

III-202 – AVALIAÇÃO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CÂMARA DE JATEAMENTO E DO LODO TÊXTIL NAS PROPRIEDADES DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS

Valeria Castro de Almeida⁽¹⁾

Profa. Associado do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Ana Catarina Jorge Evangelista

Profa. Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Raquel dos Anjos Rodrigues

Graduanda do curso de Engenharia Química da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço⁽¹⁾: Av Horácio Macedo 2030 Bloco E sala 206 Centro de Tecnologia- Ilha do Fundão-Rio de Janeiro-RJ – CEP 21941-909-Brasil – Tel: (21) 25627595 – e-mail: valeria@eq.ufrj.br

RESUMO

A toxicidade dos resíduos têxteis é uma das questões mais relevantes no âmbito dos impactos ambientais, tanto para os órgãos ambientais quanto para a própria sociedade. A quantidade de lodo gerado em estações de tratamento é um fator econômico importante no contexto de tratamento de rejeitos líquidos. A disposição do lodo é problemática e pode representar até 60% dos custos operacionais de uma unidade de tratamento de efluentes. Há uma grande preocupação com o destino final de vários tipos de resíduos, principalmente com aqueles que contêm elementos potencialmente tóxicos, por serem considerados danosos ao meio ambiente e, conseqüentemente, podendo passar a integrar a cadeia alimentar em altos teores, o que causaria danos à saúde dos animais e do homem.

O objetivo desta pesquisa visou o reaproveitamento do lodo gerado na estação de tratamento de uma indústria têxtil e do resíduo da câmara de jateamento (microesferas de vidro) com sua incorporação à pasta de cimento visando no futuro o desenvolvimento materiais alternativos construtivos no intuito de minimizar seu descarte em aterros industriais.

Os estudos experimentais foram voltados para a determinação da resistência à compressão, absorção de água. A caracterização das pastas preparadas foi realizada pelas técnicas de difração de Raios X e, microscopia eletrônica de varredura.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo têxtil, cimento, micro esferas de vidro.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do mundo moderno é o descarte de resíduo sólido gerado em processo industrial. Buscas por alternativas ambientalmente menos agressivas, mais eficazes no descarte desses resíduos tem sido o caminho trilhado para reverter, ou pelo menos amenizar, o cenário negativo estabelecido pela disposição incorreta destes materiais.

O desenvolvimento de novos materiais, com base no aproveitamento de resíduos de qualquer natureza se insere no conceito sustentável por buscar projetar novos produtos reciclando parte do lixo produzido pela sociedade utilizando técnicas de produção simples, repensando todo o ciclo de vida do produto, não agredindo o meio ambiente e procurando o bem estar social. Assim, passa a ter, importante papel dentro desse universo paralelo às atividades das engenharias, beneficiárias diretas dessas novas tecnologias alternativas.

O jateamento é um método de preparação de superfícies difundido como ferramenta industrial usado como tratamento mecânico superficial, os quais removem todo e qualquer tipo de revestimentos, decarbonização e contaminantes com aplicação no processo de limpeza nas áreas industriais, automotiva, ferroviária, naval, aeronáutica e rodoviária, deixando a superfície limpa, facilitando o tratamento químico de superfície como decapagem química, removendo rebarbas das peças usinadas e areia de fundição remanescente das peças moldadas.

As micro esferas de vidro é um tipo de abrasivo obtido a partir da fusão de vidro selecionado e pulverizado. Por ser um material inerte, seu uso em jateamento não contamina a face que está sendo tratada.

Os resíduos de micro esferas de vidro são gerados nas câmaras de jateamento após uso nos processos a que foram submetidas. Seu teor de sílica é acima de 65% e é não biodegradável. Sua classificação segundo norma ABNT NBR 10004/2004 é de resíduos sólidos industriais inertes, Classe IIB, portanto podendo ser amplamente utilizado para reciclagem.

A toxicidade dos resíduos têxteis é uma das questões mais relevantes no âmbito dos impactos ambientais, tanto para os órgãos ambientais quanto para a própria sociedade. A quantidade de lodo gerado em estações de tratamento é um fator econômico importante no contexto de tratamento de rejeitos líquidos. A disposição do lodo é problemática e pode representar até 60% dos custos operacionais de uma unidade de tratamento de efluentes

A grande quantidade de efluente líquido a ser tratada antes de se descartada resulta na geração de uma grande quantidade de lodo.

O lodo é um produto semi-sólido que tem origem nos tratamentos primários e secundários das ETEs de águas residuárias. Esse lodo gerado do tratamento de efluentes representa um problema no que diz respeito à disposição final, pois nele podem estar presentes substâncias que em contato com o meio ambiente apresentem um alto poder poluente.

Segundo a norma NBR 10004:2004, é um resíduo sólido Classe II – não inerte, portanto não pode ser descartado na rede de esgotos ou em corpos de água. Sua disposição deve ser efetuada em aterro industrial, pois o contato com o meio ambiente pode causar a contaminação do meio.

Este trabalho visou o reaproveitamento do resíduo da câmara de jateamento (micro esferas de vidro) e do lodo gerado na estação de tratamento de uma indústria têxtil em materiais para construção civil, no intuito de minimizar seu descarte em aterros industriais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi utilizado o lodo proveniente da estação de tratamento de efluente de uma indústria têxtil. A produção desta indústria é direcionada ao beneficiamento de tecidos de puro algodão e de tecidos mistos de algodão com poliéster.

Na realização da parte experimental desta pesquisa foram utilizados os materiais abaixo relacionados:

- Resíduo sólido – lodo da Estação de Tratamento de Efluente de uma indústria têxtil
- Microesferas de vidro
- Cimento Portland CII - 32 F Cimento Portland .

Com a finalidade de verificar a possibilidade de usar o lodo na confecção de materiais construtivos foram preparadas as seguintes pasta de pastas de cimento (Tabela 1):

Tabela 1 - Composição dos corpos de prova preparados

Sigla	Mistura	Quantidade em volume (ml)			
		Cimento	Lodo	Microesferas de vidro	Água
C-100	100% cimento	4000	-	-	1200
C90-L10	90%cimento + 10% lodo	2700	300	-	850
C90-M10	90%cimento+10% Mvidro	2700	-	300	900
C90-L5-M5	90%cimento+5%lodo+5%Mvidro	2700	150	150	1050
C80-M20	80% cimento + 20% lodo	2400	600	-	670
C80-L10-M10	80%cimento+ 10% lodo+10%Mvidro	2400	300	300	1000

As quantidades dos componentes nas pastas foram determinadas por volume e, a homogeneização da mistura foi feita manualmente. Inicialmente foram misturados o cimento e o lodo ou cimento lodo e microesferas de vidro e posteriormente adicionada à água de amassamento.

A moldagem foi feita utilizando uma forma cilíndrica de 10 cm de altura e 5 cm de diâmetro. As amostras foram moldadas em três camadas de misturas, com espessuras aproximadamente iguais com aplicação de 20 golpes por camada com um soquete metálico. A relação água/cimento em torno de 0,25 foi necessária para garantir a homogeneidade dos compostos durante a mistura. Após 24h os corpos de prova foram desformados e deixados à temperatura ambiente a período de cura de 7 e 28 dias. A caracterização física e mecânica dos corpos de prova preparados foi determinada após 7 e 28 dias de cura por meios de ensaios de absorção de água e, resistência à compressão.

Na caracterização das pastas de cimento mais lodo foram empregadas às técnicas Difração de Raios X e Microscopia Eletrônica de Varredura com a finalidade de avaliar a micro textura das pastas preparadas.

RESULTADOS

A composição do lodo das estações de tratamento de efluente têxteis esta intrinsecamente ligada ao tipo de fibra, do tipo de processo de beneficiamento utilizado pela indústria e ao tipo de produtos utilizados na estação de tratamento de efluentes.

O lodo pesquisado (Figura 1(A)) apresentava uma coloração azul escura devido principalmente aos corantes utilizados no processo de tingimento.

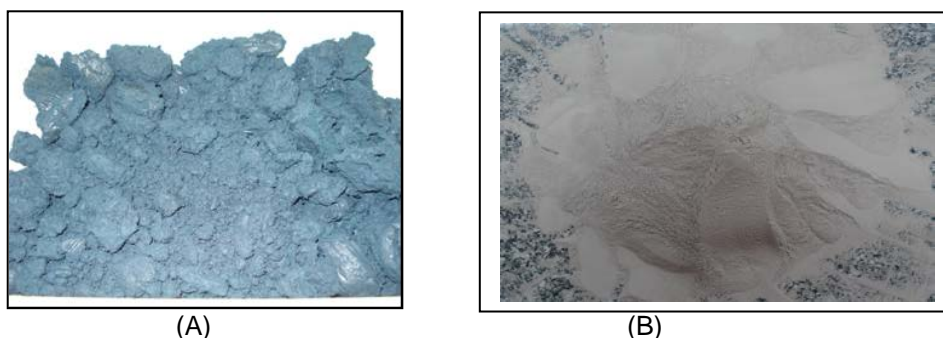


Figura 1 - Lodo *in natura*(A) e microesferas de vidro(B)

A Tabela 2 mostra o resultado da análise de fluorescência de Raios X da massa bruta do lodo, das microesferas de vidro e do cimento utilizados neste trabalho.

Tabela 2 – Composição químicas elementar das matérias primas utilizadas

Determinações	Lodo Têxtil (% em peso)	Microesferas de Vidro (% em peso)	Cimento CPPII- 32F
SiO ₂	10,26	90,57	16,06
Al ₂ O ₃	59,69	1,28	4,30
CaO	-	2,76	67,54
Fe ₂ O ₃	0,46	1,07	4,16
K ₂ O	0,54	0,31	-
MgO	0,50	0,97	2,12
Na ₂ O	2,32	3,02	0,54
TiO ₂	0,36	-	-
SO ₃	10,38	-	5,26
P ₂ O ₅	13,84	-	-

O lodo é um material de baixa densidade, provavelmente em função da grande quantidade de água presente no resíduo. Apresentou um pH igual a 7,6 e percentuais de sólidos em torno de 11,7%. Já para as microesferas de vidro observa-se um alto teor de sílica (90,57%), decorrente do próprio material e dos resíduos de areia também utilizada na câmara de jateamento. Os resultados obtidos para o cimento estão de acordo com o esperado para este tipo de material (cimento CPPII-32F).

Difração de Raios X

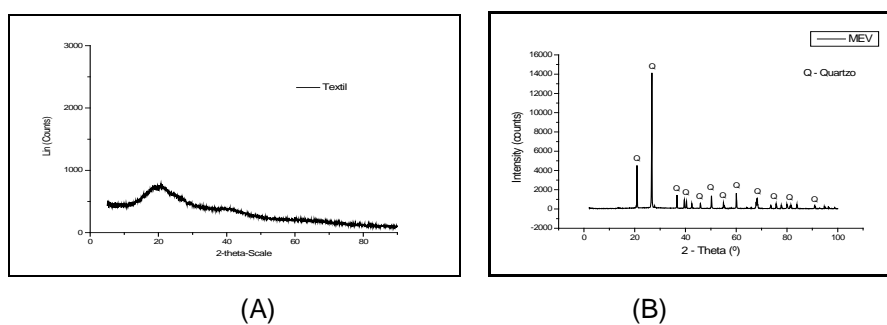
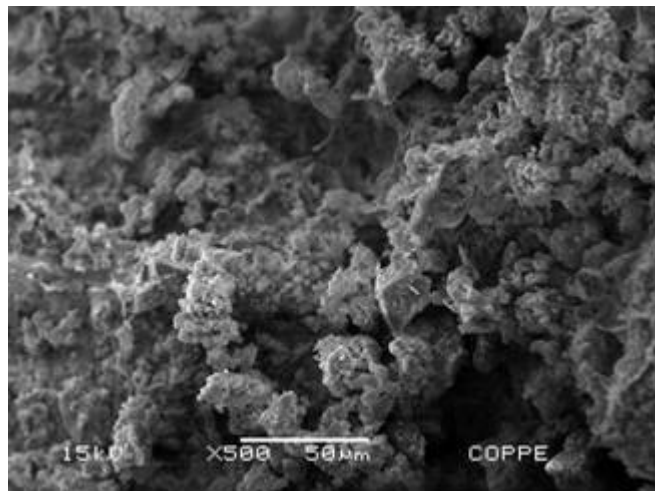


Figura 2: Difratoograma dos resíduos: lodo têxtil (a), tijolo (b) e microesferas de vidro (c).

Baseado nos difratogramas da Figura 2 (a), (b) (c), respectivamente, pode-se observar que o resíduo do lodo têxtil (a) mostra ser o lodo um material não cristalino e o deslocamento da linha de base observado deve-se a presença do ferro presente no lodo. O difratograma das microesferas de vidro (b) por quartzo.

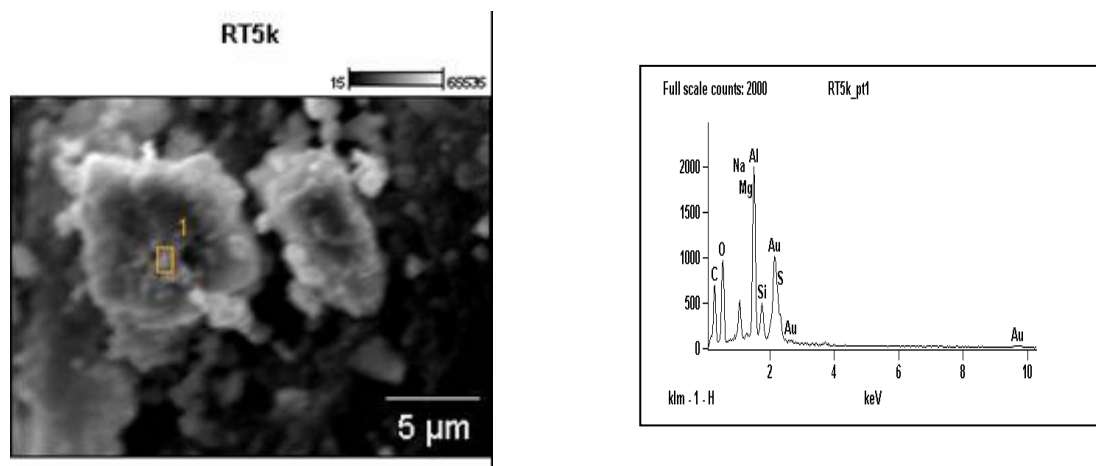
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As Figuras abaixo mostram as fotomicrografias do lodo.

**Figura 3 – Fotomicrografia do lodo**

Observa-se na fotomicrografia do lodo in natura uma superfície bastante heterogênea de aspecto pouco denso. Essa superfície heterogênea do lodo irá influenciar nas propriedades da pasta do cimento, pois este tipo de superfície facilita a formação de um filme de água junto às paredes do lodo enfraquecendo sua ligação com a pasta.

A Figura 4 mostra a análise por EDS do lodo.

**Figura 4 Fotomicrografia do lodo e análise por EDS**

A análise por EDS foi realizada na área assinalada na foto. Foram identificadas as presenças de: carbono, sódio, alumínio magnésio e sílica.

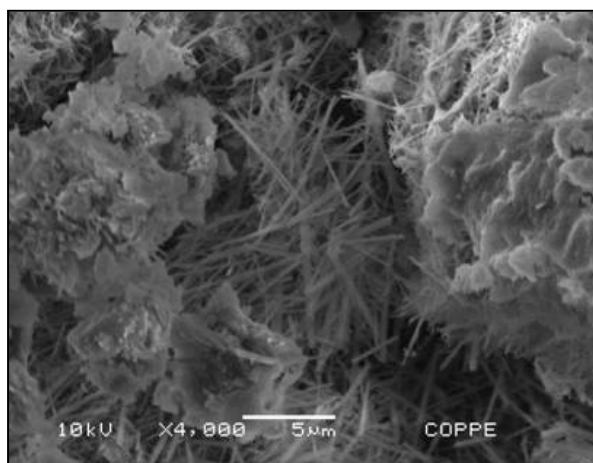


Figura 5 Fotomicrografia mistura cimento + 30% de lodo

A fotomicrografia da pasta cimento + 30% de lodo mostra uma superfície pouco densa não muito agregada com áreas vazias em razão da forma do lodo que como anteriormente previsto causaria um enfraquecimento de sua ligação com a pasta (Figura 3). A superfície se apresenta como a zona de transição da pasta do cimento com o lodo devido às áreas vazias e heterogeneidades exibidas. Diferentemente da pasta de cimento Portland que apresenta uma macro estrutura endurecida, porosa e heterogênea como pode ser visualizada na Figura 6. Na fotomicrografia observa-se também a presença de agulhas de etringita.

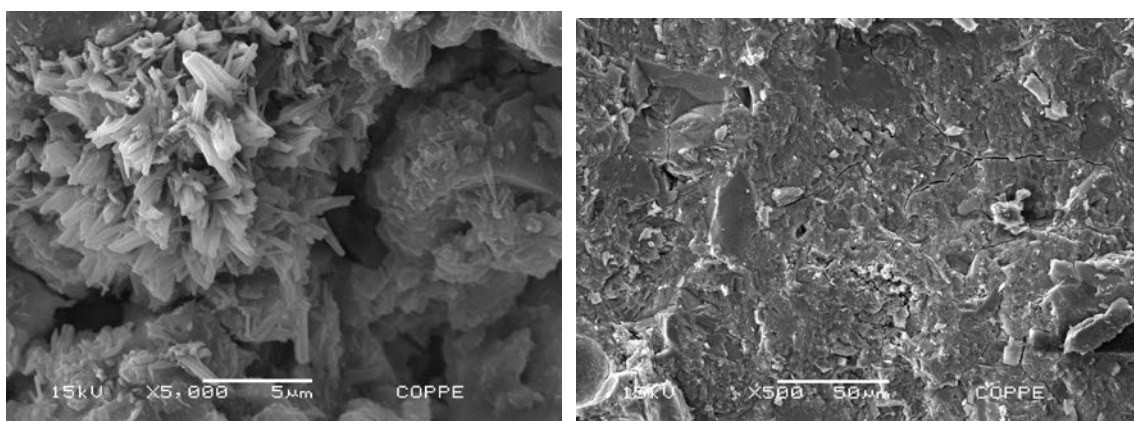


Figura 6 Fotomicrografia da pasta de cimento

Nas fotomicrografias da pasta de cimento observa-se uma macro estrutura endurecida, pouco porosa e homogênea.

Os resultados da caracterização física e mecânica das pastas preparadas podem ser visualizados abaixo:

- Absorção de água

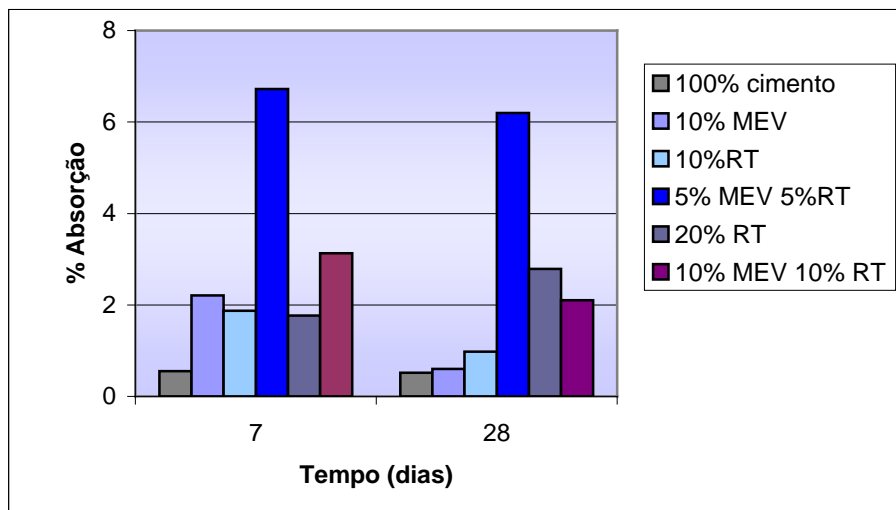


Figura 7 - Percentual de absorção de água para as misturas preparadas

Pelo gráfico da Figura 7 observa-se que o aumento do teor de lodo na pasta de cimento acarreta em um percentual variando de 5% a 10% do teor de absorção de água absorvido. Como foi identificada através da microscopia eletrônica, a pasta cimento + lodo gera um material com área heterogênea com grandes vazios que provavelmente são responsáveis pelo aumento do percentual de absorção de água.

Os valores encontrados para o ensaio e resistência a compressão das pastas preparadas são mostrados na Figura 8.

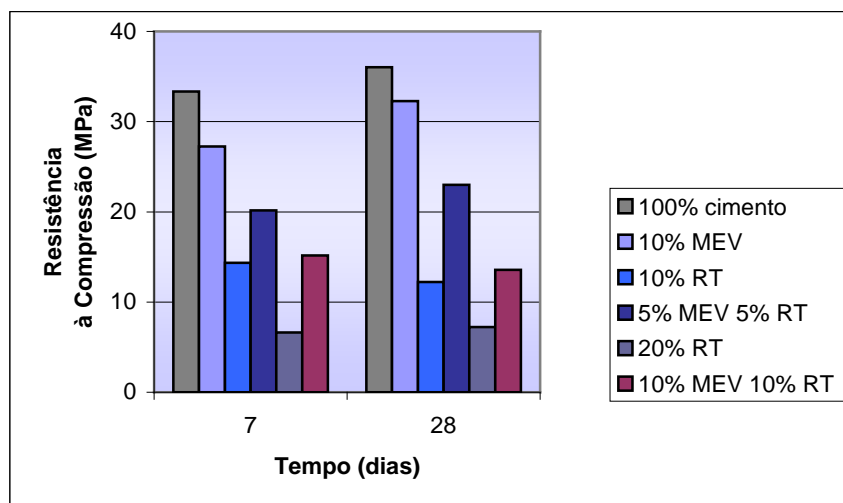


Figura 8 - Resistência à compressão dos corpos de prova preparados

Na análise dos dados de resistência à compressão a pasta de cimento (100%) foi usada como padrão de comparação para as misturas preparadas. Os valores encontrados para a pasta de cimento estão de acordo com as exigências mecânicas para este tipo de cimento, CPII-32F, (resistência à compressão para 3 dias ≥ 10 MPa, 7 dias ≥ 20 MPa e 28 dias ≥ 32 MPa).

Nas pastas preparadas com o lodo 10% RT e 20% RT verifica-se que à medida que o teor de lodo aumenta na mistura ocorre uma diminuição da resistência à compressão. A principal causa desta diminuição pode ser atribuída ao teor de matéria orgânica presente no lodo. Verifica-se ainda que não ocorreu um aumento significativo da resistência à compressão para os corpos de prova ensaiados aos 28 dias de cura. Nas pastas preparadas com o lodo e as micros esferas de vidros 5% MEV + 5% RT e 10% MEV + 10% RT verifica-se um aumento da resistência quando comparada à pasta contendo apenas o lodo. Observa-se que a presença do lodo interfere na matriz solidificada com o lodo de maneira negativa na resistência à compressão, mas não de forma

crítica, pois as pasta analisados apresentam valores de resistência à compressão que permitem suas aplicações em diferentes finalidades.

As fotomicrografias da pasta de cimento mais lodo mostraram uma superfície pouco densa não muito agregada com áreas vazias. Diferentemente da pasta de cimento que apresentou uma macro estrutura endurecida, porosa e heterogênea.

CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão demonstraram que a incorporação do lodo diminui à resistência da pasta de cimento devido à matéria orgânica nele existente. Porém a introdução das micros esferas de vidros ameniza a diminuição à resistência das pasta com lodo, apresentando-se como uma alternativa para preencher os espaços vazios observados na fotomicrografia da pasta de cimento com o lodo. Os valores encontrados mostram valores de resistência suficientes para esses materiais serem utilizados como material construtivo.

Na incorporação de um material à pasta de cimento, a resistência à compressão não deve ser o único fator que deve ser verificado para sua possível utilização, sendo necessário analisar os componentes presentes quanto a sua atual sobre os demais materiais que podem entrar em contato bem como ao impacto ambiental causado pela lixiviação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITENCOURT, M.P. Reaproveitamento do lodo gerado no processo de tratamento dos efluentes de lavanderia (Tigimento e Lavagem) Maringá, 2002 Dissertação (Mestrado em Engenharia química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UEM.
2. CARREIRA, M. F. - *Sistemas de Tratamento de Efluentes Têxteis – uma análise comparativa entre as tecnologias usadas no Brasil e na península Ibérica*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC (2006).
3. ROSA, E. V. C. Reaproveitamento de lodo têxtil em solo florestal: estudos dos aspectos físico-químicos, agrônômicos e ecotoxicológicos. Tese. Programa de Pós-Graduação em Química. UFSC, Florianópolis, 2004.
4. VALDEVIVERE, P.C.; BIANCHI, R.; VESTRAETE, W. Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry: review of emerging technologies. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. V.72, p.289-302, 1998.