



**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE**  
**Curso de Tecnologia em Cerâmica e Vidro**  
**Trabalho de Conclusão de Estágio**



**INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE LAMPADAS NO PROCESSO DE  
FABRICAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA**

**João Paulo Dagostin**

**Vitor de Souza Nandi<sup>1</sup>**

**Resumo:** O presente trabalho estudou a viabilidade de incorporação de resíduos de lâmpadas no processo de fabricação de cerâmica vermelha, a fim de minimizar o impacto ambiental gerado por esse tipo de material. Foram efetuadas adições de resíduo de lâmpada em uma massa cerâmica para tijolos nas proporções de: 2, 3, 5, 7 e 12%. Em seguida, cada formula foi devidamente homogeneizada e conformada pelo processo de extrusão, gerando 20 corpos-de-prova para cada teste, que em uma etapa posterior foram queimados em forno industrial contínuo tipo túnel, a uma temperatura de 950 °C. Os resultados demonstraram que a adição do resíduo à massa cerâmica para tijolos contribuiu para redução da umidade e retração linear de secagem. Com relação às propriedades tecnológicas de queima, a adição de resíduo também contribuiu para o aumento da resistência mecânica e também para reduzir os valores de absorção de água e retração linear.

**Palavras-chaves:** Resíduo de lâmpadas, massa cerâmica vermelha, impacto ambiental.

## **1. Introdução**

O ser humano é um grande gerador de resíduos de todas as espécies, seja em casa, no escritório, na indústria, no comércio ou no seu local de trabalho (MONTEIRO, 2008). Os resíduos fazem parte dos ciclos da natureza e da economia, mas o progresso econômico fez com que o desenvolvimento se acelerasse e como consequência, aumentou a quantidade de resíduos, que são difíceis de serem reciclados naturalmente (PEREIRA, 2006).

O descarte dos resíduos no ar, na água ou no solo, geralmente produz efeitos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem. Esta problemática torna-se mais visível quando se trata de resíduos sólidos, pelo fato de seu grau de dispersão ser bem menor que dos líquidos ou gases (GARCIA, 2012).

Dentre os resíduos sólidos domésticos ou industriais que merecem atenção especial, encontram-se os vidros provenientes dos vários tipos de lâmpadas que, nas últimas décadas, tiveram grande aceitação no mercado devido ao desenvolvimento de características mais econômicas e mais eficientes para uma melhor iluminação, menor consumo de energia e melhor dissipação de calor no ambiente (ATIYEL, 2001).

Algumas lâmpadas necessitam ser devidamente descontaminadas, isso se dá através da utilização de diferentes tecnologias, em função disso pode-se reaproveitar praticamente todo material das mesmas: vidro, poeira fosforosa, alumínio e mercúrio. A poeira fosforosa pode ser reutilizada como material fluorescente na produção de novas lâmpadas e como pigmento na produção de tintas. Estudos estão sendo realizados e apontam para a probabilidade da extração de elementos de terras raras deste material (HIRAJIMA, 2005).

O vidro é 100% reciclável, e sua permanência no meio ambiente demanda milhares de anos, já que seu tempo de decomposição é indeterminado. O vidro proveniente do processo de reciclagem das lâmpadas é muito utilizado na fabricação de contêineres não alimentícios, na produção de asfalto e principalmente como esmalte para vitrificação de cerâmicas, podendo ser reciclado infinitas vezes, sem perda (VEIGA, 2004).

Isso se deve através da substituição de uma ou mais matérias primas da composição original por vidro, mantendo-se o processo de produção igual ao convencional utilizado, a fim de que as propriedades do produto sejam reproduzidas (CASAGRANDE, 2008).

Uma das tendências atuais é a busca de novas alternativas, bem como a utilização na fabricação de cerâmica vermelha (tijolos e telhas) devido a seus métodos de produção e matérias-primas serem menos caras e terem uma grande aceitação de resíduos (GARCIA, 2012).

Entende-se por cerâmica vermelha, todos os materiais com coloração avermelhada utilizadas na construção civil (tijolos, blocos, telhas, tabelas, elementos vazados, tubos cerâmicos e argilas expandidas) (TANAKA, 2006).

O objetivo desse trabalho é reaproveitar o resíduo de lâmpadas (descontaminadas) na produção de cerâmica vermelha (tijolos). Foram realizadas as devidas caracterizações do resíduo de vidro de lâmpadas e das matérias-primas necessárias para o trabalho, para posterior formulação, produção e caracterização da cerâmica produzida.

## **2. Referencial Teórico**

A arte da cerâmica manifesta-se na cultura dos povos desde a mais remota antiguidade. O estudo das técnicas de fabricação e decoração dos objetos de cerâmica é tido como o "alfabeto" de arqueólogos e historiadores, pois fornece base segura para a reconstrução de muitos aspectos da vida de antigas civilizações (ENDIV, 2012).

A cerâmica consiste na fabricação de objetos, tanto utilitários quanto artísticos, modelados em uma pasta composta de argila e de materiais purificadores. A argila é um material plástico, facilmente moldável, que se solidifica sob a ação do calor. Sua composição, varia de acordo com os locais de onde seja extraída, apresenta certos elementos minerais que determinam a cor, a porosidade e dureza da peça, bem como a temperatura a que pode ser submetida sem que sofra deformações (ENDIV, 2012).

No Brasil, há mais de 2000 anos, antes mesmo da sua "descoberta" pelos portugueses, já existia a atividade de fabricação de cerâmicas, representada por potes, baixelas e outros artefatos cerâmicos. A cerâmica mais elaborada foi encontrada na Ilha de Marajó; do tipo marajoara, tem sua origem na avançada cultura indígena da Ilha. Entretanto, estudos arqueológicos indicam que a presença de uma cerâmica mais simples ocorreu na região amazônica, há mais de 5000 anos atrás (SEBRAE, 2008).

Outro material também considerado muito antigo no contexto cerâmico e que se encontra hoje em grande abundância é o vidro. É um material que não apresenta ordem de longo alcance em sua estrutura, também considerado um produto de fusão

que foi resfriado até atingir condição de rigidez, sem sofrer cristalização e apresenta temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) (VARSHNEYA, 1994).

O vidro é um material cem por cento reciclável. Ele pode ser reutilizado e também incorporado em outros materiais. Dentre os diversos resíduos de vidro existente em nosso planeta, um que tem grande destaque é o de lâmpadas, que em alguns casos são constituídas de fósforo, mercúrio, gases inertes mantido a baixa pressão, dentre outros (HIRAJMA ET AL. 2005).

A reciclagem do vidro, além de ser economicamente atraente, traz benefícios inquestionáveis ao meio ambiente (GODINHO, 2005).

Segundo HOLANDA (2012), a incorporação de resíduo de vidro a produtos fabricados a base de argila, é uma alternativa considerada natural devido à compatibilidade entre a composição química destes produtos e a do vidro.

Apesar do forte componente tecnológico na alternativa de incorporar vidro na formulação de outros materiais, há também outros fatores que estão diretamente envolvidos, como o fator ambiental, pois se trata de inserir produtos que seriam descartados em aterros, transformando-os em novos materiais. O componente acadêmico também é importante, pois conhecer a interação entre a massa cerâmica e o resíduo de vidro durante todo o processamento é relevante para entender os processos envolvidos na evolução da estrutura que incorpora o resíduo; após este conhecimento, pode-se modificar, alterando alguns processos de maneira racional (SILVA, 2005).

Produtos de cerâmica vermelha representam uma área de grande potencial para incorporação de resíduos. Algumas razões para isto são: enorme volume de produção, envolvendo grande volume de matérias primas; longa vida útil destes produtos; capacidade de encapsulamento dos resíduos incorporados, inertizando resíduos não poluentes; e tolerância que possuem os produtos de cerâmica vermelha e seu processamento a variações de composição de suas matérias-primas. Isto viabiliza a incorporação de quantidades razoáveis de resíduos à composição de massas empregadas no fabrico de produtos cerâmicos para construção civil (SILVA, 2005).

### 3. Materiais e Métodos

Todo o desenvolvimento experimental do trabalho foi realizado nas dependências do SINDICER (Labcer, Morro da Fumaça) e UNESC (IDT, Lab. Cerâmica).

O vidro de lâmpada empregado neste trabalho, em sua forma limpa (descontaminado) foi gentilmente cedido pela empresa RR Vidrado, que também forneceu todas as características técnicas necessárias para o desenvolvimento do trabalho, como; Análise Química, Dilatometria e Ponto de Amolecimento. Inicialmente este resíduo foi homogeneizado (moído) com o auxílio de um moinho excêntrico (moinho “periquito”) por 5 min, após, peneirado em malha 70 mesh (abertura de 210 Microns). Sendo que o material restante foi armazenado, para continuidade do trabalho. Também foram separadas duas amostras referentes às argilas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho cedidas pela empresa Cerâmica Dagostin, Argila A (Vargia, maior plasticidade) e Argila B (Morro, menor plasticidade). Inicialmente estas argilas foram homogeneizadas com o auxílio de uma máquina (pá carregadeira) no próprio box e, após uma amostra de 100 kg foi coletada a partir de 5 pontos diferentes de cada argila gerando um total de 200 kg de material. Por meio de processo de quarteamento, as amostras foram homogeneizadas e reduzidas a 80 kg de cada tipo para ensaios laboratoriais, sendo que o material restante foi armazenado em sacos plásticos. Das amostras separadas foram retirados 180 g de cada argila e da mistura padrão, que em uma etapa posterior, foram secas em estufa de laboratório a 80 °C com ventilação forçada por 24 h para verificar o percentual de umidade contido neste material, para este resultado foi utilizada da equação 01.

$$\%U = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

%U= Percentual de umidade da amostra (%)

Pi = Peso inicial (g)

Pf= Peso final após secagem da amostra (g)

Com o mesmo material seco foi possível realizar o resíduo bruto (porção de material que não pode ser desagregado sem auxílio de alguma ferramenta ou outro artifício de moagem) pesando 100 g de cada amostra, deixado em um copo de água para saturação máxima da argila por 24 h, em seguida este material foi passado em peneira 200 mesh (abertura de 75 µm) e o resíduo retido foi devidamente seco em estufa por 2 horas e calculado pela seguinte equação:

$$\%Res. = \frac{Pr}{Pa} \times 100 \quad (\text{Equação 2}).$$

Onde:

%Res. = Percentual de resíduo bruto (%)

Pr =Peso do resíduo retido em peneira após secagem (g)

Pa =Peso da amostra inicial (g)

Em seguida foram preparadas as formulações, estas foram preparadas conforme testes realizados pelas empresas de cerâmica vermelha (80% de argila A e 20% de argila B), ou seja, o resíduo foi acrescentado sobre a massa de 100 %, sendo realizadas proporções de 2% (F01), 3% (F02), 5% (F03), 7% (F04) e 12% (F05) em peso de resíduo de lâmpada à massa cerâmica, para este procedimento foram realizadas as pesagens de cada argila e também do resíduo com ajuda de uma balança da marca e modelo MARTE com capacidade máxima de 10 kg. Posteriormente cada formula foi homogeneizada manualmente e também utilizando um laminador laboratorial (marca e modelo BERTAN). Este procedimento foi repetido por três vezes para cada formula, para garantir a completa homogeneização. O resíduo de lâmpada apenas foi colocado quando a mistura foi para o laminador. Também foram separadas 500 g da mistura da amostra padrão sem resíduo que foi analisada quimicamente por meio de um espectrômetro de fluorescência de raios X (FRX, Philips modelo PW 2400) no Laboratório de Desenvolvimento e Caracterização de Materiais – LDCM (SENAI).

Em seguida as fórmulas foram encaminhadas para o processo de extrusão, utilizando uma extrusora de laboratório a vácuo (marca e modelo NATREB), também nesta etapa foi acompanhado a pressão de vácuo, que trabalhou entre 15 a 25 inHg (Polegadas de mercúrio), para garantir a qualidade de extrusão. Com ajuda de um cortador manual (marca e modelo NATREB) foram produzidos 20 corpos de prova do padrão e de cada teste, no total de 120. Todos os corpos de prova foram pesados e medidos, através de uma balança laboratorial da marca e modelo MARTE de alta precisão e com capacidade máxima de 10 kg, um paquímetro (ESTARRET, 0,02 mm de resolução) também foi utilizado para as medições. Em seguida foram deixados secar naturalmente por 24 h, para então seguirem à estufa (marca e modelo DELEO), onde permaneceram por mais 24 h à temperatura de 80 °C, para eliminação completa de umidade. O método utilizado de repouso por 24 h em temperatura ambiente serve para não acarretar trincas de secagem, pois como a umidade é muito alta, poderia provocar avarias nas amostras prejudicando os resultados do trabalho. Após a secagem foi possível calcular o % de umidade de cada amostra através da Equação 1, também a retração de secagem (perda de massa durante a etapa de secagem) utilizando a Equação 3.

$$\%RS = \frac{L_i - L_f}{L_i} \times 100 \quad (\text{Equação 3}).$$

Onde:

%RS= Retração de Secagem (%)

$L_i$  = Comprimento inicial (mm)

$L_f$  = Comprimento final (mm)

Foram separadas 5 amostras aleatórias de cada fórmula para o ensaio de tensão de ruptura à flexão a seco realizada no LABCER em máquina de ensaios mecânicos – EMIC modelo DL 60000, sobrando 15 corpos de prova para cada teste. Estes 15 corpos de prova foram queimados em forno industrial (Forno a túnel contínuo Cerâmica Dagostin) com início de aquecimento de 100 °C até atingir a temperatura máxima de 950 °C com ciclo total de 960 minutos.

Após queima, as amostras foram submetidas aos ensaios de Retração Linear de Queima (variação das dimensões de um corpo devido à perda de material ou reações durante o processo de queima), utilizando a equação 4:

$$\%RQ = \frac{L_i - L_f}{L_i} \times 100 \quad (\text{Equação 4}).$$

Onde:

%RQ= Percentual de retração de queima (%)

$L_i$  = Comprimento inicial (mm)

$L_f$ = Comprimento final (mm)

A Perda ao Fogo também foi verificada (perda de material sob a forma de gás, durante etapas de aquecimento e queima) seguindo a equação 5:

$$\%PF = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (\text{Equação 5}).$$

Onde:

%PF= Percentual de perda ao fogo (%)

$P_i$  = Peso inicial (g)

$P_f$ = Peso final após queima da amostra (g)

A absorção de água (quantidade de água que uma peça pode absorver sob condições experimentais (norma ASTM, C 378-88)) também foi realizada através da equação 6:

$$\%Aa = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 \quad (\text{Equação 6}).$$

Onde:

Aa= Absorção de água (%)

$P_u$ = Peso úmido (g)

$P_s$ = Peso seco (g)



O ensaio de tensão de ruptura a Flexão Queimado em três pontos que corresponde à máxima tensão por unidade de área suportada por uma peça sem quebrar quando submetida a uma carga crescente, foi realizado CTCmat em máquina de ensaios mecânicos – EMIC modelo DL 60000. O procedimento do ensaio compreende inicialmente em medir o corpo de prova e anotar os valores que em seguida é colocado na máquina de ensaio onde é submetido a um incremento de tensão de 1 MPa/s até a ruptura do corpo de prova. Anota-se o valor da força máxima (FM) e através da equação 7 calcula-se a resistência à flexão do material:

$$RFQ = \frac{(3FM \times L)}{(2b \times h^2)} \quad (\text{Equação 7}).$$

Onde:

RFQ= Resistência à flexão após queimado (MPa)

FM= Força de ruptura (N)

L= Distância entre os cutelos de apoio (mm)

b= Largura da peça (mm)

h= Espessura mínima da peça (mm)

#### **4. Resultados e Discussões**

A Figura 01 apresenta o percentual de umidades das argilas utilizadas no trabalho e também à mistura padrão, estes valores estão de acordo com os valores comuns utilizados nos processos de conformação por extrusão, o que proporcionou uma condição adequada a conformação dos corpos de prova. É importante ressaltar que estes valores podem oscilar dependendo das características das matérias-primas e do produto desejado.

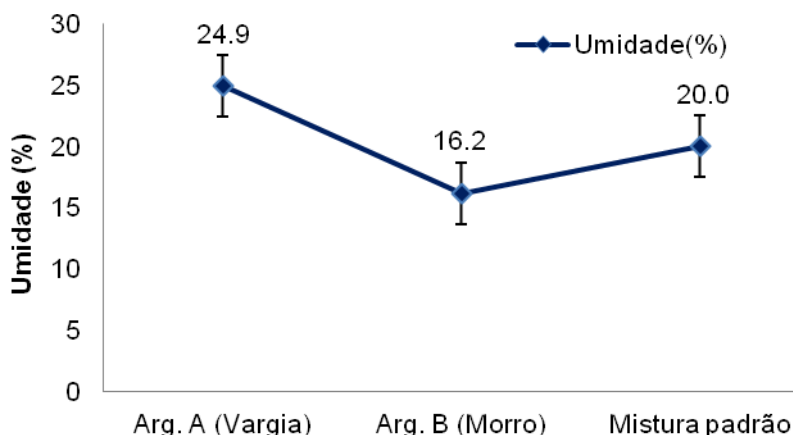


Figura 01 – Correspondente ao ensaio do percentual de umidade das argilas e mistura padrão.

A Tabela 1 apresenta o resultado do resíduo bruto das argilas, da mistura padrão e do resíduo de lâmpadas, é possível observar que o tamanho de partícula das argilas é extremamente pequeno correlacionado ao resíduo de lâmpada. Essa diferença de aproximadamente 10 vezes maior poderia provocar um efeito rugoso na superfície do produto, pois quanto maior o tamanho de partícula maior é a rugosidade do material, que neste caso a fabricação de cerâmica vermelha. Porém, não houve alteração visual no aspecto das peças.

Tabela 1 – Tabela referente ao % de resíduo bruto das argilas e o resíduo de lâmpadas retido em peneira malha 200 mesh (75  $\mu\text{m}$ ).

Resíduo Bruto	
M. Primas	% retido em peneira 200 mesh
Arg. Plástica	8,6
Arg. Não-plástica	4,6
Mistura padrão	8,9
Resíduo	86,9

A Tabela 2 apresenta a composição química da mistura padrão e do resíduo de lâmpadas utilizados neste trabalho, o resíduo possui coeficiente de expansão térmica de  $90,1 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  e ponto de amolecimento de  $870 \text{ } ^\circ\text{C}$  (dados fornecidos pela empresa RR Vidrados). Observa-se, que a massa cerâmica apresenta alto percentual de  $\text{SiO}_2$

característico deste tipo de material e de  $Al_2O_3$  o que indica elevado percentual de minerais argilosos. Este fato é confirmado pelo elevado valor da perda ao fogo obtido, 6,35%. Observa-se ainda que a massa cerâmica apresenta elevado percentual de  $Fe_2O_3$  que confere cor avermelhada aos produtos e possui baixos percentuais de óxidos alcalinos ( $K_2O + Na_2O$ ) e alcalinos terrosos ( $CaO + MgO$ ). Já o resíduo apresenta elevado percentual, 16,77%, de óxidos alcalinos ( $K_2O + Na_2O$ ) que formam eutéticos com a sílica –  $SiO_2$  em temperaturas a partir de 700 °C e 800 °C, aproximadamente. O teor de 4,45% de  $CaO$  é proveniente dos feldspatos plagioclásios, que não são tão desejáveis como fundentes, devido à elevada temperatura de fusão.

Tabela 2 – Composição química da mistura padrão das argilas e do resíduo de lâmpada.

Material/Óxidos	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$CaO$	$Fe_2O_3$	$K_2O$	$MgO$	$MnO$	$Na_2O$	$P_2O_5$	$B_2O_3$	$SO_3$	$TiO_2$	*PF
Mistura padrão	67,78	16,87	0,22	4,92	1,54	0,62	0,06	0,48	0,11	-	-	1,05	6,35
Resíduo	72,34	2,78	4,45	-	0,75	3,16	-	16,02	-	0,3	0,2	-	-

\*PF=Perda ao fogo

A figura 2 apresenta os resultados relacionados ao % de umidade das amostras versus a retração linear de secagem, nesta figura pode-se observar que quanto maior o percentual de umidade das amostras maior é a retração linear de secagem. Esta característica está ligada diretamente à quantidade de água utilizada para conformação das peças e sua evaporação no processo de secagem e também se deve ao empacotamento das partículas. É importante ressaltar que, quanto maior a quantidade de resíduo incorporado menor é o % de umidade das composições, devido à fração mássica do resíduo (que não absorve água) estar incorporado ocupando a fração mássica que seria da argila que tem % de umidade entre 15 a 25%. Como a umidade está relacionada à plasticidade do material, provavelmente este fato contribui para diminuição da plasticidade à medida que o % de resíduo é acrescentado, porém este parâmetro não foi avaliado neste trabalho.

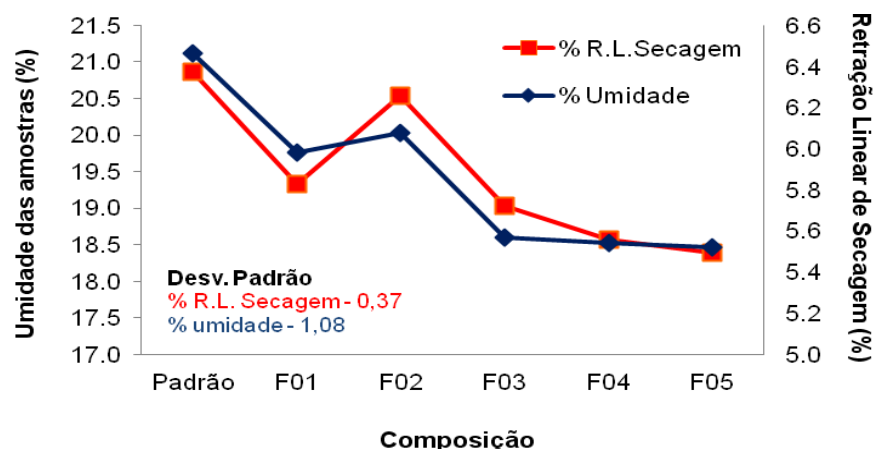


Figura 2 – Comportamento entre o % de umidade das amostras versus a retração linear de secagem (%).

A figura 3 apresenta os resultados relacionados ao % dos valores de tensão de ruptura à flexão à seco, nela, observa-se que a composição padrão obteve uma resistência maior com relação as composições que apresentam uma proporção de resíduo, pois a fração de resíduo por apresentar um tamanho de partícula muito maior e ser um material vitreo, não apresenta plasticidade e interação com as outras matérias-primas antes da queima. A formulação F02 teve um pequeno desvio de umidade porém está dentro da margem do desvio padrão, como sua umidade foi maior sua retração linear de secagem foi proporcional o que acarretou um desvio na curva do gráfico.

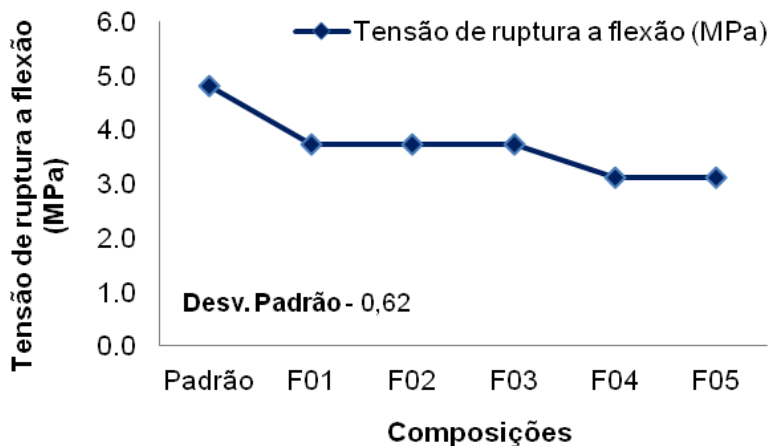


Figura 3 – Corresponde os valores de tensão de resistência a flexão a seco das composições.

O gráfico relacionado ao % dos valores de retração linear de queima e perda ao fogo para os corpos sinterizados a 950 C° são mostrados na Figura 4. Os resultados mostram que, em geral, os corpos cerâmicos apresentam uma tendência de diminuição da retração linear, com aumento do resíduo na composição da matriz cerâmica. Os valores da retração linear obtidos para as composições com resíduos (0,41 – 0,5%) estão dentro dos limites para a fabricação de cerâmica vermelha de acordo com a norma ABNT, NBR MB-305. Segundo Moreira *et al.* (2005) isso provavelmente ocorre devido à abundante presença de quartzo no resíduo, que permite boa estabilidade dimensional em fase cristalina, porém para esta afirmação ser confirmada seria necessário uma análise de fases presentes, ou seja, um ensaio de difratometria por DRX (este não foi realizado no trabalho). Outra possibilidade para esta diminuição na retração linear de queima pode estar ligada a presença do elevado percentual (16,77%) de óxidos alcalinos (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) oriundos do resíduo utilizado, que em temperaturas a partir de 700 °C e 800 °C formam eutéticos com a sílica – SiO<sub>2</sub>, o que provocaria um selamento na superfície das partículas já que a temperatura de sinterização utilizada foi de 950 °C aproximadamente, neste caso ainda estariam sendo eliminados gases do interior das peças e como a superfície estaria totalmente selada evitaria a passagem do gás, provocando sua expansão. O % de PF ficou entre 8,35 a 9,8 %, esta oscilação é referente a quantidade de água na formulação e também a quantidade de matéria-orgânica existente no material.

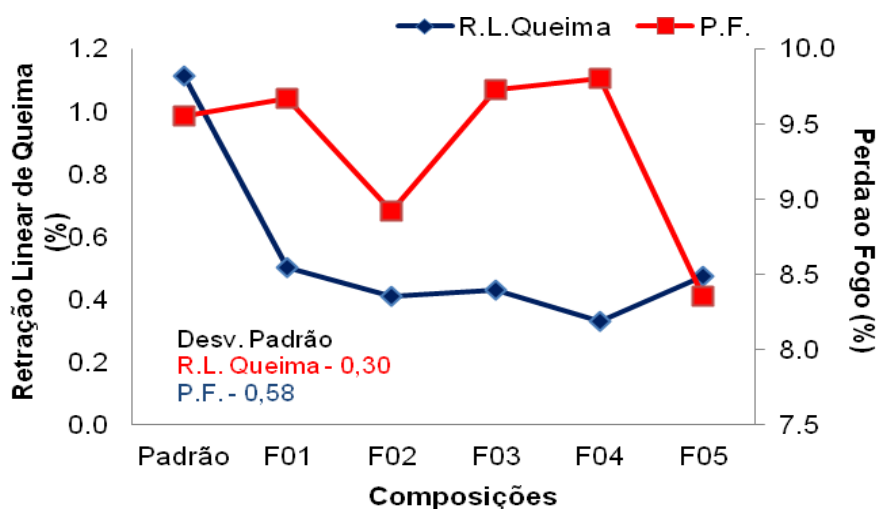


Figura 4 – Gráfico de retração linear de queima (%) versus perda ao fogo (%).

A figura 5 apresenta o % de tensão de ruptura à flexão das peças queimadas e absorção de água. Os valores obtidos das formulações F01 (2% de resíduo) e F02 (3% de resíduo) apresentaram-se abaixo dos resultados das outras fórmulas, e também não esta coerente com o desvio padrão, provavelmente este resultado esta relacionado a algum erro de processamento do ensaio. Já nas formulações F03 (5% de resíduo), F04 (7% de resíduo) e F05 (12% de resíduo) nota-se um aumento da resistência mecânica das peças. Apesar das formulas F01 e F02 estarem com valores inferiores, todas as composições apresentaram valores acima da tensão de ruptura mínima para um tijolo ou bloco vazado que é de 5.5 Mpa Norma ABNT: NBR 6136 (TAVARES, 2002). Nota-se também, uma redução na absorção de água à medida que se aumenta a quantidade de resíduo, ou seja, quanto maior a quantidade de resíduo, maior é a fração de material vítreo, ou seja, que não absorve água, gerando assim uma menor absorção.

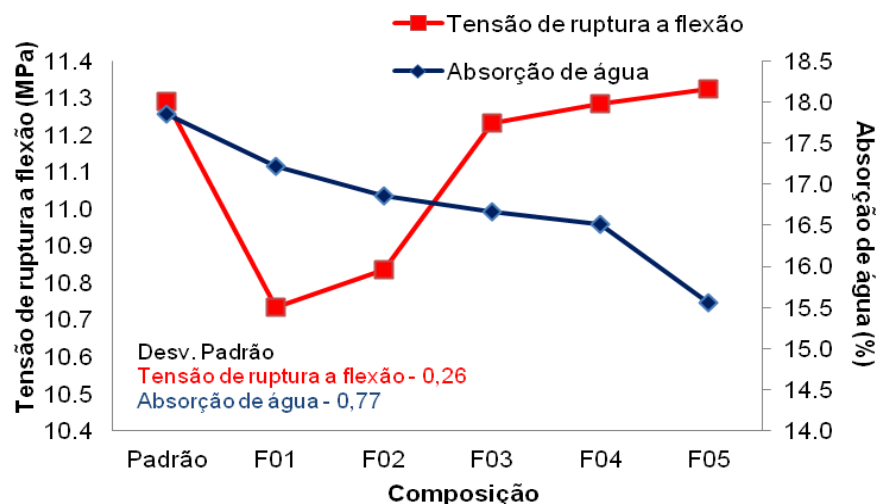


Figura 5 – Valores da tensão de ruptura à flexão após à queima (MPa) versus absorção de água (%).

## 5. Considerações Finais

A adição de resíduo de lâmpada à massa cerâmica vermelha contribuiu para diminuição da retração linear de queima nas formulações com maiores adições de resíduo, permitindo boa estabilidade dimensional. A tensão de resistência à flexão apresentou-se dentro das condições necessárias para o processo de fabricação de cerâmica vermelha, mais precisamente de tijolos. A absorção de água também foi

reduzida com o acréscimo de resíduo na formulação, devido à maior quantidade de material vítreo.

Os resultados desse trabalho demonstram a possibilidade de incorporação de resíduo de lâmpada no processo de fabricação de cerâmica vermelha, atuando como uma alternativa para minimizar o impacto ambiental gerado por esse tipo de resíduo.

## Referências Bibliográficas

ATIYEL, S.O. Gestão de resíduos sólidos: o caso das lâmpadas fluorescentes. 2001. 101 p. Dissertação (Mestrado em Administração)-Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

A. K.Varshneya, "Fundamentals of Inorganic Glasses". Academic Press, New York, 1994

CERÂMICA VERMELHA: Estudo do mercado Sebrae. Sebrae: Espm, v. 1, n. 1, 2008.

CASAGRANDE, M.C., et al . Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais: Processamento e aplicações no setor cerâmico. Cerâmica Industrial, v.13, n.1-2, p.34-42, 2008.

EMDIV. Arte e História da Cerâmica. Disponível em:  
<<http://emdiv.org/pt/arte/enciclopediaarte/776-arte-e-historia-da-ceramica.html>>.  
Acesso em: 05 maio 2012.

GARCIA,C. M.; QUESADA,D.E.; VILLAREJO,L.P.; GODINO, F.J.I.; IGLESIAS F.A.I. Sludge valorization from wastewater treatment plant to its application on the ceramic industry. J. Environmental Management., 95 (2012) S343-S348.

GODINHO, K.O. *et al.* Efeito da Adição de Vidro Sobre Propriedades de Queima de uma Argila Vermelha. Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Pedro, n. , p.1-12, 06 jun. 2005.

HOLANDA, J. N. F. Efeito da adição de vidro sobre propriedade de queima de uma argila cerâmica. Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Pedro, p.1-12, 06 maio 2012.

HIRAJIMA, T. et al. Floatability of rare earth phosphors from waste fluorescent lamps. International Journal of Mineral Processing, v. 77, p.187-198, 2005.

MONTEIRO, S.N.; ALEXANDRE, J.; MARGEM, J.I.; SANCHEZ, R.; VIEIRA, C.M.F.; Incorporation of sludge waste from water treatment plant into red ceramic. Construction and Building Materials 22 (2008) 1281–1287.

MOREIRA, J. M. S; MANHÃES, J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F. Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha. Cerâmica. vol.51 n..319, São Paulo 2005.

PEREIRA, F. R.; HOTZA, D., SEDAGAES, A. M. and LABRINCHA, J. A., Ceramic formulations made of different wastes and natural sub-products. Ceram. Int., 2006, 32, 173–179.

SANTOS, P.S. Ciência e Tecnologia de Argilas, Vol.1, 3º Edição. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, SP (1997) p. 214, 277-299.

SILVA, A. G. P; *et al.* Efeito da adição de vidro sobre propriedade de queima de uma argila cerâmica. Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Pedro, n. , p.1-12, 06 maio 2005.

TANAKA, A. et al. Estudo de argilas para uso em cerâmica vermelha. Brasileiro de Engenharia e Ciência Dos Materiais, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p.1-10, 15 nov. 2006.

TAVARES, I.S. Estudo das Matérias-Primas Utilizadas na Produção de Cerâmica Vermelha em Santa Maria-RS. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2002.

VEIGA, V.V. Análise de indicadores relacionados à reciclagem de resíduos sólidos urbanos no município de Florianópolis. 2004. 140 p. Dissertação (Mestrado engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.