



## UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA PAPELEIRA COMO MATÉRIA-PRIMA PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS

*Leandro Lopes Izidio<sup>1</sup>; Gimerson Weigert Subtil<sup>2</sup>; Guilherme Augusto Perim<sup>3</sup>; Murilo Barbosa de Andrade<sup>4</sup>; Wellington Maurilio Fraga<sup>5</sup>; Alexandre Augusto de Andrade<sup>6</sup>*

**RESUMO:** Os Resíduos Dregs e a Lama de Cal são gerados nas indústrias papeleiras que utilizam o ciclo de recuperação química em seu processo de fabricação, esses resíduos são destinados, geralmente, em aterros industriais provocando um custo econômico e ambiental para o gerador. Os estudos realizados para minimizar esses impactos envolvem a utilização desses resíduos como parte da matéria prima para fabricação de tijolos. Para o processo de fabricação dos tijolos serão feitas misturas entre os resíduos e a argila, onde passaram pelos testes de perda ao fogo, retração linear, tensão de ruptura, absorção de água e densidade aparente que revelaram a qualidade desses tijolos, mostrando se os mesmos obedeciam aos padrões estabelecidos pela ABNT. A partir dos resultados, foi feita comparação entre as porcentagens das misturas e a argila em si, comprovando que é possível a utilização desses resíduos para a fabricação de tijolos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dregs, Lama de Cal, recuperação química.

### 1 INTRODUÇÃO

O meio-ambiente sofreu e vem sofrendo alterações significativas ao decorrer dos anos, mas aos poucos isso vem mudando vagarosamente devido a atitudes ambientalmente corretas e a grandes campanhas de conscientização ambiental iniciadas por instituições públicas, privadas e filantrópicas. A geração de resíduos vem desencadeando preocupação na ordem humana, pois quase todos os setores da economia mundial despejam diariamente toneladas de rejeito ao ambiente, contudo as fábricas de papel e celulose deparam-se com problemas de ordem ambiental devido à grande quantidade de resíduos gerados. A opção por aterro sanitário para disposição final destes resíduos passa a ser inviável em função dos altos custos para implantação e manutenção, além da exigência de cuidados especiais no manuseio tendo em vista os

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB, Telêmaco Borba – Paraná. [leandoflopinho@hotmail.com](mailto:leandoflopinho@hotmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB, Telêmaco Borba – Paraná. [weigert\\_subtil@hotmail.com](mailto:weigert_subtil@hotmail.com)

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB, Telêmaco Borba – Paraná. [guilherme\\_augusto\\_perim@hotmail.com](mailto:guilherme_augusto_perim@hotmail.com)

<sup>4</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB, Telêmaco Borba – Paraná. [mubandrade@hotmail.com](mailto:mubandrade@hotmail.com)

<sup>5</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB, Telêmaco Borba – Paraná. [zinhowmf@msn.com](mailto:zinhowmf@msn.com)

<sup>6</sup> Orientador, Professor mestre do Curso de Engenharia Química da faculdade de Telêmaco Borba – FATEB. [@hotmail.com](mailto:@hotmail.com)

riscos de contaminação ambiental. As pesquisas na área ambiental tornam-se uma arma importante para a minimização desses problemas por garantirem um novo rumo na disposição dos resíduos e uma maneira inovadora de utilizá-los. Sendo o objetivo do presente trabalho a utilização dos resíduos sólidos da indústria de Celulose e papel para a fabricação de tijolos, visando diminuir a quantidade de resíduos descartados em aterros.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados para este trabalho lama de cal e dregs provenientes da indústria de celulose e papel e a argila foi retirada dos barreiros do município de Sapopema. Os testes foram realizadas primeiramente para A(argila pura), em seguida B(argila + 5% de dregs), C(argila + 10% de dregs), D(argila + 5% lama de cal) e por fim E(argila + 10% lama de cal). Os corpos de prova com dimensão de 100x20x15 mm foram secos em estufa a 110°C e queimados a temperatura de 850°C e 950°C então foram realizados os testes descritos a seguir para a temperatura de 850°C.

Perda ao fogo que é importante na determinação da massa final do produto, com a massa dos corpos de prova secos em estufa a 110°C ( $M_s$ ) e após a queima nas temperaturas determinadas anteriormente ( $M_t$ ), calculou-se a perda ao fogo (PF) pela equação  $PF(\%) = ((M_s(g) - M_t(g)) / M_s(g)) \times 100\%$ .

Retração linear Com as medidas do comprimento da amostra após a extrusão ( $L_u$ ) e do comprimento da amostra após a secagem a 110°C ( $L_s$ ) calculou-se o valor da retração linear de secagem  $RL(\%) = ((L_u(\text{cm}) - L_s(\text{cm})) / L_u(\text{cm})) \times 100\%$ .

Tensão de ruptura a flexão é uma maneira de verificar a resistência mecânica das peças quanto ao manuseio e suporte ao empilhamento da carga no enformamento e transporte final. O equipamento utilizado para esse ensaio foi a máquina de ensaios à flexão KRATOS, DEK 500/1000. A distância entre os apoios foi de 50 mm e o aumento de carga, conforme Método de ensaio e Procedimento, foi de 3 kgf/s. A equação que determina o valor da tensão de ruptura é  $TRF = (1,5 \times P \times L) / (a^2 \times b)$ , sendo P a carga máxima atingida no momento de ruptura (N), L a distancia entre os apoios, a sendo a espessura do corpo de prova e b a largura do corpo.

Para absorção de água e densidade aparente foi utilizado o método de ensaio NBR 6220 (ABNT, 1997). Sendo dessa forma o corpo de prova após a queima deixados pra resfriar dentro do forno e pesados logo em seguida ( $M_s$ ). Em seguida foram colocados em um recipiente, ao qual foi adicionado água para ebulição durante 2 horas. Durante a fervura os corpos de prova foram mantidos sempre cobertos pela água e afastados do fundo do recipiente. Após este tempo, o aquecimento foi interrompido e as amostras deixadas resfriar nesse meio até temperatura ambiente. A massa do corpo de prova imerso ( $M_i$ ) foi determinada suspendendo-se o corpo de prova com um fio preso à balança. Em seguida, os corpos de prova foram retirados do recipiente, eliminando o excesso de água com um pano úmido. Eles foram então pesados ( $M_{sat}$ ) para determinação da massa do corpo de prova saturado. Foi calculada a absorção de água  $AA = ((M_{sat} - M_s) / M_s) \times 100\%$  e densidade aparente  $DA = (M_s / (M_{sat} - M_i))$  dos corpos de prova.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os corpos de prova queimados a 850°C e selecionadas cinco tipos de misturas: A (argila pura), B (argila + 5% de dregs), C (argila + 10% dregs), D

(argila + 5% lama de cal) e E (argila + 10% lama de cal). Segue abaixo a figura 1 com as amostras dos corpos de prova:



Figura1: Amostra dos corpos de prova queimados a 850 e 950°C.

Segundo normas da ABNT perda ao fogo deve ter um percentual inferior a 10%, retração linear inferior a 6%, absorção de água com percentual inferior a 20%, tensão de ruptura superior a 20 Kgf/cm<sup>2</sup> e densidade aparente superior a 1,7 g/cm<sup>3</sup>. Os resultados comparativos das misturas sintetizadas a 850°C estão dispostos graficamente na Figura2.

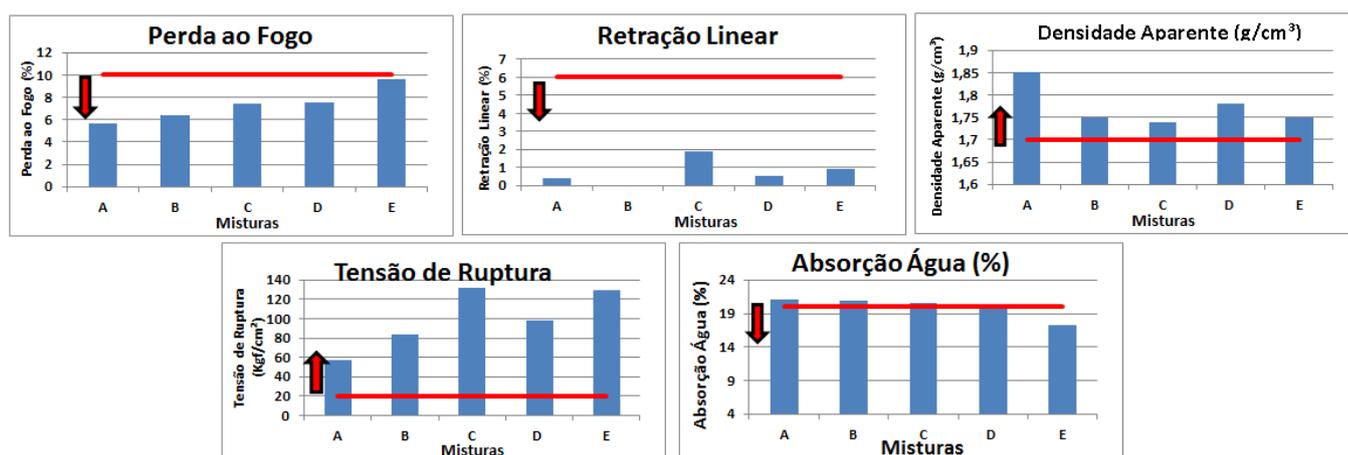


Figura2: Avaliação comparativa das misturas queimadas a 850 °C.

## 4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos em bancada, foi comprovada as reais melhorias dos testes físicos, a formação de fases cristalinas responsáveis pela maior resistência mecânica à flexão do material cerâmico podendo ser utilizado parte do resíduo substituindo a argila nas indústrias de cerâmica minimizando a quantidade de resíduo descartado para aterro.

Após a realização das análises os mesmos serão comparados com valores de referência para emprego em cerâmica, como próximo passo iremos a partir dos melhores resultados realizar a aplicação em escala industrial nas Cerâmicas da região.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS CERAMICAS. Informações Técnicas dos Processos de Fabricação de Tijolos. Disponível em: [www.abceram.org.br](http://www.abceram.org.br). Acesso em: 03/07/2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459 – Solo - Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984a. 6 p.

\_\_\_\_\_. NBR 6220 – Materiais refratários densos conformados - Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 2 p.

CENIBRA – CELULOSE NIPO-BRASILEIRA S/A. Relatórios técnicos da ETA CENIBRA no ano de 2006 e 2007. Belo Oriente. 2006.

**Anais Eletrônico**

VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar  
UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar  
Editora CESUMAR  
Maringá – Paraná – Brasil