

## **CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE LODO DA INDÚSTRIA TÊXTIL PARA USO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO: COMPORTAMENTO TÉRMICO E ESPECTROSCÓPICO**

M. E. D. Altidis<sup>1</sup>, C. R. S. Morais<sup>1</sup>, B. F. R. Guedes<sup>1</sup>, H. L. F. Magalhães<sup>2</sup>, P. A. Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais - CCT - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58109-900, Campina Grande - PB

<sup>2</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Química - CCT - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58109-900, Campina Grande - PB

E-mail: marinaaltidis@yahoo.com.br

crislene@dema.ufcg.edu.br

### **RESUMO**

*A geração de resíduos provenientes das estações de tratamento de efluentes do setor têxtil - lodo têxtil - soma um grande volume a ser depositado em aterros industriais. Com intuito de buscar soluções que minimizem os problemas causados por esta quantidade de resíduo, o setor da construção civil, vem demonstrando grande interesse no potencial de aproveitamento destes em materiais de construção. Este trabalho tem por objetivo caracterizar o lodo têxtil através de análises térmicas, espectrométricas e química, visando utilizá-lo como aditivo em concreto. A curva TG do lodo têxtil apresentou três etapas de decomposição térmica, com baixa estabilidade térmica, devido à fração orgânica presente. A curva DTA apresentou um evento endotérmico seguido de dois exotérmicos, relacionados à perda de água e decomposição de matéria orgânica, respectivamente. Quanto a composição química, os elementos encontrados em maior quantidade foram o  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , e a perda ao fogo foi de 43,18%.*

*Palavras-chave: Lodo têxtil, análise térmica, material de construção civil.*

### **INTRODUÇÃO**

Uma das grandes preocupações por parte dos os órgãos nacionais e internacionais que estabelecem as normas de preservação do meio ambiente são os descartes de resíduos industriais e urbanos, no ar, na água e no solo,

pois estes vêm sendo descartados inadequadamente por diversas indústrias em aterros e lixões.

O termo resíduo deriva do latim “resíduo” e significa resto. Os resíduos sólidos, uma das formas da poluição industrial, indicam ineficiência do processo produtivo, representando, quase sempre, perdas de matérias-primas e insumos <sup>(1)</sup>.

No entanto, a geração de resíduos sólidos na atividade industrial não se restringe às etapas do processo produtivo, nas quais ocorrem descartes de subprodutos que não possuem valor econômico. Nessas atividades, os sistemas de tratamento de águas residuárias e emissões atmosféricas são importantes geradores de resíduos sólidos <sup>(2)</sup>.

Um dos principais problemas nos tratamentos de águas residuárias é a geração de lodo (quantidade e disposição final). O lodo é um produto semi-sólido que tem origem nos tratamentos primários e secundários das Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs de Águas Residuárias.

Os lodos primários são aqueles obtidos naturalmente por sedimentação natural ou flotação de parte do material sólido em suspensão, sem utilização de produtos químicos. Na classe dos lodos químicos estão aqueles cuja obtenção se dá com auxílio de produtos químicos, que podem ser realizados no tratamentos primário ou terciário. Os lodos secundários são obtidos nos tratamentos biológicos, os quais podem ser aeróbio ou anaeróbio <sup>(3)</sup>.

Os lodos provenientes de estações industriais variam de acordo com o tipo de atividade desenvolvida em cada grupo específico de atividade industrial. Nas indústrias têxteis, os processos de alvejamento e tingimento, geram consideráveis volumes de efluentes líquidos. Os efluentes líquidos e sanitários são tratados em estações de tratamento biológico, de onde resulta o resíduo (lodo), um subproduto semi-sólido rico em óxido e carbonato de cálcio.

O lodo têxtil oriundo da prensagem do material decantado nas estações de tratamento de efluentes pode conter metais pesados e outros componentes tóxicos, uma vez que, nos processos têxteis e no tratamento de efluentes são usados produtos, tais como: soda, polímeros, corantes, sais ácidos, gomas, sulfato de alumínio, sulfato de ferro e cal, entre outros.

Esses efluentes sem o devido tratamento podem provocar a morte da fauna e flora aquáticas, assim como a interferência nos processos de

fotossíntese dos corpos d'água atingidos. Além deste fato, estudos têm mostrado que algumas classes de corantes e seus subprodutos podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos <sup>(4)</sup>.

Na perspectiva de buscar meios para solucionar os problemas que minimizem as agressões ao ambiente, destaca-se o setor da construção civil, que, sendo um ramo da atividade tecnológica consumidor de grande volume de recursos naturais, apresenta grande potencial para o aproveitamento de resíduos sólidos em materiais de construção.

Dessa forma, o desenvolvimento de estudos voltados à reutilização do Lodo representa uma alternativa capaz de contribuir para a utilização de matérias-primas alternativas e diminuir os custos finais dos setores industriais geradores e consumidores de resíduos, além de preservar o ambiente.

Os resíduos provenientes das estações de tratamento de efluentes vêm sendo utilizados em diversos estudos na produção de materiais para a construção civil, destacando-se como agregado leve, estudado individualmente ou na mistura com outros resíduos, como as cinzas volantes <sup>(5,6,7)</sup>.

A reciclagem e o reaproveitamento de resíduos como materiais para a construção civil é uma ferramenta de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos em diferentes atividades industriais, e na obtenção de materiais a um baixo custo.

As propriedades de certos resíduos permitem a aplicação destes como novos materiais na construção civil, em substituição parcial ou total das matérias-primas convencionais. Desta forma, o desenvolvimento de materiais alternativos, de desempenho similar aos tradicionais, com custo inferior e com a vantagem de dar uma nova destinação aos resíduos, se mostra bastante atrativa.

Portanto, a possibilidade de utilização deste resíduo como potencial substituinte de materiais convencionais na construção civil, levou o grupo a estudar as propriedades espectroscópicas e termoquímicas deste.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi utilizado o Lodo Têxtil, proveniente da indústria têxtil Coteminas S.A., localizado em João Pessoa na Paraíba.

Para beneficiamento da matéria-prima o Lodo Têxtil foi seco em estufa a 110°C por 24h, com pesagem antes e após secagem, com intuito de identificar a quantidade de água, que foi de aproximadamente 88%, em seguida foi realizada a cominuição em cadinho e pistilo, e passado em peneira ABNT N° 200 (0,074mm), obtendo assim um pó de granulométrica uniforme pronto para ser caracterizado.

O Lodo Têxtil foi submetido às seguintes técnicas de caracterização:

#### Caracterização Físico-Química

*Análise química (AQ)* – A análise química da amostra de Lodo foi realizada segundo os métodos clássicos no Laboratório de Análises Mineraias - LAM, do CCT/UFCG.

*Espectroscopia Vibracional na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)* - O espectro de absorção na região do infravermelho da matéria-prima, foi obtido em um espectrofotômetro marca Perkin Elmer Precisely, modelo FT-IR/FT-NIR na região compreendida entre 4000 e 400cm<sup>-1</sup>, no Laboratório de caracterização da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais-UAEMa, do CCT/UFCG. Para obtenção do espectro de infravermelho à análise foi realizada diretamente na amostra. Com o objetivo de identificar as bandas características e os grupos funcionais presentes na amostra.

#### Caracterização Térmica

*Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial (TG/DTA)* - As curvas TG/DTA foram obtidas em uma termobalança, modelo SHIMADZU DTG-60H, em atmosfera de nitrogênio com cadinho de alumina, fluxo de 50mL.min<sup>-1</sup> e razão de aquecimento de 10°C.min<sup>-1</sup>, em atmosfera de nitrogênio, numa faixa de temperatura que variou da ambiente até 1000°C. A massa utilizada foi em torno de 5,0 ± 0,5 mg. A análise foi realizada no Laboratório de Análise Térmica da Unidade Acadêmico de Engenharia de Materiais – UAEMa, do CCT/UFCG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 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 <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PR	RI
47,86%	0,16%	3,19%	1,68%	1,81%	0,65%	0,07%	43,18%	0,58%

PR - perda ao rubro; 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 SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 70% e ao teor de CaO inferior á 10%. A sílica (SiO<sub>2</sub>) está presente em maior percentual (47,86%) em detrimento a Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,16%) e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (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.

### Espectroscopia Vibracional na Região do Infravermelho (IR)

A Figura 1 ilustra o espectro de absorção na região do infravermelho do Lodo, onde verifica-se que a amostra apresentou uma banda em torno 3350 cm<sup>-1</sup>, atribuída ao grupo OH<sup>(9)</sup>. A banda em 1080 cm<sup>-1</sup> é característica das vibrações de Si-O que pode ocorrer na região de 900 a 1100 cm<sup>-1(10)</sup>. Já a banda em 2920 cm<sup>-1</sup>, foi atribuída à deformação axial de C-H e C-C, que é encontrada na região de 3000 a 2840 cm<sup>-1 (9,10)</sup>. Além das bandas 798 e 1640 cm<sup>-1</sup>, que indica deformações para o grupamento C-H.

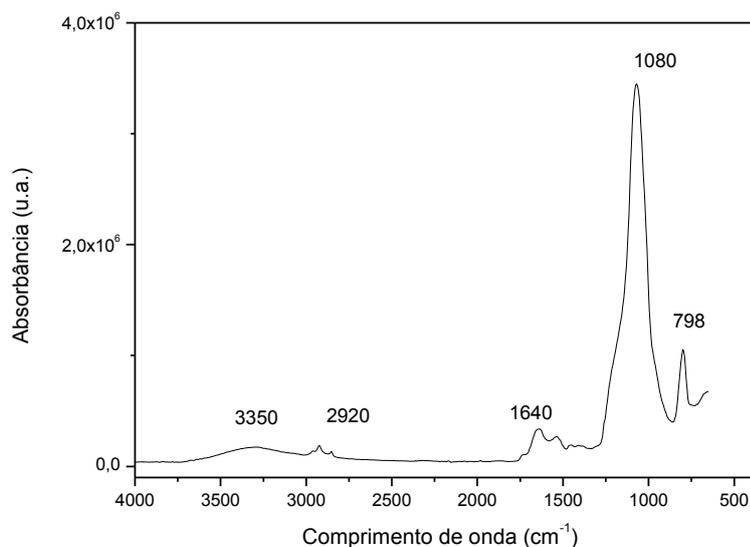


Figura 1 - Espectro de infravermelho do Lodo.

### Termogravimetria (TG)

A Figura 2 apresenta as curvas TG/DTG da amostra de Lodo Têxtil, a razão de aquecimento de  $10^\circ\text{C}.\text{min}^{-1}$  e em atmosfera de nitrogênio, onde se verifica três etapas de perda de massa.

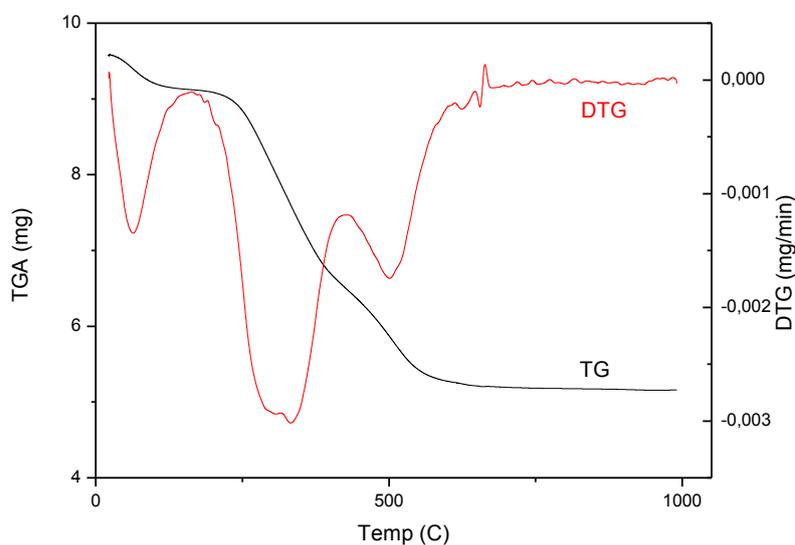


Figura 2 – Curvas TG/DTG do Lodo, obtido à razão de aquecimento de  $10^\circ\text{C}.\text{min}^{-1}$ , em atmosfera de nitrogênio.

Na Tabela 2 apresenta as etapas de decomposição, faixas de temperatura, temperatura de pico e perda de massa para o Lodo estudado.

Onde se verifica que a amostra, apresentou temperatura inicial de decomposição em torno de 23°C, indicando a baixa estabilidade térmica.

Tabela 2 – Dados da decomposição térmica do Lodo Têxtil.

Amostra	Etapas de Decomposição	Faixas de Temperatura (°C)	Temperatura de Pico (°C)	Perda de Massa %	Perda de Massa mg
Lodo	1	23-158	68	4,7	0,45
	2	158-427	308	27,5	2,63
	3	427-982	506	14,0	1,34

Observou-se que a primeira etapa de decomposição, ocorreu na faixa de temperatura de 23-158°C, com perda de massa de 4,7%, o que pode ser atribuído à perda de água. Já a segunda etapa foi mais significativa com perda de massa de 27%, na faixa de temperatura de 158-427°C, que pode ser atribuído à decomposição da matéria orgânica, e a terceira etapa de decomposição, ocorreu na faixa de temperatura de 427-982°C, com perda de massa de 14%, que está associada também a matéria orgânica, com total de cinzas de 53,8%.

#### Análise térmica Diferencial (DTA)

A Figura 3 apresenta a curva DTA do Lodo Têxtil, obtido a razão de aquecimento de 10°C.min<sup>-1</sup> e em atmosfera de nitrogênio.

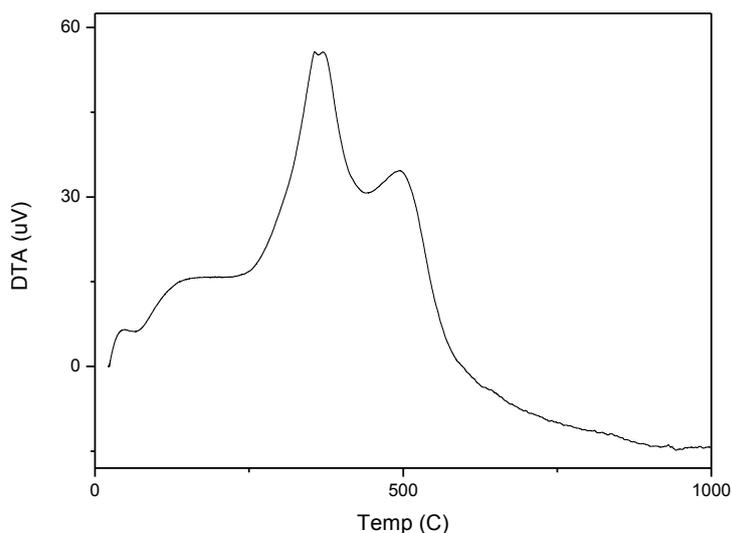


Figura 3 – Curva DTA do Lodo, obtida à razão de aquecimento de 10°C.min<sup>-1</sup>, em atmosfera de nitrogênio.

O Lodo Têxtil estudado apresentou uma banda endotérmica com máximo em 65°C, que pode ser atribuído a perda de água da amostra, e duas bandas exotérmicas com máximo em 356°C e 495°C, que provavelmente estão relacionadas com a oxidação e decomposição de matéria orgânica presente no lodo <sup>(8)</sup>.

## CONCLUSÃO

A identificação dos constituintes químicos presentes no lodo têxtil é de fundamental importância, quando se pretende aplicá-lo como material alternativo em misturas para concreto, argamassas, ou para outros materiais de construção. Logo, os resultados obtidos para este material (Lodo Têxtil) permitiu concluir que:

- O Lodo estudado apresenta composição sílico-aluminosa, com um percentual elevado de sílica (47,86%) e de perda ao fogo de 43,18%, estes presentes em outros resíduos também utilizados na fabricação de argamassas, tijolos e concretos.
- O espectro de infravermelho apresentou bandas características de SiO<sub>2</sub>, OH e C-H na amostra, corroborando com o resultado da análise química.
- O Lodo apresentou baixa estabilidade térmica e se decompôs em três etapas perfazendo um total de 46,2% de perda de massa, atribuídos à perda de água e a matéria orgânica presente na amostra.
- A curva DTA do Lodo confirmou os resultados obtidos na Termogravimetria, com eventos referentes à presença de água livre e à oxidação/decomposição da matéria orgânica.

## 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.

## REFERÊNCIAS

- [1] JACOMINO, V. M. F. et al. Controle Ambiental das Indústrias de Ferro-Gussa em Altos-Fornos a Carvão Vegetal. **Projeto Minas Ambiente**, Belo Horizonte, p. 181-197, 2002.
- [2] OLIVEIRA, D. F.; NEVES, G. A., Aproveitamento do Rejeito de Borracha para Uso em Argamassas de Alvenaria. **Anais do 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica**. Florianópolis, 1999, p. 323001-323010.
- [3] CAVALCANTE, J. R.; CHERIAF, M. Ensaio de Avaliação para Controle Ambiental de Materiais com Resíduos Incorporados. **Workshop: Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Materiais de Construção Civil**. São Paulo, p. 31-37, 1996.
- [4] ANTONIOLLI, Z.I. et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.4, p.407-417, 2006.
- [5] PEREIRA, J. A. R., **Geração de Resíduos Industriais e Controle Ambiental**. Disponível em: [www.desenvolvimento.gov.br](http://www.desenvolvimento.gov.br), acesso em 05 de julho de 2010.
- [6] CASTILHOS, A. B.; PRIM, E. C. C.; CHERIAF, M.; ROCHA, J. C., Uso de lodo têxtil na construção civil. **Revista Saneamento Ambiental**, n. 58. Edição Especial, p. 32-39, 1999.
- [7] PRIM, E. C. C., **Reaproveitamento de lodo têxtil e da cinza pesada na construção civil: aspectos tecnológicos e ambientais**. 1998, 107p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [8] MOREIRA A. H.; OLIVEIRA R. M.; LIMA P. D. S., Effect of the addition of sludge from textile factory in the properties of construction materials. **Cerâmica**, v 47, n 303, p 158-162, 2001.
- [9] MARTINS F. M., **Caracterização Química e Mineralógica de Resíduos Sólidos Industriais Minerais do Estado do Paraná**. 2006, 104p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- [10] **NAKAMOTO, K.** Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Third Edition. New York : John Wiley & Sons, 1970.

## **CHARACTERIZATION OF WASTE SLUDGE FROM TEXTILE INDUSTRY FOR USE IN BUILDING MATERIALS: THERMAL BEHAVIOR AND SPECTROSCOPY**

### **ABSTRACT**

The generation of waste from sewage treatment effluents from textile industry - textile sludge - sums a large amount to be deposited in landfills. In order to seek solutions to minimize the problems caused by this amount of waste, the civil building has been showing great interest in the potential for exploitation of these construction materials. This work aims to characterize the textile sludge by thermal, spectroscopic and chemical analysis in order to use it as an additive in concrete. The TG curve of textile sludge showed three steps of thermal decomposition, with low thermal stability due to organic matter present. The DTA curve showed an endothermic event followed by two exothermic related to water loss and decomposition of organic matter, respectively. As the chemical composition, the elements were found in larger amounts of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , and loss on ignition was 43.18%.

Keywords: textile sludge, thermal analysis, building material