

Caracterização de gesso com adição de terras de diatomáceas aplicados na indústria de imagens sacras em Aparecida, SP, Brasil

Evaluation of plaster with addition of kiesselguhr applied in the industry/segment of religious statues industry in Aparecida, SP, Brazil

Anderson Adriano Alisson Bento Guilardi Luiz¹

Isabella Batista Graça Grego²

Camila Loricchio Veiga²

Bianca Siqueira Martins Domingos³

João Batista de Almeida e Silva⁴

Rosinei Batista Ribeiro^{2,5,6}

Palavras-chave

Terras de diatomáceas

Novos materiais

Gesso

Cadeia de suprimentos

Microscopia

Eletrônica de
Varredura

Resumo

O projeto focou-se no turismo religioso da cidade de Aparecida, localizada no Estado de São Paulo. O objetivo da pesquisa foi analisar mudanças morfológicas do gesso puro e as composições em diferentes quantidades (5, 10 e 15%) de terras diatomáceas, via microscopia eletrônica de varredura e óptica. Os resultados mostram com carga de terras de diatomáceas na concentração de 5% promovem uma alteração na morfologia unidimensional dos cristais no formato angular e evidencia-se a possível formação de fungos. As Intenções para elaboração do projeto residem na otimização da produção em pequenas empresas produtoras de imagens de gesso, movimentadas pela grande produção e procura de imagens sacras, também na questão ambiental, sendo utilizado um compósito do gesso com resíduo da produção de cerveja, as terras de diatomáceas. Metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho iniciou-se com a visita técnica em pequenas empresas produtoras de imagens na cidade de Aparecida, SP, mapeamento do processo de produção, operações e a caracterização microestrutural.

Abstract

This paper has for its main focus, the religious tourism in the city of Aparecida, located in the state of São Paulo. The objective of the project is to analyse the morphological changes of the pure plaster and with loads of the residue, and according to the results, to create new alternatives of destination for the residue, and improve the statue's quality. And also to improve the production of these small companies, always seeking the sustainability. The intent for the elaboration of this project resides in the improvement of the production in small companies that produces religious sculptures with plaster; moved by the great production, seek of statues and the environmental matter; being used a composite of plaster with a residue from the beer production, the kiesselguhr. In the methodology was used: literature research in the subject, technical visit to small companies that produce the statues, mapping of the production process, SEM and MO, particle size analysis, preparation of the test bodies according to the norms, three-point bending test and texture, and afterwards will be done a 3D modelling.

Keywords

Kiesselguhr

New materials

Plaster

Supply Chain

Scanning Electron
Microscopy

1 Escola Estadual "Prof. Luiz de Castro Pinto", Lorena, SP

2 Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA, Lorena, São Paulo, Brasil.

3 Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

4 Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo – EEL-USP

5 Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

6 Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Tecnologia, FAT- Resende, RJ

Artigo
Original

Original
Paper

Cadernos UniFOA

Edição Especial do Curso de Mestrado Profissional em Materiais - Junho/2014

1. Introdução

As organizações de gesso na área de imagens possuem destaque na economia em certas cidades, principalmente nas que dependem do turismo. O projeto focou no turismo religioso da cidade de Aparecida, localizada no Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, que reúne mais de 10 milhões de turistas por ano, a cidade, fundada em 1717, embora só tenha se emancipado da cidade vizinha Guaratinguetá em 1928, tem mais de 35 mil habitantes, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e possui um turismo intenso, principalmente religioso e histórico, atraindo não somente turistas, mas também, comerciantes.

O gesso sempre foi utilizado pela humanidade, seja na área da construção civil, como revestimento e reboco, na área de ornamentação, como na construção de estátuas e afrescos, na medicina, na odontologia, entre outros. Vários estudos recentes foram feitos na questão de melhorar a resistência mecânica do gesso, entre outras propriedades, como rugosidade e aderência à tinta.

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, e justamente devido a esse ranking, equivalente a 13 bilhões de litros ao ano segundo a CervBrasil (Associação Brasileira da Indústria da Cerveja), sendo assim, os efluentes, resíduos sólidos e emissões atmosféricas são abundantes. Um dos resíduos que tem se tornado um problema por não ter uma destinação certa são as terras de diatomáceas, também denominadas *kiesselguhr*, minerais leves de baixa massa específica, utilizada como elemento auxiliar no processo de filtração da cerveja e do chopp.

A proposta deste projeto é de análise da cadeia produtiva e suas operações, bem como a caracterização da morfologia do gesso e sua interação com as diferentes composições químicas quando adicionado terras diatomáceas na produção de imagens sacras, desenvolvido junto a uma empresa de pequeno porte no município de Aparecida, São Paulo. O projeto de pesquisa baseia-se na interação de áreas distintas tais como engenharia de materiais, desenho industrial, história e as tecnologias sociais.

2. Referencial teórico

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em informações

publicadas no Sumário Mineral, 2013, o Brasil é o maior produtor de gesso da América Sul e está entre os 10 maiores produtores de gipsita do mundo. Tendo um consumo per capita anual de aproximadamente 19 kg de gesso, o que deixa o país com uma média bem abaixo dos países industrializados.

“Pó-de-mico” ou simplesmente “mico”, “estopa” ou “sapóleo” são denominações populares que reconhecem os esponjilitos ou terras diatomáceas em todo o interior do Estado de São Paulo. Elas são também denominadas como Kieselguhr (Alemanha), Moler (Dinamarca), Trípoli (Rússia) e Gais (França), as quais constituem um grupo de pozolanas caracterizadas por materiais de origem organogênica. (MONTANHEIRO et al., 2002 apud MEHTA & MONTEIRO, 1994)

As terras de diatomáceas tem sua composição formada principalmente por sílica, resultante da precipitação de restos microscópicos de um grupo de protistas denominados diatomáceas, após sua extração são utilizadas como elemento auxiliar no processo de filtração de bebidas como cerveja e chopp, que torna um resíduo problemático por não ter uma destinação muito bem aproveitada, geralmente enviadas a aterros como material inerte ou incorporado à rações. Os resíduos provenientes dessa etapa de filtração são denominados trub fino, as terras de diatomáceas compõem aproximadamente de 0,2% a 0,4% do mosto e de 15 a 20% da massa seca desse trub. (VEIGA, 2012)

A diatomita é uma rocha rica em sílica, construída essencialmente por carapaças de algumas diatomáceas. Diatomáceas são algas unicelulares que variam entre 5 e 400 micra com vida média de 24 horas e alta capacidade de reprodução, sendo um indivíduo capaz de originar 100 milhões de descendentes em um período de 30 dias. (CIEMIL, 2014)

O processo para a comercialização das terras de diatomáceas decorre de que, após o minério extraído, sofre um processo de perda da umidade e parte da matéria orgânica na própria jazida, após a perda de umidade é levado à usina de beneficiamento onde é moído e submetido à calcinação, à temperatura de 900°C, através de fornos rotativos, para eliminar todas as impure-

zas e contaminantes existentes no mineral, podendo assim ser comercializado e utilizado na indústria, sendo forte sua utilização em defensivos agrícolas e como agente filtrante, decorrente de sua alta permeabilidade e a capacidade de retenção do material sólido. (CIEMIL, 2014)

A sustentabilidade é uma das principais pautas de agendas políticas, sociais e também das organizações, que tendem a incorporar um modelo de gestão ambiental para que possam vir a obter um desenvolvimento sustentável eficaz, sendo esse o responsável por nortear e estratégia e ações das organizações. A preocupação, prevenção e destinação de resíduos devem ser pensados no decorrer do processo de desenvolvimento da ação e não somente no seu final, evitando perdas e custos com tratamentos ou descarte inapropriado do material. (VITERBO JR, 1998)

3. Metodologia

O objeto de estudo foi realizado por meio de um levantamento de dados e mapea-

mento da produção numa empresa com característica familiar - JAB – Fábrica de Imagens N. Sra. Aparecida, localizada no município de Aparecida, São Paulo. Sobretudo, avaliar a cadeia produtiva e caracterização do novo material. Em seguida, foi feita a preparação dos corpos de prova com adição de diferentes composições de terras de diatomáceas (5%,10% e 15%) que foram submetidos ao teste mecânico, tipo flexão 3 pontos, conforme as dimensões normalizadas (ASTM C-116102). A análise microestrutural foi realizada por meio da superfície de fratura em um ME, visando determinar a topografia e morfológica dos cristais de gesso e sua interface com as terras em diferentes composições, tamanho de partículas e classificação.

O processo para confecção dos corpos de prova foi realizada no Laboratório de Química do Instituto Santa Teresa – FATEA, a partir do cálculo estequiométrico para definição da proporção ideal de gesso, água e terras diatomáceas, conforme as Figuras 1 (a) e (b).

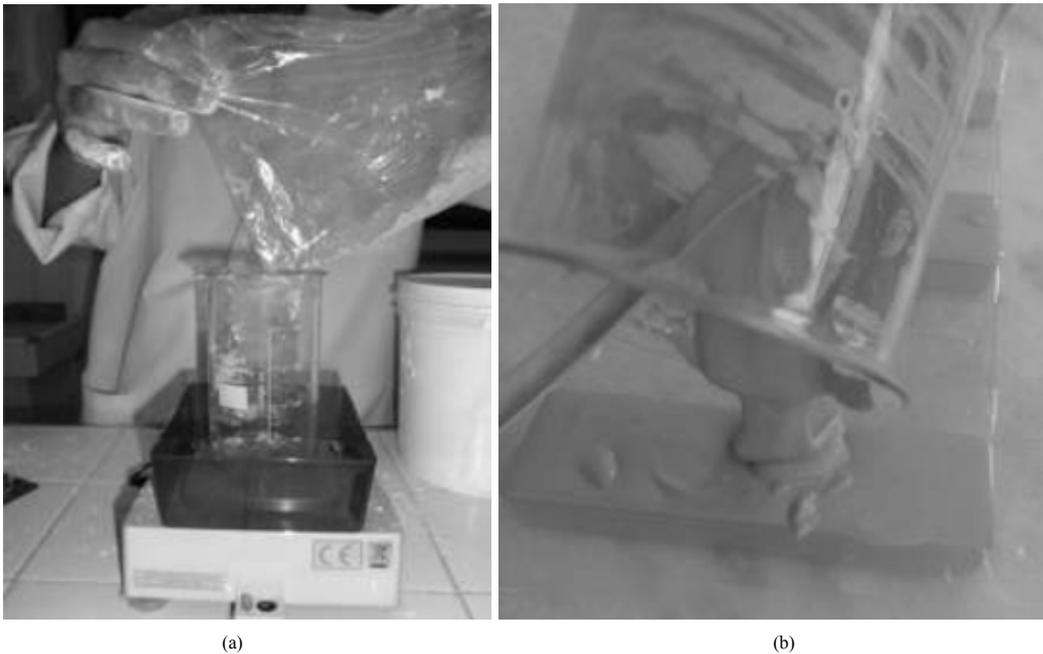


Figura 1 (a) e (b) - Pesagem do material para confecção dos corpos de prova

A microscopia óptica e a eletrônica de varredura foram realizadas no Laboratório de Materiais de Texturas e Modelagens na Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA e no Departamento de Engenharia de Materiais – EEL – USP, respectivamente – Figuras (2) e (3).



Figura 2. Laboratório de Materiais de Texturas e Modelagens – Prof. Wilson Kindlein Júnior



Figura 3. Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura – EEL/USP

Para a realização da microscopia eletrônica de varredura (MEV), as amostras sofreram um revestimento de ouro em sua superfície de fratura após o ensaio de flexão de 3 pontos. O equipamento utilizado foi o Baltec MED 020 (Figura 4).

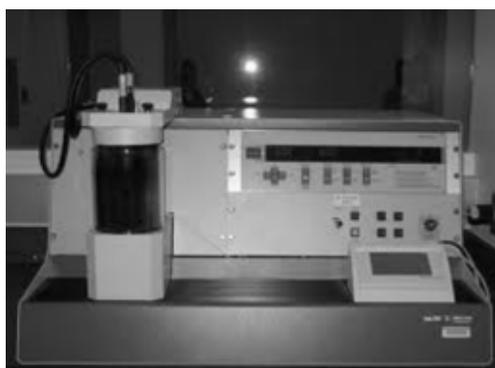


Figura 4. Revestimento da camada de Ouro na superfície dos corpos de prova - Baltec MED 020 – EEL-USP

4. Resultados e Discussões

Portanto, após a confecção dos corpos de prova em gesso em diferentes composições de cargas de terras de diatomáceas, foi possível observar de forma significativa a evidência de poros e vazios em toda extensão da superfície do material e quanto maior porcentagem de cargas adicionada, devido a ultrapassagem do limite de solubilidade do material e da carga, (Figuras 5 e 6).

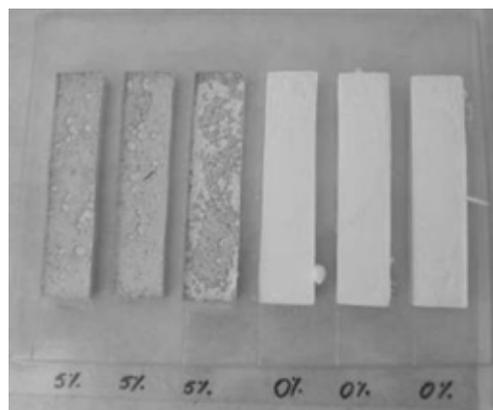


Figura 5. Corpos de prova para o ensaio de flexão de 3 pontos em terras de diatomáceas (5%) e gesso puro

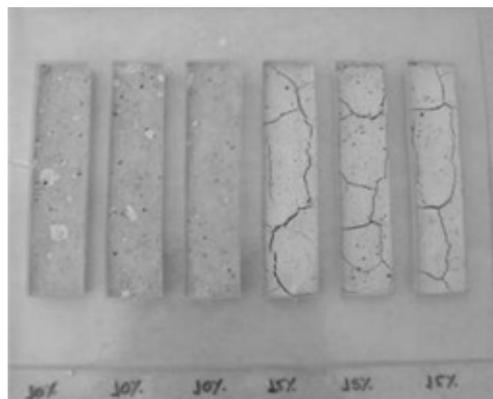


Figura 6. Corpos de prova para o ensaio de flexão de 3 pontos em diferentes composições de terras de diatomáceas (10% e 15%)

Na microscopia foi utilizado o método operacional com elétrons secundários para avaliar a topografia da superfície do material. Quanto ao gesso puro, a análise morfológica representa visualmente a formação de cristais provenientes de cálcio no formato de agulhas em sentidos desordenados, conforme as Figuras 7 (a) e (b).

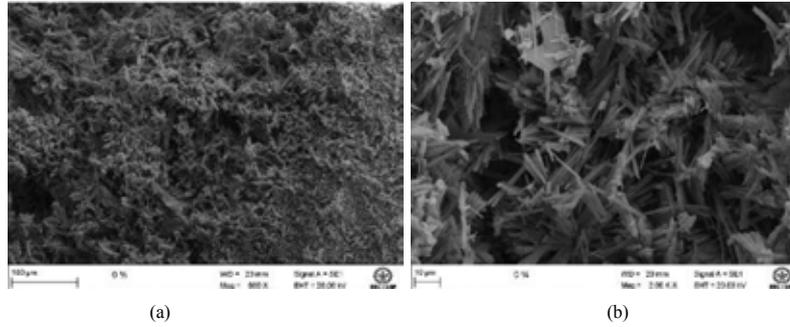


Figura 7 (a) e (b). Microscopia eletrônica de varredura em gesso puro (0%)

As amostras com carga de terras de diatomáceas na concentração de 5% promovem uma alteração na morfologia unidimensional dos cristais no formato angular e evidencia-se a possível formação de fungos conforme a Figura 8 a e b.

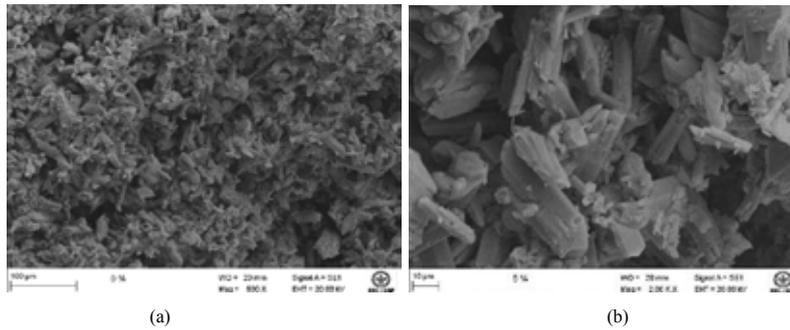


Figura 8 (a) e (b). Microscopia eletrônica de varredura do gesso com 5% de adição de terras de diatomáceas

Com o aumento da concentração e carga das terras de diatomáceas em até 10%, visualiza-se uma homogeneidade na concentração morfológica dos grãos de acordo com a Figura 9 a e b.

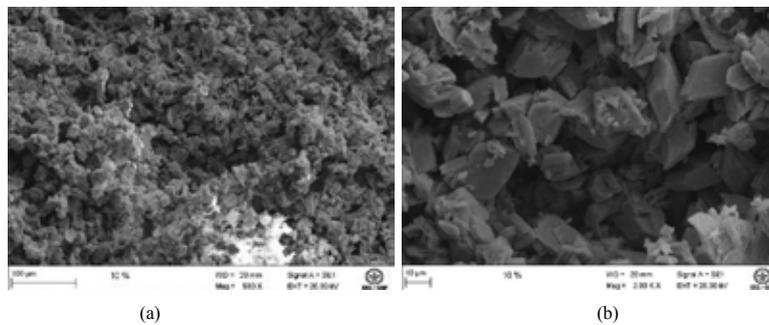


Figura 9 (a) e (b). Microscopia eletrônica de varredura do gesso com 10% de adição de terras de diatomáceas

Com os corpos de prova adicionados com 15% de carga, predomina-se a formação de fungos e de grãos irregulares, alterando completamente sua morfologia.

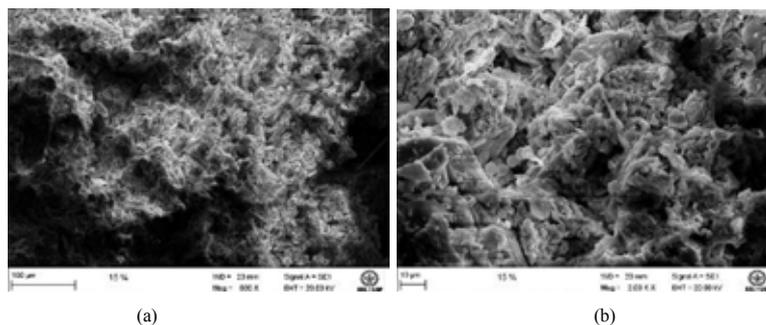


Figura 10 (a) e (b). Microscopia eletrônica de varredura do gesso com 15% de adição de terras de diatomáceas

5. Considerações finais

A proposta do projeto perpassa pelos conceitos de inovação tecnológica, na relação design de produto e engenharia de materiais, contextualizado pela condição socioeconômica do circuito religioso do Vale Histórico no interior de São Paulo.

Avaliou-se no projeto um estreitamento na relação Universidade – Empresa e Comunidade, no desenvolvimento de produto de imagens sacras, implicando na mitigação da precarização dos processos na empresa estudada.

A porcentagem de carga que se aproximou do gesso puro no ensaio mecânico de fle-

xão três pontos foi a 5% de carga aditivada com terras de diatomáceas no gesso, caracterizou-se via microscopia eletrônica de varredura com morfologia unidimensional dos grãos e partículas de terras, contribuindo para melhoria na propriedade mecânica e física do produto.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão das bolsas: PIBIC (Processo n. 116094/2013-3), PIBIC-EM (Processo 107807/2013-0), PIBITI (Processo n. 155659/2013-0) e o auxílio do MCTI/CNPq Nº 14/2013 – Universal - Faixa C - (Processo n. 485752/2013-1).

7. Referências

- BALTAR, Leila Magalhães. **Influência da adição de polissacarídeos nas propriedades físicas do gesso alfa**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) UFPE Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- CALLISTER, Willian D.; **Ciência Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. LTC, São Paulo, 8ª Edição, 2012.
- CERVBRASIL. **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**. Disponível em: < <http://www.cervbrasil.org.br/> >. Acesso em 16 ago. 2014
- CIEMIL. **Comércio, Indústria e Exportação de Minérios Ltda**. Disponível em: < http://www.ciemil.com.br/interface/index_diatomita.html >. Acesso em 16 ago. 2014
- DOMÍNGUEZ, L.V.; SANTOS, A.G. **Manual del yeso**. Madrid: Asociación Técnica y Empresarial del Yeso - ATEDT, 2001.
- HENAO, A.H.; CINCOTTO, M.A., **Seleção de substâncias retardadoras do tempo de pega do gesso de construção**. São Paulo: Escola Politécnica, USP, 1997. (Boletim Técnico).
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em 16 ago. 2014
- MONTANHEIRO, T.J.; YAMAMOTO, J.K.; SANT'AGOSTINO, L.M.; KIHARA, Y.; SAITO, M.M. **Terras diatomáceas: uma pozolana natural na Bacia do Paraná, Estado de São Paulo**. **Revista Instituto Geológico** v.23 n.2 São Paulo dez, 2002
- NETO, A. A. A.; DANTAS, J. O. C. **Departamento de Produção Mineral - DNPM**. Em sumário mineral 2013. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br/>>. Acesso em 16 ago. 2014
- PLATCHECK. R.E.; **Design Industrial: Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: ATLAS, 2012.

ULOA, P.C.; SANCHEZ, M.E.M.; RIBEIRO, R.B.; FERREIRA, B.; SILVA, J. B. A., **Aprovechamiento de los residuales cerveceros**. IV Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras – CARICOSTAS, 2009.

VEIGA, C. L.; RIBEIRO, R.B.; SENA, P.S.; MATIAS, N.T., **Avaliação da Cadeia Produtiva do Gesso com nano partículas de Terras de Diatomáceas na Indústria de Imagens Físicas**: Dados Preliminares. 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Universidade Federal do Maranhão, 2012.

VITERBO JUNIOR, E. **Sistema integrado de gestão ambiental**: como implantar um sistema de gestão que atenda à norma ISO 14001, a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000. 2 ed. São Paulo: Aquariana, 1998.