

UTILIZAÇÃO DE VIDRO RECICLADO COMO ALTERNATIVA NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS CERÂMICAS

S. R. H. de Assis¹, B. B. Lira², S. A. B. C. Rêgo³

^{1,2} Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DENCA
Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba – CT/UFPB
Campus Universitário I, João Pessoa – Paraíba – CEP: 58051-900

³DEMat – CT/UFPB

sergioricardo92@ymail.com

RESUMO

O reaproveitamento de resíduos sólidos tem o intuito de reduzir os danos causados ao meio ambiente. Um tipo comum é o vidro proveniente de vasilhames e embalagens, composto de sílica, calcário, alumina, materiais fundentes e estabilizantes. Quando descartado, não polui o meio ambiente do ponto de vista da liberação de agentes químicos, mas, devido ao grande volume de material gerado nas cidades, ocasiona problemas ambientais no tocante à sua acomodação em local apropriado. Nesta pesquisa, o vidro reciclado foi obtido por meio da cominuição de garrafas descartadas até uma granulometria semelhante ao pedregulho fino ou areia, sendo utilizado na confecção de peças cerâmicas em substituição de parte da areia associado ao material argiloso. O vidro foi misturado em proporções de 3, 5 e 10% com um material argiloso. Os resultados apresentaram indicações excelentes para introdução do vidro reciclado na produção de peças cerâmicas.

Palavras-chave: vidro, argilas, cerâmica, reutilização.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades humanas gera aumento na demanda consumista, impulsionando a geração de resíduos. Estes resíduos são descartados quase sempre de forma inadequada, causando problemas ambientais, contaminação de solos e leitos de rios, podendo trazer riscos à saúde humana.

Diante da problemática de alcance mundial, muitos estudos têm sido

realizados no intuito de desenvolver métodos menos agressivos de descarte desses resíduos. Dentre os resíduos descartados, destaca-se o vidro.

O vidro utilizado pela população, em geral, sob a forma de recipiente, é relativamente inerte e, portanto, não biodegradável. Devido ao grande volume de material gerado, ocorrem problemas ambientais no tocante à sua acomodação em local apropriado. O vidro é um material totalmente reaproveitável que, quando reciclado, são utilizadas temperaturas que variam entre 1000°C a 1500°C, eliminando todo e qualquer tipo de microorganismo que possa existir e não ocorrem perdas de material, o que permite a reciclagem por inúmeras vezes [1].

Assim, este estudo propõe alternativa sustentável para resolver problemas socioambientais que ocorrem no município de Tabatinga, na Amazônia ocidental, que sofre com o problema da falta de material de qualidade para a fabricação de peças cerâmicas e também possui depósitos de vidro sem políticas de reutilização, que causam danos ao meio ambiente. O vidro reciclado foi utilizado como matéria-prima na fabricação de peças cerâmicas e estudadas as propriedades tecnológicas de retração linear, porosidade aparente, densidade aparente, absorção de água das cerâmicas produzidas a partir da incorporação dos resíduos de vidro dosados em diferentes proporções segundo o método investigativo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT [2].

O vidro reciclado tem sido usado como agente fundente em vários produtos cerâmicos. As propriedades mecânicas de corpos cerâmicos com 10% de vidro reciclado têm sido analisadas e, apresentaram melhor porosidade com significativo agravamento das propriedades mecânicas, evidenciando que existem efeitos positivos e negativos quanto à utilização do resíduo [3]. Entretanto, com granulometria fina e prensagem adequada, a utilização do resíduo na fabricação de peças cerâmicas favorece a uma alta densidade e boas propriedades mecânicas do produto final [4].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A figura 1 ilustra a jazida de material argiloso utilizado nesta pesquisa [5], onde podemos observar o seu estado natural. Após a escavação, o material é processado para ser submetido ao processo de fabricação das peças cerâmicas por meio de indústria cerâmica local. O material que foi utilizado na pesquisa já se

encontrava processado, estando na granulometria final para a fabricação dos materiais, realizada nos laboratórios LABEME – Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas – e LAPAV – Laboratório de Geotecnia e Pavimentação, ambos pertencentes ao Centro de Tecnologia (CT) da UFPB.



Figura 1 – Jazida de argila no município de Tabatinga – AM

O vidro reciclado foi obtido por meio da trituração de garrafas de bebidas. As garrafas foram previamente quebradas, para facilitar o processo de moagem, feita em moinho de bolas de ferro com cargas esféricas que somavam em peso 7 quilos, mesma quantidade de vidro utilizada.

A moagem foi feita durante 15 minutos, e o material obtido atingiu uma granulometria semelhante a um material granular, ou seja, 90% passante na peneira de 10 mesh, o que o caracteriza como um pedregulho fino ou areia [6]. A figura 2 resume a metodologia utilizada na preparação do vidro.

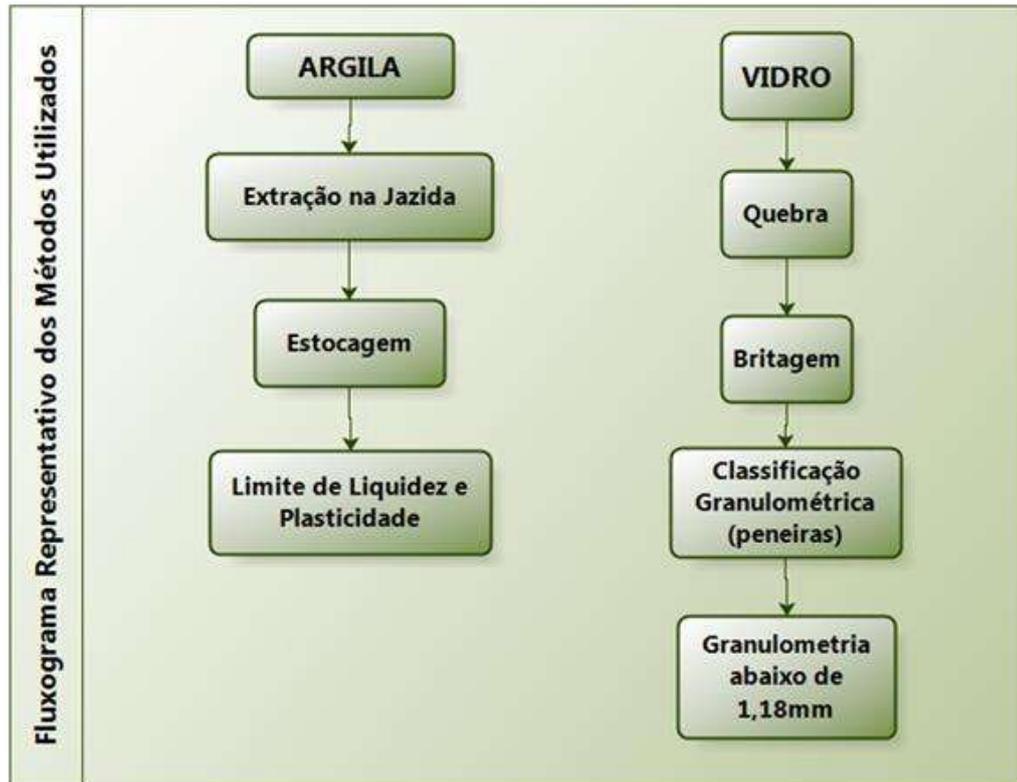


Figura 2 – Fluxograma representativo da metodologia utilizada

Na composição de massas cerâmicas com vidro reciclado, já foram utilizados percentuais de vidro de 0, 5, 10, 13, 20 e 25%, em massa, com tendências de redução da absorção de água e porosidade, melhorando-se a densificação dos corpos de prova [7], [8]. Dessa forma, neste estudo, as composições utilizadas são as mostradas na tabela 1. As misturas foram feitas de forma manual e as massas foram submetidas aos ensaios de limite de liquidez e plasticidade [9], [10].

Tabela 1 – Composição das massas cerâmicas.

Amostras	Peso total Am (g)	% Pó de vidro	Peso Pó de vidro (g)	Peso Argila (g)
Argila Pura	500	0	0	500
Mistura 1	500	3	15	485
Mistura 2	500	5	25	475
Mistura 3	500	10	50	450

Após a composição das massas, foram moldados os corpos de prova, sob pressão de 200 kgf/cm² e posteriormente queimados a temperaturas de 800, 900 e 950 °C. Os corpos de prova têm dimensões variadas, de 60 x 20 x aproximadamente 5 mm [1]. Nesta pesquisa, foram conformados corpos de prova de 120 x 40 x 10 mm

e 60 x 20 x 10 mm. A conformação é mostrada na figura 3 (a), na figura 3 (b) é mostrado o aspecto final dos corpos de prova após a conformação.



(a)

(b)

Figura 3 – (a) – Prensa SoilTest Versatester – 30.M (b) Corpos de prova de dimensões de 60 x 20 x 10 mm (acima) e 120 x 40 x 10 mm (abaixo).

Foi medido o teor de umidade (TU) e retração linear (RL) das peças nas temperaturas de 800 e 950 °C para os corpos de prova de dimensões 120 x 40 x 10 mm. O teor de umidade é medido por meio da pesagem dos corpos de prova, logo após serem conformados e após a secagem à temperatura de 110° C, utilizando-se a expressão (A).

$$TU = \frac{PU - PS}{PS} \times 100 \quad (A)$$

A retração linear é medida por meio da medição dos corpos de prova logo após a secagem à temperatura de 110° C, utilizando a expressão (B), onde L_0 e L_1 são dimensões lineares dos corpos de prova.

$$RL = \frac{L_0 - L_1}{L_1} \times 100 \quad (B)$$

A figura 4 mostra a medição da retração linear após a secagem dos corpos de prova e os mesmos sendo colocados no forno para a queima.

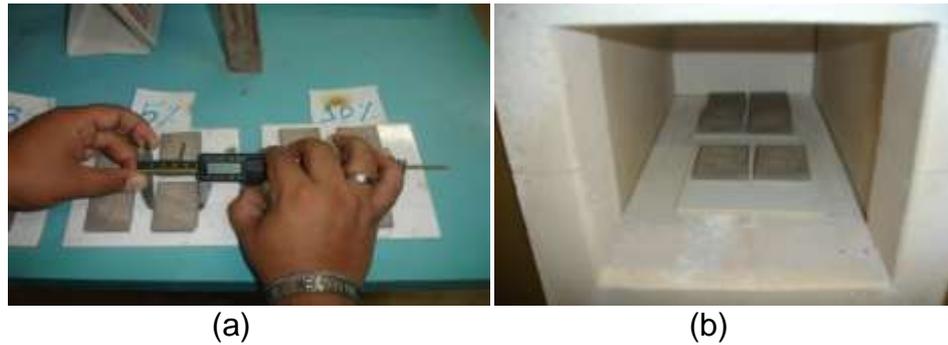


Figura 4 – (a) – Corpos de prova sendo submetido ao teste de retração linear. (b) – Corpos de prova sendo levados ao forno, Fornitec Ind. E Com. Ltda, 20 Kw, 1200° C máx., para queima.

Após a queima nas temperaturas de 800 e 950 °C foram medidos a perda ao fogo (PF), massa específica aparente (MEA), porosidade aparente (PA) e absorção de água (AA), por meio das expressões (C), (D), (E) e (F).

$$PF = \frac{PS - PQ}{PQ} \times 100 \quad (C)$$

$$MEA = \frac{PQ}{PSAT - PI} \quad (D)$$

$$PA = \frac{PSAT - PQ}{PSAT - PI} \times 100 \quad (E)$$

$$AA = \frac{PSAT - PQ}{PQ} \times 100 \quad (F)$$

Onde,

PS – Peso seco

PQ – Peso queimado

PSAT – Peso saturado

PI – Peso imerso.

Os corpos de prova de dimensões 60 x 20 x 10 mm foram moldados, sob as mesmas condições de conformação já descritas anteriormente, sendo queimados à temperatura de 900° C, submetidos aos mesmos testes. A figura 5 mostra os corpos no forno antes e pós queima.

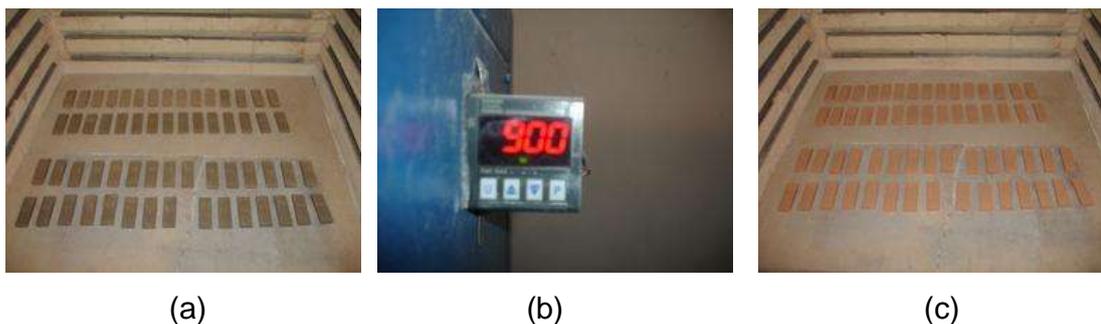


Figura 5 – (a) – Corpos de prova no forno, Linn Elektro Therm, 1300º máx., antes da queima. (b) – Corpos de prova na queima à temperatura de 900 °C. (c) – Aspecto final dos corpos de prova após queima.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensaio de granulometria é realizado para se determinar a textura do material que está sendo analisado. No caso do vidro, o ensaio foi realizado de forma a se determinar se o mesmo se encontra adequado para ser incorporado à massa cerâmica. O ideal é que o vidro reciclado obtido da trituração tenha baixa granulometria.

De acordo com os resultados obtidos, o vidro reciclado após a trituração em moinho de bolas, se assemelha a um material arenoso, com características de fragmento de pedras, pedregulho fino e areia. Foram realizados dois ensaios de granulometria [6] para confirmação dos valores obtidos. A figura 6 mostra o comparativo entre as curvas granulométricas obtidas das duas amostras.

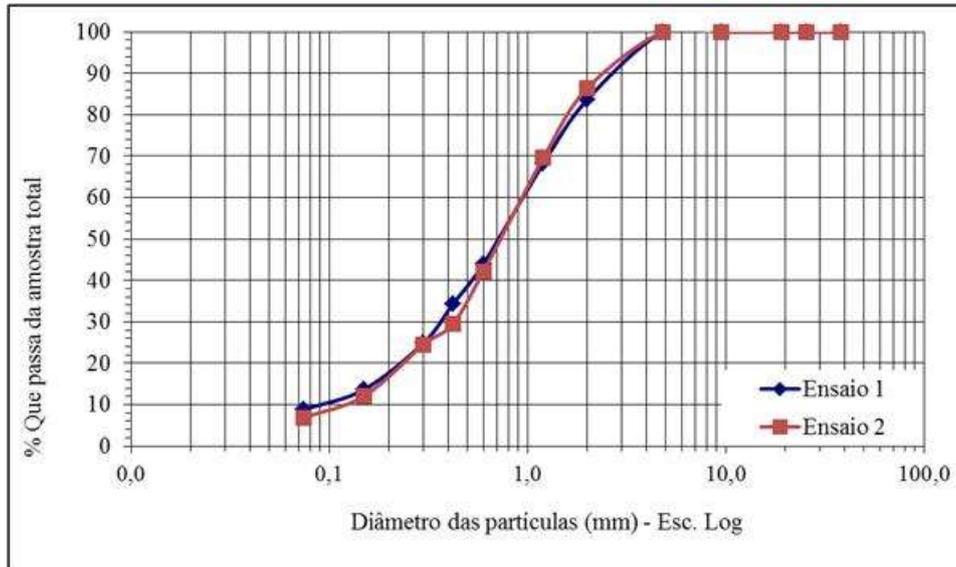


Figura 6 – Curvas granulométricas dos ensaios realizados.

Já com relação aos limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP), os mesmos foram determinados para todas as amostras, a argila pura e as misturas com vidro incorporado de acordo com as normas NBR 6459-84 [9] e NBR 7180-84 [10], respectivamente. A figura 7 mostra o comportamento das misturas em face do aumento do teor de vidro incorporado à argila.

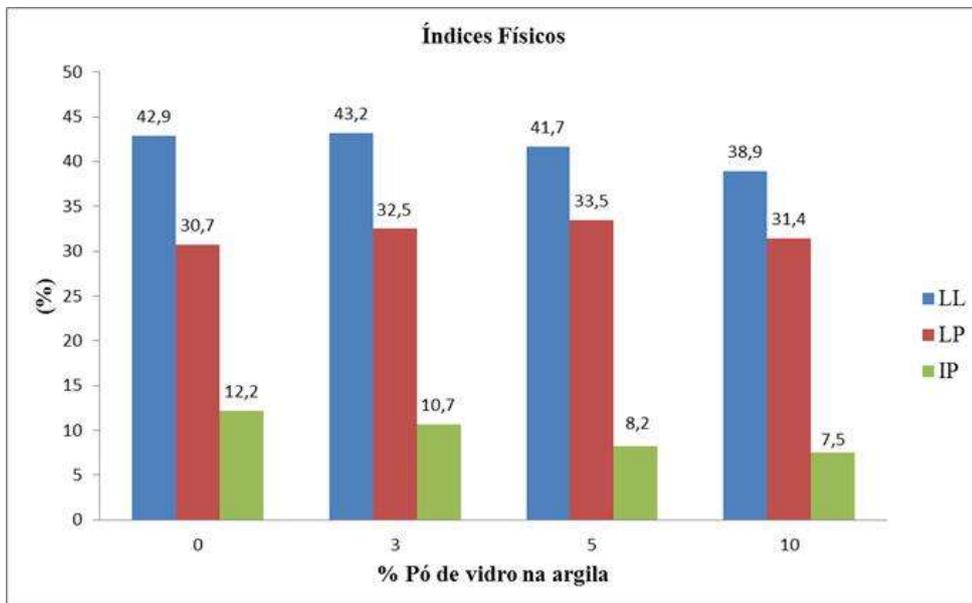


Figura 7 – Resultados dos índices de Atterberg para argila pura e as misturas

Podemos perceber que o índice de plasticidade (IP) cai consideravelmente com o aumento do teor de vidro reciclado. A partir destes resultados, as peças cerâmicas foram conformadas conforme descrito anteriormente. A figura 8 mostra os resultados obtidos.

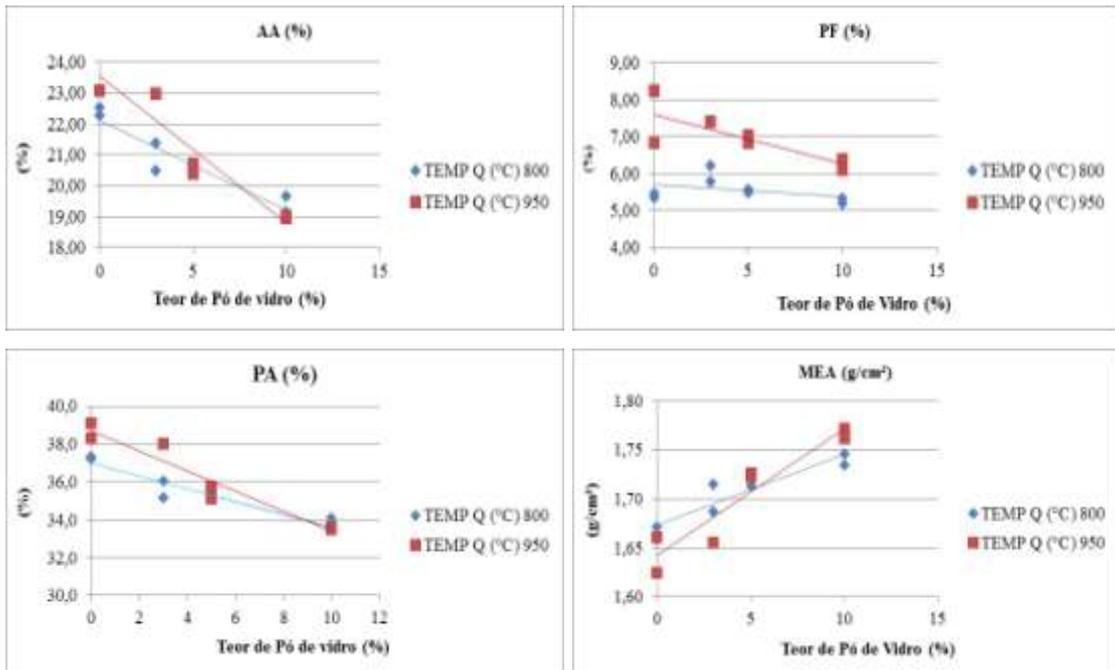


Figura 8 – Propriedades tecnológicas dos corpos de prova 120 x 40 x 10 mm

De acordo com os resultados obtidos, percebe-se que a argila pura apresenta valores insatisfatórios de porosidade aparente, acima do que é estabelecido pelo método do IPT [2]. À medida que se vai introduzindo vidro reciclado na massa argilosa, a porosidade vai diminuindo, comportamento semelhante verificado nos valores de absorção de água. Na massa específica aparente, todas as amostras estão dentro dos valores pré-estabelecidos. A figura 9 apresenta os resultados obtidos nos corpos de prova de 60 x 20 x 10 mm.

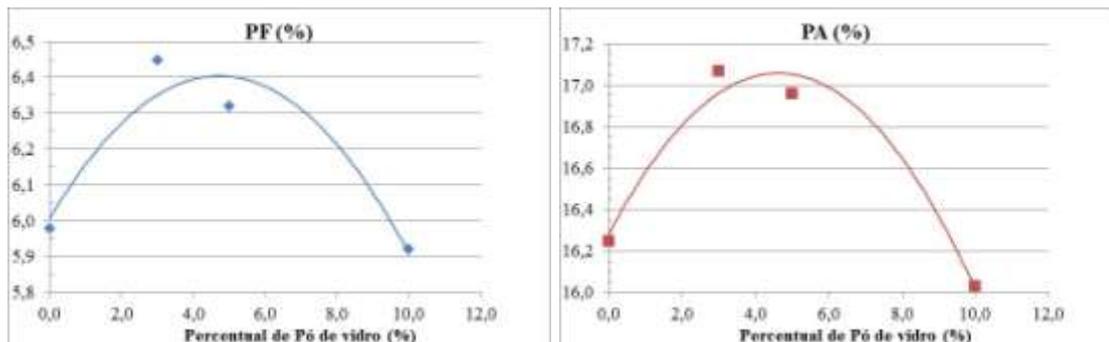


Figura 9 – Propriedades tecnológicas dos corpos de prova 6 x 20 x 10 mm

À medida que se aumentou o teor de pó de vidro incorporado, houve aumento inicial nos valores de perda ao fogo e porosidade aparente para as misturas com teores de 3 e 5%, com sensível queda na mistura com teor de 10%. Os valores de massa específica aparente se apresentaram praticamente constantes para todas as

amostras. A figura 10 mostra o comportamento da absorção de água dos corpos de prova 60 x 20 x 10 mm em face do aumento do teor de vidro reciclado.

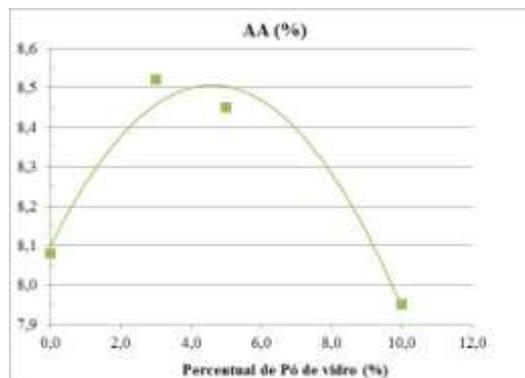


Figura 10 – Absorção de água dos corpos de prova 6 x 20 x 10 mm

Os valores de absorção de água repetiu o comportamento das outras propriedades tecnológicas analisadas para este corpo de prova.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, podemos perceber que a incorporação do resíduo de vidro apresentou efeitos positivos sobre as propriedades cerâmicas de absorção de água, porosidade aparente, perda ao fogo, massa específica aparente, principalmente quando utilizado 10% de pó de vidro na massa cerâmica.

A adição do vidro reciclado melhorou as propriedades dos corpos de prova moldados nos teores de 3%, 5% e 10% comparados com as mesmas propriedades sem os resíduos, melhorando a composição da massa cerâmica, favorecendo a densificação da estrutura, com diminuição da plasticidade das massas.

Todos os teores investigados estão de acordo com as características cerâmicas das argilas padrão brasileiras após uma queima de 950°C, tomando como referência os métodos investigativos do IPT [2].

Vemos que a incorporação de 10% de pó na massa cerâmica apresentou inicialmente as melhores propriedades, e, dessa forma, conclui-se que os resíduos de vidro têm potencial para serem reutilizados como matéria-prima na produção de produtos cerâmicos, reduzindo-se assim o volume de aterros no município de Tabatinga no estado do Amazonas, gerando economia e promovendo uma política de reutilização de resíduos.

5. REFERÊNCIAS

- [1] COSTA, F.B.; TEIXEIRA, S.R.; SOUZA, A.E.; SANTOS, G.T.A. Recycling of glass cullet as aggregate for clays used to produce roof tiles. Departamento de Física, Química e Biologia – DFQB – Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Revista Matéria, v. 14, n. 4, pp. 1146 – 1153, 2009.
- [2] SANTOS, P. S.; Ciência e Tecnologia de argilas. Departamento de Engenharia Química. Escola Politécnica da USP. Volume 1. Editora Edgard Blucher Ltda. 1989.
- [3] BAKR, I. M. Effect of waste glass and zircon on ceramic properties and microstructure of porcelain tiles. Faculty of Engineering, Mataria, Helwan University, 11795 Cairo, Egypt. 2005. Institute of Materials, Minerals and Mining. Advances in Applied Ceramics 2005 VOL 104 NO 5.
- [4] BRUSATIN, G.; BERNARDO, E.; ANDREOLA, F; BARBIERI, L.; LANCELLOTTI, I.; HREGLICH, S. Reutilization of waste inert glass from the disposal of polluted dredging spoils by the obtainment of ceramic products for tiles applications. Journal of Materials Science 40 (2005) 5259 – 5264. 0022–2461 C
_____ 2005 Springer Science + Business Media, Inc. DOI:
10.1007/s10853-005-4421-2
- [5] ALMEIDA, Z. Acervo pessoal. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, UFPE, 2012.
- [6] NBR 7181/84 – “Solo – Análise Granulométrica”. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro
- [7] FILHO, P. L. I.; COSIN, S.; TOFFOLI, S. M. Utilização de vidro em pó em cerâmica vermelha. Parte 2: Influência da granulometria. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, CBECIMAT. Natal – RN. 09 a 13 de novembro de 2002.
- [8] GODINHO, K.O.; SILVA, A.G.P.;, HOLANDA, J.N.F. Efeito da granulometria e da dispersão de adições de pó de vidro sobre as propriedades de corpos de cerâmica vermelha queimados. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- [9] NBR 6459/84 – “Solo – Determinação do Limite de Liquidez”. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro
- [10] NBR 7180/84 – “Solo – Determinação do Limite de Plasticidade”. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro

ABSTRACT

The reuse of waste aims to reduce the harm caused to the environment. A common type is the glass from containers and packaging, composed of silica, limestone, alumina, fluxing materials and stabilizers. When dropped, does not pollute the environment in terms of the release of chemical agents, but due to the large volume of material generated in cities, causes environmental problems regarding their accommodation in appropriate location. In this study, recycled glass was obtained by comminution of bottles discarded until a particle size similar to the gravel, or fine sand, being used in making ceramic parts in place of part of the sand associated with the clayey material. The glass was mixed in proportions of 3, 5 and 10% with a clayey material. The results showed excellent indications for introduction of recycled glass in the production of ceramic parts.

Key-words: glass, clay, ceramic reuse.