₂O₃ (0,16%) e Al₂O₃ (3,19%), este ultimo é devido ao conteúdo de argilomineral presente na amostra. O MgO é o terceiro constituinte em maior quantidade amostra (1,81%). A perda ao fogo foi de 43,18%. Os teores encontrados de alumínio, ferro, manganês, potássio e sódio são provavelmente resultado do processo de tratamento dos efluentes têxteis.

A grande quantidade de sílica presente indica a compatibilidade com um dos constituintes do cimento, matéria prima dos materiais de construção.

Lixiviação

Na Tabela 2 apresenta o resultado do ensaio de lixiviação do Lodo Têxtil, conforme a NBR 10004/2004 da ABNT - Resíduos Sólidos.

Tabela 2- Elementos analisados no ensaio de lixiviação.

Elementos	Lodo (mg/L)	NBR 10004 (mg/L)
Magnésio	3,7	*
Cobre	2,99	*
Alumínio	0,42	*
Bário	0,11	70,0
Ferro	0,07	*
Cobalto	0,07	*
Zinco	0,06	*
Prata	0,03	5,0
Manganês	0,03	*
Chumbo	0,02	1,0
Cádmio	0,028	0,5
Níquel	0,017	*
Cromo	<0,01	5,0

*Parâmetros não contidos na norma.

Pelos estudos de lixiviação do Lodo Têxtil foram encontrados os metais relacionados na Tabela 2. Observa-se que, os metais liberados em maior quantidade foram magnésio e o cobre, com 3,70% e 2,99% respectivamente. As quantidades dos demais metais presentes na lixiviação foram inferiores a 0,5 mg/L. Os resultados mostram, que as concentrações dos metais nos extratos lixiviados, estão abaixo dos limites definidos pela NBR 10004/2004 da ABNT - Resíduos Sólidos.

Microscopia Óptica

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentadas as microscopias ópticas com teores de lodo têxtil de 0% e 5% para os traços de 1:3 e 1:4 com aumentos de 4X e 10X.

Figura 2 -Traço 1:3 0%, com aumento de 4X(a) e 10X(b)

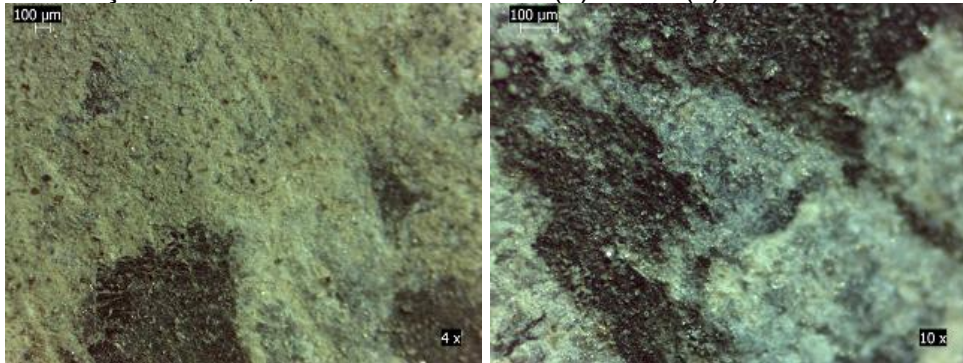


Figura 3 –Traço 1:4 0%, com aumento de 4X(a) e 10X(b)

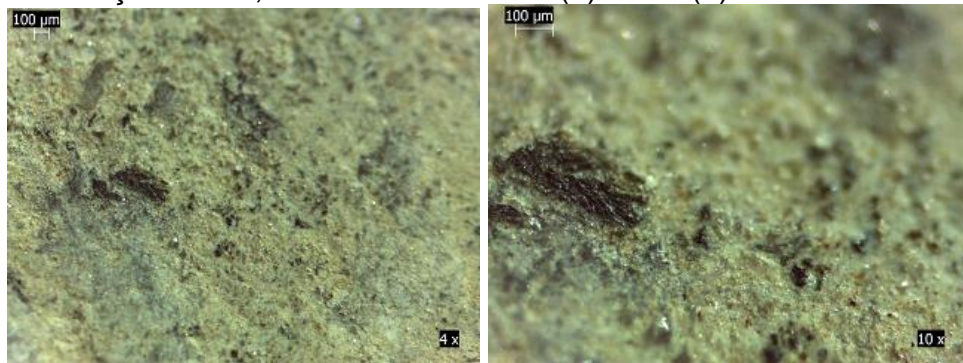


Figura 4– Traço 1:3 5%, com aumento de 4X(a) e 10X(b)

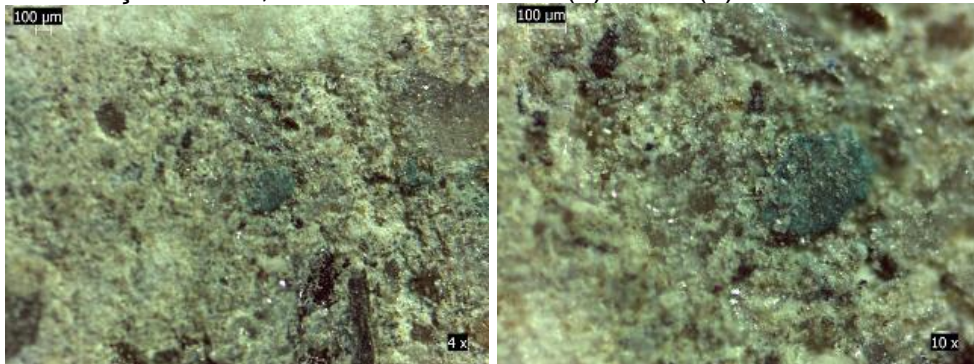
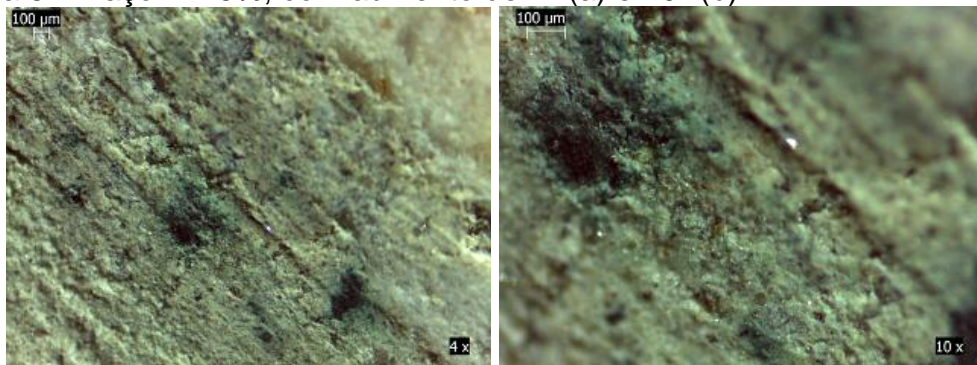


Figura 5 –Traço 1:4 5%, com aumento de 4X(a) e 10X(b)



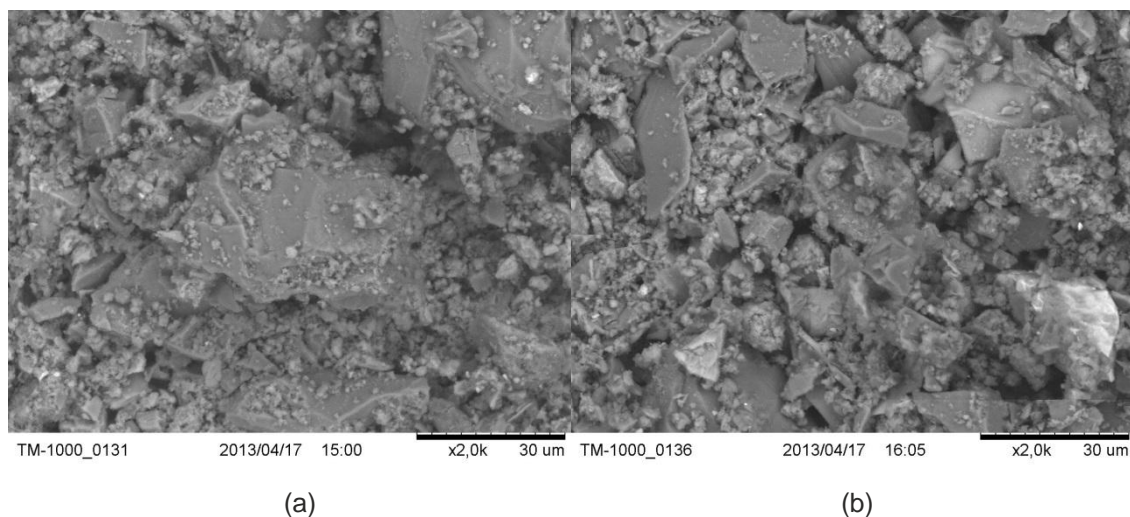
Pode-se verificar pelas Figuras 2 e 3 que correspondem ao traço T1:3 0% e T1:4 0%, respectivamente, a boa interação entre o concreto e seus agregados (areia e brita), formando uma estrutura homogênea e com excelente interação entre os constituintes da massa de concreto. No traço 1:4 a quantidade de agregados é maior podendo observar a presença da brita exposta pela micrografia.

Nas Figuras 4 e 5 que correspondem ao traço T1:3 5% e T1:4 5%, respectivamente, podemos observar a presença do resíduo de lodo têxtil na estrutura, com coloração esverdeada. Observa-se na Figura 4 não teve uma boa interação entre a partícula de lodo e a massa de concreto, verificando uma partícula disposta de forma “solta” na microestrutura, se caracterizando como uma partícula indiferente à estrutura do concreto. Na figura 5 observamos uma presença mais incisiva de lodo na microestrutura, e foi verificado um aumento dos vazios, com o aumento do teor de lodo na Figura 4 e 5, favorecendo a fragilização do concreto.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Na Figura 6, apresenta as micrografias do concreto com traços de 1:4 e com teores de 0% e 3% de lodo têxtil, com ampliações de 2000X.

Figura 6- Micrografias das superfícies de fratura de corpos de provas de concreto de traço 1:4 com 0% (a) e 4% de Lodo Têxtil (b), com aumento de 2000X.



Podemos observar nas micrografias um material com partículas heterogêneas, dispersas, com formatos irregulares, distribuídas sem estrutura e ligação com muitos poros visíveis. A estrutura muito heterogênea e complexa e que possui diferentes constituintes é característica do concreto ⁽⁶⁾.

CONCLUSÃO

Após as caracterizações do lodo têxtil e as microscopias dos corpos de provas de concreto, foi possível concluir que:

- Das caracterizações realizadas com o lodo, pode-se confirmar sua compatibilidade química com os constituintes do concreto, entretanto apresentou um alto teor de matéria orgânica, que prejudica as propriedades do concreto;
- O ensaio de lixiviação mostrou que o Lodo Têxtil apresenta metais agressivos ao meio ambiente, entretanto estão abaixo dos limites definidos pela NBR 10004/2004;
- As micrografias óticas mostraram a interação entre o concreto e os seus constituintes, podendo observar a presença do lodo na sua estrutura e o aumento dos vazios, quando foi adicionado Lodo no concreto;
- Na microscopia eletrônica de varredura foi possível verificar a estrutura heterogênea do concreto e os vários do concreto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio à realização deste trabalho aos Laboratórios de Análise Térmica e Caracterização dos Materiais da UAEMa/UFCG, a Coteminas e ao SENAI/PB.

BIBLIOGRAFIA

- [1] RAMOS F. M. S.; KAMINATA O. T.; TAVARES C. R. G.; BENATTI C. T.; CAPELASSO M.; INNOCENTI B. D. Avaliação da técnica de solidificação/estabilização no tratamento de resíduo têxtil - produção de bloco cerâmico de vedação. Revista Cerâmica. São Paulo, v. 55, p. 408-414, 2009.
- [2] GUEDES, b. F. R., Desenvolvimento de Argamassa com Incorporação de Lodo de Indústria Têxtil Visando a Aplicação Sustentável na Construção Civil, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), na Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.
- [3] ARAÚJO, P. G. M., SELLIN, N. Análises térmicas e de sólidos como ferramenta para caracterização e identificação do potencial energético de lodos de estações de tratamento de efluentes, Anais XVI Encontro de Química da Região Sul – 16 SBQSUL. Blumenau, 2008.
- [4] HEREK L. C. S.; BERGAMASCO R.; Célia R. G. TAVARES C. R. G.; UEMURA V. O.; PANCOTTE L. P. Estudo da Solidificação/Estabilização do Lodo da Indústria Têxtil em Material Cerâmico. Revista Cerâmica Industrial. v.10, n.4, p. 41-46, 2005.
- [5] PRIM, E. C. C., Reaproveitamento de lodo têxtil e da cinza pesada na construção civil: aspectos tecnológicos e ambientais, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

[6] PINTO, J. D. S., Análise da Influência de Superfícies Protetoras na Durabilidade do Concreto para uso em Meio Agressivo: Uma Abordagem Topográfica e da Estrutura do Material, 2006. Tese (Engenharia Metalúrgica e de Minas) na Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.