



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

GRANULOMETRIA E MINERALOGIA DE LODO DE ESGOTO E IMPLICAÇÕES NO REAPROVEITAMENTO DO LODO NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Fernanda Maria Belotti – fernandabelotti@unifei.edu.br
Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira.
Rua Irmã Ivone Drumond, 200 – Distrito Industrial II
35903-087 – Itabira – MG

Marcela Roberta Almeida Ferreira – marcelaroberta_@hotmail.com
Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira.

Ricardo Scholz – r_scholz_br@yahoo.com
Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Geologia.

Luisa Cardoso Maia – luisac_maia@hotmail.com
Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia Ambiental.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar as aptidões e as restrições do lodo de esgoto para o reaproveitamento na indústria cerâmica. Amostras de lodo de esgoto foram analisadas em relação à granulometria (pelo método de dispersão total) e mineralogia (por Difratometria de Raios-X pelo método de policristal). Os resultados indicaram predomínio da fração fina, composta por silte e argila - 82,75% em detrimento da fração grossa - 17,3 %, composta por areia. A mineralogia das amostras é composta por quartzo (7,0% a 33,0 %), muscovita (0,0% a 15,0%), gibbsita (11,0% a 17,2%) e caulinita (28,0% a 36,6%). Há presença de gipso (6,9 a 23%) e calcita (0 a 46%). Os resultados indicam aptidões e limitações do lodo em relação ao seu aproveitamento em materiais cerâmicos. A granulometria é um ponto positivo, considerando o alto teor da fração fina. A mineralogia apresenta pontos positivos e negativos. O quartzo em quantidade ideal contribui para o aumento da resistência mecânica, ao passo que em excesso reduz a trabalhabilidade, plasticidade e resistência mecânica da massa cerâmica. A caulinita confere cor branca após a queima, mas possui perda de massa e alta contração linear. Em relação à calcita, é necessário atentar-se à temperatura de queima, para que não haja ruptura do produto. Assim, a quantidade de lodo de esgoto a ser adicionada à massa cerâmica deve ser avaliada individualmente de acordo com os requisitos de cada produto a ser fabricado, de forma a não alterar a qualidade do produto cerâmico.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, Granulometria, Mineralogia, Indústria cerâmica.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

GRANULOMETRY AND MINERALOGY OF SEWAGE SLUDGE AND IMPLICATIONS IN THE REUSE OF SLUDGE IN THE CERAMIC INDUSTRY

Abstract: *The objective of this work was to evaluate the sewage sludge aptitudes and restrictions for the reuse in the ceramic industry. Sewage sludge samples were analyzed for granulometry (by total dispersion method) and mineralogy (by XRD by the polycrystal method). The results indicated predominance of the fine fraction, composed of silt and clay - 82.75% to the detriment of the coarse fraction - 17.3%, composed of sand. The mineralogy of the samples is composed by quartz (7.0% to 33.7%), muscovite (0.0% to 15.0%), gibbsite (11.0% to 17.2%) and kaolinite (28.0% to 36.6%). There is presence of gypsum (6.9 to 23%) and calcite (0 to 46%). The results indicate aptitudes and limitations of sludge in relation to its use in ceramic materials. The granulometry is a positive point, considering the high content of the fine fraction. Mineralogy has both positive and negative points. The quartz in an ideal quantity contributes to the increase of the mechanical resistance, while in excess it reduces the workability, plasticity and mechanical resistance of the ceramic mass. The kaolinite gives white color after burning, but it has mass loss and high linear contraction. In relation to calcite, it is necessary to be attentive to the burning temperature, so that there is no rupture of the product. Thus, the amount of sewage sludge to be added to the ceramic mass should be evaluated individually according to the requirements of each product to be manufactured, so as not to alter the quality of the ceramic product.*

Keywords: *Sewage sludge, Granulometry, Mineralogy, Ceramic industry.*

1. INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é um resíduo sólido, resultante do processo de tratamento de esgotos, produzido em quantidades variáveis de acordo com o tipo de esgoto e o sistema de tratamento adotado (ANDREOLI & PEGORINI, 1998). De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010), o lodo de esgotos é considerado um resíduo e não um rejeito e, nesse sentido, a referida lei determina que os resíduos sólidos não devem ser dispostos em aterros sanitários, alternativa comumente adotada por diversos municípios, e sim, que sejam articulados com os agentes econômicos e sociais formas de aproveitamento de tais resíduos (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, uma forma de reaproveitamento do resíduo gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs é sua utilização na indústria, para aplicações na construção civil. As atividades relacionadas a esse setor, de acordo com o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB (2006) estão inseridas em uma cadeia produtiva que apresenta relevantes impactos ambientais. Desta forma, a possibilidade de utilização de um resíduo cuja disposição final é problemática (lodo de esgoto), em um setor que gera significativos impactos ambientais, pode ser uma estratégia interessante do ponto de vista ambiental e econômico. Além disso, a construção civil é um dos setores que possuem a maior possibilidade de inserir resíduos em seu processo produtivo; seja no coprocessamento, na produção de cimento ou incorporados nos mais diversos artefatos, tais como telhas, meios-fios, tubulações, bloquetes, argamassas e concretos (RIBEIRO et al., 2009).

No Brasil, a utilização do lodo de esgoto na indústria de construção civil ainda não exerce um papel significativo. Entretanto, esse resíduo pode ser utilizado na indústria de cerâmica para fabricação de telha, tijolo, cimento, agregados leves, dentre outros (PROSAB, 2006). De acordo com Oliveira et al. (2004), o uso deste resíduo nessas atividades é promissor, uma vez que as massas argilosas

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

utilizadas são de natureza heterogênea, o que permite a incorporação de materiais residuais de diversos tipos.

As diferentes formas de reciclagem do lodo de esgoto como material de construção civil estão sendo sugeridas internacionalmente como uma alternativa segura na retenção de metais pesados, redução de emissões de poluentes, dos volumes requeridos em aterros sanitários e consequente redução de custos, representando uma forma de aproveitamento benéfico de matéria prima e energia disponível, reduzindo a extração de recursos ambientais (SANTOS, 2003).

Cabe salientar que, de acordo com o PROSAB (2006), para a confecção de produtos cerâmicos é necessário teor de argila considerável no lodo, uma vez que na presença de água, resultado da natureza coloidal dos argilominerais, esses minerais adquirem plasticidade, propriedade que permite a conformação desses produtos. Ainda de acordo com o PROSAB (2006), as argilas para a produção de materiais cerâmicos devem permitir a modelagem e ser de fácil desagregação, apresentar granulometria fina e distribuída de forma conveniente dos argilominerais e inertes, a fim de garantir o controle das dimensões finais do produto.

Neste contexto, torna-se, portanto, relevante o conhecimento das características granulométricas e mineralógicas do lodo de esgoto a fim de avaliar suas aptidões para o reaproveitamento na construção civil. Na indústria cerâmica é fundamental conhecer as características das diferentes matérias primas utilizadas, uma vez que conhecidas tais características é possível dosar adequadamente cada tipo de material disponível de forma a produzir uma massa cerâmica com propriedades adequadas para cada tipo de processo produtivo (FACINCANI, 1992; PROSAB, 2006).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar amostras de lodo de esgoto proveniente de estação de tratamento de esgotos domésticos em relação à granulometria e à mineralogia visando avaliar suas restrições e aptidões em relação ao seu aproveitamento na indústria cerâmica, comparando as características do lodo com requisitos necessários à fabricação de diversos materiais cerâmicos.

2. METODOLOGIA

2.1. Amostragem do lodo de esgoto

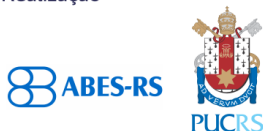
Para avaliar as características granulométricas e mineralógicas de lodo de esgoto proveniente de estação de tratamento de esgotos domésticos foi utilizada como área experimental a Estação de Tratamento de Esgotos ETE – *Laboreaux*, localizada no município de Itabira/MG.

A amostragem de lodo foi realizada após o processo de tratamento do lodo, ou seja, na caçamba de descarte de lodo da unidade de desidratação mecânica da ETE *Laboreaux*, após passagem pelo filtro prensa, uma vez que este lodo desaguado é o resíduo encaminhado ao aterro, considerando que é mais facilmente manuseado e apresenta um menor custo de transporte.

A coleta das amostras de lodo foi realizada conforme os requisitos estabelecidos para a caracterização inicial de biossólido contidos na Resolução CONAMA nº 375/2006, bem como por critérios de validação estatística e avaliação da variação sazonal na composição do lodo, segundo os seguintes procedimentos:

- i) foram coletadas 04 (quatro) amostras compostas de lodo de esgoto oriundo do filtro prensa, com uma defasagem mínima de 07 (sete) dias;
- ii) visando garantir a representatividade estatística das amostras de lodo, cada amostragem foi realizada a partir da coleta de amostra em 06 (seis) pontos equidistantes dentro da caçamba, obtendo-se assim 06 (seis) amostras simples. Posteriormente, as 06 (seis) amostras simples foram homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta, a ser analisada em laboratório. Ou seja, para cada data de amostragem foi obtida uma amostra composta de lodo a partir da homogeneização das amostras simples coletadas;

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

iii) para avaliar a variação na composição do lodo de esgoto ao longo do ano foram realizadas 04 amostragens: duas no período chuvoso (amostras A-1 e A-2) e duas amostragens no período seco (amostras A-3 e A-4).

Os procedimentos de amostragem, armazenamento e preservação das amostras foram desenvolvidos de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011).

2.2. Oxidação das amostras de lodo de esgoto

Para avaliar a composição granulométrica mineral das amostras de lodo coletadas a matéria orgânica presente nas mesmas foi oxidada pela adição de peróxido de hidrogênio 40%. Para o processo de oxidação, foram pesados 100g de lodo de esgoto em béquer de 1L, ao qual foi adicionado o reagente lentamente até completa oxidação da fração orgânica da amostra.

2.3. Análise textural

A análise textural das amostras foi realizada de acordo com EMBRAPA (1997), pelo método de dispersão total. Para a realização do ensaio foram pesados 20g de lodo de esgoto para cada amostra coletada, às quais foi adicionada solução de hidróxido de sódio (NaOH) para a dispersão química e posterior agitação por agitador magnético do tipo coqueteleira metálica para a dispersão mecânica das partículas constituintes da amostra. Após o processo de dispersão, a amostra foi transferida para proveta de 1000ml passando por peneira de malha fina (0,053mm) para a separação da areia. A determinação da fração fina foi realizada a partir do material transferido para a proveta de acordo com cálculos estabelecidos por EMBRAPA (1997).

2.4. Análise mineralógica

Para a caracterização da mineralogia das amostras foi realizada análise por Difractometria de Raios-X. Foi utilizado um equipamento Panalytical modelo Empyrean com tubo de Cu pelo método de policristal. Foi realizada a varredura com 2-Theta variando de 2° a 70°, tempo de contagem de 0,5s e largura de passo igual a 0,02°.

2.5. Interpretação dos resultados de análise e comparação com requisitos necessários na indústria cerâmica

Para avaliar a aplicabilidade do lodo de esgoto na indústria cerâmica para a fabricação de produtos cerâmicos vermelhos e louça branca foram comparados os dados texturais e mineralógicos das amostras de lodo analisadas em relação aos requisitos necessários à fabricação de produtos cerâmicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise textural das amostras de lodo de esgoto da ETE Laboreaux são apresentados na tabela 1. Constata-se que a granulometria do lodo é predominantemente fina, composta por argila e silte, em detrimento da fração grossa, composta por areia. Os teores da fração fina variam de 73 a 86% nas amostras analisadas; enquanto que os teores da fração grossa variam de 14 a 27%.

Não foram verificadas grandes variações sazonais nas amostras de lodo em relação à textura. Apenas a amostra 4 (A4) mostrou um maior teor de areia em relação às demais, o que também pode estar relacionado à algum problema no desarenador da ETE.

Em termos médios, o lodo de esgoto apresenta percentual de 82,7% de partículas finas contra 17,3% de partículas grossas, conforme Tabela 1.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Tabela 1: Resultado da análise textural das amostras de lodo de esgoto.

Amostra	Fração fina (%)	Fração grossa (%)
A1	86,0	14,0
A2	85,0	15,0
A3	87,0	13,0
A4	73,0	27,0
Média	82,7	17,3

A partir da análise dos resultados texturais obtidos foi possível constatar que a utilização do lodo de ETE na indústria de materiais cerâmicos pode ser viabilizada devido à granulometria composta principalmente por fração fina, uma vez que os produtos cerâmicos são fabricados basicamente com uma massa de argila e água.

A argila confere plasticidade à massa cerâmica, facilitando sua moldagem. A argila é a principal matéria-prima utilizada na fabricação de uma série de produtos cerâmicos, uma vez que: i) apresenta plasticidade, propiciando a moldagem das peças; ii) apresenta resistência mecânica para conferir coesão e solidez às peças moldadas, permitindo sua trabalhabilidade na fase de pré-queima; iii) apresenta resistência mecânica após queima adequada para uma série de aplicações e iv) possibilita a aplicação de técnicas de processamento simples (VIEIRA et al., 2000; CABRAL JR. et al., 2008).

Além das questões texturais, o comportamento na moldagem, secagem e queima da massa para a produção de cerâmica está diretamente ligado aos diversos minerais presentes na composição das argilas, além dos elementos a ela misturados, quando necessário, para alcançar algumas propriedades finais desejadas. Assim, a composição mineralógica das argilas é importante para a confecção de peças cerâmicas, pois, isoladamente ou combinada, essas propriedades conferem as características de trabalhabilidade no preparo e conformação das peças e a sinterização no processamento térmico, dando a resistência mecânica necessária (CABRAL JR. et al., 2008).

Nesse sentido, com relação à mineralogia do lodo da ETE, as amostras são compostas por quartzo, muscovita, gibbsita e caulinita em teores variáveis, conforme Tabela 2. Há presença de gipso e calcita, provavelmente oriundos do processo de caleação (adição de calcário) do lodo.

Tabela 2: Resultado da Difração de Raios-X das amostras de lodo de esgoto

Minerais	Fórmula Química	Amostras de lodo (%)			
		A1	A2	A3	A4
Quartzo	SiO ₂	15,0	33,7	07,0	10,1
Muscovita	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	15,0	09,9	00,0	06,1
Gibbsita	Al(OH) ₃	16,0	12,9	11,0	17,2
Caulinita	Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	31,0	36,6	28,0	36,4
Gipso	Ca(SO ₄)•2(H ₂ O)	23,0	06,9	08,0	08,1
Calcita	CaCO ₃	00,0	00,0	46,0	22,2

As amostras de lodo apresentaram teores de quartzo variando de 7 a 33,7%. Em relação ao mineral, é necessário atentar-se à quantidade adequada do elemento a ser adicionada na massa cerâmica. A sílica livre tem função de diminuir a plasticidade e a retração das argilas, sendo que, em alguns casos, aumenta a refratibilidade. Neste caso, sua ação depende dos outros elementos e da temperatura de queima. A presença de quartzo (SiO₂) em quantidades ideais e finamente divididos contribui para o aumento da resistência mecânica do produto, pois formam o silicato de cálcio. Por outro lado, o excesso reduz muito a trabalhabilidade, a plasticidade e a resistência mecânica da massa (PROSAB, 2006).



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Nesse sentido, o lodo de esgoto apresenta aptidão para ser utilizado na indústria de cerâmica vermelha, segmento caracterizado pela cor vermelha de seus produtos, que são tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, vasos ornamentais, etc. (MOTTA *et al.*, 2001). Nesse segmento, a preparação da massa é feita geralmente através da mistura de uma argila “gorda”, que é caracterizada pela alta plasticidade, granulometria fina, e composição essencialmente de argilominerais; com uma argila “magra”, esta rica em quartzo e menos plástica, podendo ser caracterizada também como material redutor de plasticidade (MOTTA *et al.*, 2001). Desta forma, quantidades de lodo de esgoto com teores variáveis de quartzo podem ser misturadas a fim de que seja obtido um material com a quantidade ideal do mineral adequada ao processo cerâmico.

Quanto aos teores de muscovita, a presença do mineral variou entre 0 e 15% nas amostras de lodo. As micas são utilizadas no processo cerâmico como fundente devido ao alto grau de potássio; atingindo a fase líquida à 900°C, quando em partículas grandes podem causar laminação do produto após a formação.

Os teores de gibbsita variaram entre 11 e 17,2% nas amostras analisadas. O mineral possui excelentes propriedades mecânicas, como alta dureza, boa isolamento elétrica e alta resistência química.

Com relação à caulinita, os teores foram altos em todas as amostras analisadas, variando de 28 a 36,6%. Como a caulinita possui perda de massa e contração linear elevada, quando em grandes quantidades não é adequada para a produção de cerâmicas vermelhas, uma vez que seu comportamento pode afetar a qualidade do produto (PROSAB, 2006). Entretanto, quando misturada em pequenas quantidades com grãos de areia e outros elementos minerais suas propriedades não influenciam negativamente no produto cerâmico. Em classificação dos produtos cerâmicos quanto às matérias primas Santos (1989) definiu que a argila plástica caulinito-ilítica ou em camadas mistas com óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, é a mais indicada para a fabricação de blocos de tijolo maciços.

Por outro lado, por apresentar cor branca após a queima, os altos teores de caulinita representam um aspecto favorável para a aplicação do lodo de esgoto no setor de cerâmica branca, uma vez que esse tipo de material é fabricado basicamente com argila com predomínio de caulinita. Este setor agrupa uma grande variedade de produtos, tais como louças e porcelanas (utilitárias e decorativas), sanitários e porcelana técnica, que se diferenciam, entre outros fatores, pela temperatura de queima e pela composição da massa, notadamente o tipo de fundente. A massa é do tipo composta, constituída de argilas plásticas de queima branca, caulins, quartzo e fundentes (feldspato, filito, rochas feldspáticas, carbonatos) (MOTTA *et al.*, 2001). Entretanto, para esse tipo de material é necessário controlar o teor de argilas que proporcionam cor escura ao produto final. No setor de cerâmicas brancas a qualidade dos produtos que compõem a massa é rigorosamente verificada a fim de não comprometer o produto final com cores e características indesejáveis (BAUER, 2013).

Com relação aos teores de calcita, o mineral não foi identificado nas amostras A1 e A2 do lodo de esgoto, apresentando teor de 46% na amostra A3 e 22,2 na amostra A4. Atenção especial deve ser dada aos carbonatos (calcitas, magnetitas e dolomitas), que em teores inferiores a 7%, granulometria fina, dispersão uniforme e uma temperatura de queima de 950°C ou acima, reagem com os argilominerais e o quartzo formando silicatos de cálcio e/ou magnésio. Porém, é importante observar que o tempo de queima neste patamar é de suma importância para que haja reação de todos os carbonatos, caso contrário, os que ficarem livres reagirão com a umidade, aumentando de volume, gerando tensões internas e por consequência rupturas do produto. Outro problema é que os carbonatos têm o poder de neutralizar os efeitos dos óxidos e hidróxidos de ferro, deixando o produto final com uma coloração amarelada ou marrom avermelhada.

Considerando os teores de calcita, nota-se a variação sazonal nos mesmos, uma vez que no período chuvoso as amostras coletadas – amostras A1 A2 não apresentam presença do mineral; enquanto que as amostras A3 e A4, coletadas no período seco, apresentaram teores de 46 e 22,2%, respectivamente. Os teores podem estar relacionados à maior ou menor aplicação de calcário no processo de caleação e/ou à características do calcário ou cal empregado no processo.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

A partir da interpretação dos dados mineralógicos é possível concluir que o lodo de esgoto apresenta potencial para ser utilizado na indústria cerâmica. Entretanto, considerando que o comportamento na moldagem, secagem e queima da massa cerâmica está diretamente relacionado à composição mineral da matéria-prima empregada no processo produtivo, é importante dosar a quantidade de lodo de esgoto a ser utilizado de forma a produzir uma massa cerâmica com propriedades adequadas a cada tipo de processo.

Cabe ressaltar, ainda, que o lodo de esgoto, além de agregar componentes minerais às massas (principalmente argilominerais e quartzo), facilita o seu processo de extrusão e reduz também o consumo de combustível durante a queima (lenha, óleo ou gás), pelo fato de conter materiais orgânicos combustíveis (CABRAL JR. *et al.*, 2008).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram a possibilidade de reaproveitamento no lodo de esgoto na indústria cerâmica, uma vez que o resíduo apresenta alto teor de fração fina e componentes mineralógicos importantes à massa cerâmica.

Assim, a utilização do lodo de esgoto na indústria de cerâmica apresenta-se viável tanto do ponto de vista ambiental, como solução para o descarte inadequado deste resíduo; quanto do ponto de vista técnico, devido às características favoráveis para a utilização deste material.

Entretanto, a quantidade de lodo de esgoto a ser adicionada nos produtos cerâmicos deve ser avaliada individualmente de acordo com o produto no qual o lodo será reaproveitado – tijolo, telha, piso, etc. uma vez que cada produto apresenta requisitos diferenciados em relação à mineralogia.

Como os teores dos minerais variaram nas amostras, recomenda-se, caso necessário, a homogeneização do lodo para alcançar valores médios compatíveis com os requisitos da indústria cerâmica, sem comprometer a qualidade do produto cerâmico.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Difração de Raios-X do Departamento de Geologia da Escola de Minas de Ouro Preto – DEGEO/UFOP pela realização das análises de DRX.

Ao Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto – SAAE do município de Itabira/MG pela disponibilização de amostras de lodo de esgoto para a realização da pesquisa.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

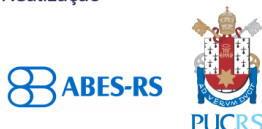
ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. Gestão de Biorresíduos: Situação e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIORRESÍDUOS DO MERCOSUL, 1., Curitiba. **Anais...** Curitiba: SANEPAR, 1998.

BAUER, L. A. F. (Coord.). **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Coleção de Leis da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 10 maio 2017.

CABRAL JÚNIOR, M.; MARCIANO, M. J. F.; SANTOS, A. A.; TANNO, L. C. Argila para Cerâmica Vermelha. In: LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. (org). **Rochas & Minerais Industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 747-770.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.; ANA- Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p. Disponível em: < <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf> >. Acesso em: 02 out.. 2016.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375, de 30 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 ago. 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506/normas_01.htm>. Acesso em: 6 ago. 2016.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1997. 212p.

FACINCANI, E. **Tecnologia cerâmica – I laterizi**. Faenza: Gruppo Editoriale Faenza Editrice, 1992. 267p.

MOTTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL JÚNIOR, M. O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 6, n.2, p.28-39, 2001.

OLIVEIRA, E. M. S.; MACHADO, S. Q.; HOLANDA, J. N. F.. Caracterização de resíduo (lodo) proveniente de estação de tratamento de águas visando sua utilização em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 50, n.316, p.324-330, 2004

PROSAB. **PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO**. Curitiba, maio 2006. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2016.

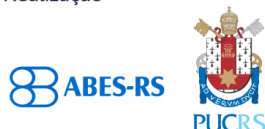
RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R.. Resíduos sólidos: problema ou oportunidade? Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009. 135p.

SANTOS, A. D. dos. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos do tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 265 p., 2003. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo.

SANTOS, P. S. de. **Ciência e tecnologia de argilas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 499p.

VIEIRA, C. M. F.; HOLANDA, J. N. F. de; PINATTI, D. G. Characterization of red ceramic body used in the production of bricks in the region of Campos dos Goytacazes - RJ. **Cerâmica**, São Paulo, v. 46, n. 297, p.14-17, 2000.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375