

POZANICIDADE DO AGREGADO VIRGEM DO REJEITO DA INDÚSTRIA DE LOUÇA SANITÁRIA

COSTA, Juzélia Santos da (1). MARTINS, Celso Aparecido (2). BALDO, João Baptista (3).

(1) Professor Doutor em Engenharia de Materiais- professora do IFMT, rua: Zulmira Canavarros, 95, centro – Cuiabá – MT, e-mail:juzelia@ccivil.cefetmt.br;

(2) Professor Dr. Adjunto DEMa – UFSCar; (3) Professor PhD- DEMa- UFSCar.

RESUMO

A avaliação da atividade pozolânica do agregado de rejeito da indústria de louça sanitária é de fundamental importância visando à detecção da presença de material pozolânico advindo da fração miúda desse material. Existem vários métodos de ensaio, esses métodos podem detectar previamente a reatividade pozolânica do material, este trabalho vem apresentar o resultado de um estudo da atividade pozolânica do agregado produzido com rejeito de louça sanitária. Foram realizados de acordo com as normas brasileiras ensaios de índice de atividade pozolânica com o cimento. Pelos resultados encontrados no ensaio de resistência aponta para a existência de atividade pozolânica no material. Dessa forma fornece ao setor da construção civil um produto de baixo custo e com qualidade, minimizando os custos do aglomerante utilizado, além do gerenciamento ambiental, favorecem a viabilidade do processo de reciclagem desse rejeito.

Palavras-chave: louça sanitária; Agregado reciclado; atividade pozolânica.

1INTRODUÇÃO

Existem nove empresas com dezesseis fábricas de louça sanitária localizadas em diversas regiões do país, sendo seis em São Paulo, duas em Minas Gerais, três em Pernambuco, duas na Paraíba e uma em cada um dos seguintes estados: Espírito Santo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Duas fábricas estão sendo construídas em Minas Gerais. A indústria brasileira produziu 14,2 milhões de peças grandes, sendo a maioria na região Sudeste, (COSTA, 2006)[1]. O volume de material descartado pelo setor de louça sanitária é considerável. A perda média relatada pela

indústria situa-se em 3%, significando que 426 mil peças são descartadas para aterros, anualmente. Uma indústria da região de Minas Gerais produz cerca de 170 mil peças mensais, de peso médio 14 quilos, com perda de 3%, descartando mais de 60 toneladas mensais. Isso significa que apenas essa indústria pode fornecer cerca de 600 metros cúbicos de um agregado similar a uma areia média por ano.

As argilas para produção de louça sanitária tem propriedades pozolânicas, devido aos minerais argilosos e não só, porque possuem elevada superfície específica contém minerais argilosos com cristalinidade fracas e ainda porque contém muitas vezes uma componente orgânica amorfa.

As propriedades pozolânicas das argilas podem melhorar quando elas são calcinadas porque a fase vítrea adquire, naturalmente, maiores desenvolvimento. Tais propriedades são usadas desde os tempos romanos. As argilas mais convenientes são, as caulinitas e as montmoriloníticas.

Quando calcinadas, a temperatura ótima da calcinação deve situar-se entre 650 e 850 °C. O produto vítreo que então se forma a seguir a desidroxilação favorece a actividade pozolânica. A caulinita desidratada reage com o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ formando gehlenite ($\text{Ca}_2\text{.AL}_2\text{.SiO}_7\text{.8H}_2\text{O}$). A caulinite não desidratada, por assim dizer, não tem actividade pozolânica.

Os agregados eram considerados apenas como material inerte e de enchimento, distribuídos pelo meio da pasta de cimento. Mas hoje, se tem a inversão dessa visão, considerando o agregado não só do ponto de vista econômico, mas também da durabilidade e desempenho estrutural. Os agregados na realidade não são materiais totalmente inertes, e suas propriedades, físicas e químicas, têm muita influência sobre suas largas aplicações (NEVILLE, 1997)[2].

Nos últimos anos, tem-se observado um número cada vez maior de reações químicas entre o agregado e a pasta de cimento hidratada que o envolve. A reação mais freqüente ocorre entre os constituintes e sílica ativa do agregado e os álcalis do cimento Portland. A reação álcali-sílica se manifesta através da expansão, fissuração, pipocamentos e exsudação de um líquido fluido viscoso álcali-silicoso. Esse processo acarreta a perda de resistência, elasticidade e durabilidade do concreto.

Dependendo do tempo, da temperatura e do tamanho das partículas, MEHTA & MONTEIRO (1994)[3] consideram como agregados reativos a álcalis todos os silicatos ou minerais de sílica, sílica hidratada ou amorfa, mesmo um grande número

desses minerais reagindo num grau insignificante.

A reatividade do álcalis do cimento com a sílica presente no inerte depende da concentração de álcalis na superfície reativa (função do teor de álcalis do cimento), das características geométricas das partículas e de sua porosidade, da concentração da quantidade de água livre da pasta de cimento e de sua permeabilidade, do efeito molhagem/secagem e do aumento da temperatura entre, pelo menos, 10°C e 40 °C (fato que acelera a reação).

A reação álcali-sílica começa com o ataque dos minerais silicosos do agregado pelos hidróxidos alcalinos resultantes dos álcalis do cimento. Com isso, um gel de álcalis-silicato é formado nos poros dos agregados (local onde está presente a sílica) ou na superfície das partículas. No último local, cria-se uma zona de alteração superficial característica, levando à destruição da aderência entre o inerte e a pasta de cimento tensões internas que podem levar à expansão, fissuração e desagregação do concreto e argamassa. Parte do gel, relativamente mole, é posteriormente lixiviado pela água e depositado sobre as fissuras formadas pelo inchamento dos agregados.(COSTA, 2006)[1].

2 METODOLOGIA

O material para estudo é a louça sanitária, em que avaliou-se o índice de atividade pozolânica, foi caracterizado fisicamente para que fosse possível realizar o estudo principal. Caracterizou-se o material com o intuito de se conhecer sua finura, massa específica e massa unitária. Os procedimentos de ensaio para cada investigação foram os padronizados por norma referente à aplicação dos métodos a agregados e cimento. O ensaio de finura foi realizado segundo a NBR 9202, determinando dessa forma o índice de finura do agregado produzido com rejeito de louça sanitária cominuída através da peneira 0,044mm (n° 325). A determinação da massa específica da pozolana seguiu os procedimentos da NBR NM 23, por meio do frasco volumétrico de Le Chatelier, sendo a massa real obtida através do deslocamento do líquido no interior do recipiente. A massa unitária, devido à falta de uma normativa para o tipo de material em questão, foi executada conforme procedimentos da NBR 7251, procedimentos aplicados a agregados, pela qual se faz possível a determinação da massa unitária em estado solto. Os ensaios de caracterização aplicados ao material pozolânico, foram aplicados também ao cimento,

proporcionando dessa maneira a completa seguridade de dados para a investigação principal.

Após determinação das características básicas do cimento e agregado de louça sanitária, procedeu a determinação do índice de atividade pozolânica do agregado de louça sanitária, sendo utilizado o método do cimento. Para início das atividades determinou-se a quantidade de material a serem utilizados na moldagem dos corpos de prova, sendo essas quantidades prescritas na norma regente e completada, no caso da moldagem com material reciclado, por cálculos baseados na massa específica dos materiais. Determinada as quantias de materiais para moldagem das argamassas tipo A (sem adição de agregado reciclado) e tipo B (com adição do agregado reciclado), prosseguiu-se até a mistura desses materiais, segundo NBR 7215, sendo em cada argamassa determinada a massa de água. Esse controle foi feito através da mesa de consistência, em que o espalhamento da argamassa deveria se fixar entre o limite de 225 ± 5 mm. Definida a massa de água para cada argamassa, encaminhou-se para a moldagem de três corpos de prova em moldes cilíndricos de dimensões 5 cm x 10 cm, sendo estes moldados em três camadas e em cada camada aplicados 30 golpes com soquete normalizado.

Os corpos de prova foram curados por 24 horas em câmara úmida, tempo necessário para enrijecimento da pasta e ao fim desse período, foram transportados para recipiente hermeticamente lacrado, isento de umidade, onde os corpos de prova ficaram durante 27 dias submetidos a uma temperatura de $\pm 38^\circ$ C. Transcorrido esse tempo os corpos de prova foram rompidos de modo axial simples, determinando a carga e respectiva tensão de ruptura, dados essenciais para avaliação das propriedades pozolânicas do material.

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 Cimento Portland

O cimento utilizado no desenvolvimento dos ensaios foi o CP II F 32, sendo este caracterizado física e mecanicamente, proporcionando conhecimento sobre suas propriedades, as quais iriam contribuir para confiabilidade dos estudos efetuados. A tabela 2 mostra as informações e resultados das investigações realizadas.

Tabela 2 – Resultados das propriedades do cimento

CIMENTO PORTLAND CP II F 32	
Finura (%)	4
Massa específica (g/cm ³)	3,16
Massa Unitária (g/cm ³)	1,05

3.2 Material Pozolânico

O material avaliado quanto à atividade pozolânica é proveniente da trituração de peças de louça sanitária virgem proveniente da região de Minas Gerais – MG, o qual foi caracterizado fisicamente. A tabela 3 mostra as informações e resultados das investigações realizadas.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de caracterização do material pozolânico.

MATERIAL POZOLÂNICO – ROCHA		
Finura (%)		77 %
Massa específica (g/cm ³)		2,98
Massa Unitária (g/cm ³)		1,24
Índice de pozolanicidade	Atividade pozolânica (%)	92
	Água requerida (%)	98

Para realização do ensaio o material encaminhado para análise foi submetido a tratamento através de peneiramento. A finura necessária foi obtida por peneiramento na peneira de 45µm(n° 325).

Na figura 5 temos uma mostra do agregado de louça sanitária.

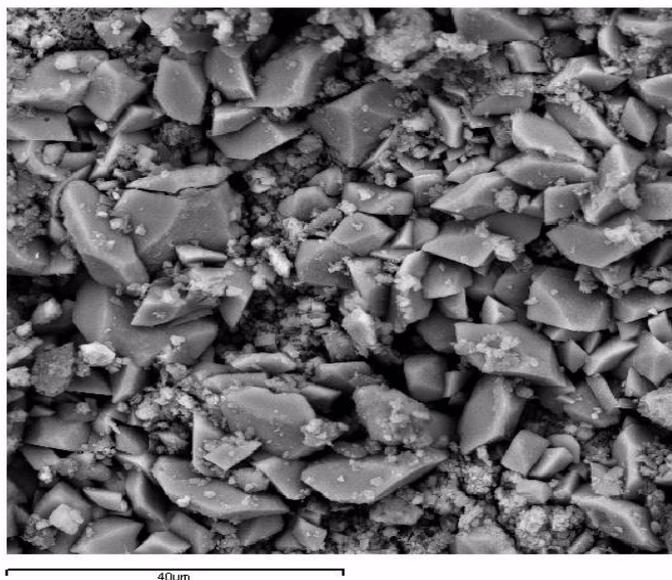


Figura 5 – Mostra do agregado de louça sanitária

3.3 Reação álcali-agregado (RAA) do agregado de Louça sanitária vidrada (LSV)

Para a ocorrência da RAA, faz-se necessário à presença conjunta de alguns componentes. São estes: agregado reativo; umidade ambiente elevada e alta concentração de hidróxido alcalino nos poros do concreto ou argamassa.

Existem muitos métodos de ensaio visando à detecção da presença de RAA (reação álcali-agregado), tanto em campo como em laboratório. Esses métodos podem detectar previamente a reatividade de agregados frente aos hidróxidos de sódio ou potássio presentes na pasta de cimento hidratada.

Nesse trabalho foi utilizado o método acelerado de barras de argamassa (AMBT), preconizado pela ASTM C-1260, é o método mais difundido e utilizado no mundo. Barras de argamassa 2,5x2,5x28,5 cm são confeccionadas e, após um período inicial de cura imersa em água a 80° C por 24hs, as barras são imersas em solução de hidróxido de sódio (NaOH – 1N), estando também a uma temperatura de 80° C durante pelo menos 14 dias.

O resultado do ensaio realizado até os 28 dias pode ser interpretado através dos seguintes limites de expansão:

$$E = \frac{L_1 - L_0}{L_n} \times 100$$

Onde:

E = expansão média percentual;

L_n = comprimento nominal da barra, em mm.

L_1 = comprimento da barra na idade de ensaio, em mm.

L_0 = Comprimento inicial da barra, em mm.

Expansões inferiores a 0,10% aos 16 dias de idade indicam um comportamento inócuo do agregado na maioria dos casos; Expansões superiores a 0,10% e inferiores a 0,20 % aos 16 dias de idade indicam um comportamento potencialmente reativo; Expansões superiores a 0,20% aos 16 dias de ensaio indicam um comportamento reativo do agregado.

Os resultados dos corpos-de-prova após o término do ensaio, não devem apresentar o aparecimento de fissura, empenamento, desagregação.

As leituras de comprimento dos corpos-de-prova serão realizadas rapidamente, para minimizar o resfriamento, com resolução de 0,001 mm.

Pela Figura 5 podemos observar o resultado da reação álcali-agregado em amostra de concreto com agregado de louça sanitária vidrada.

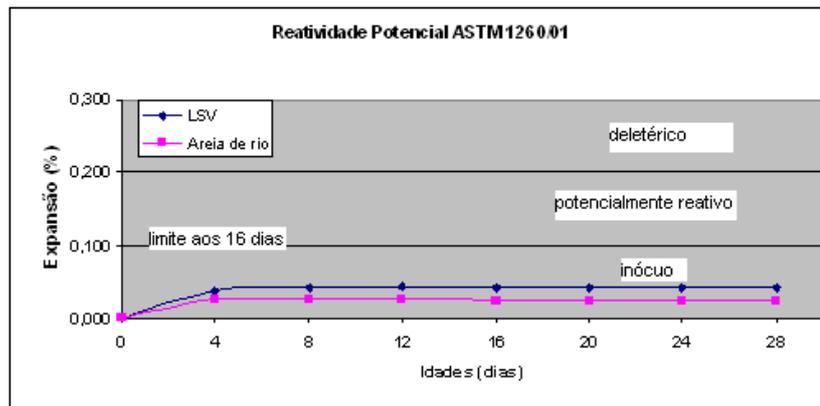


Figura 5 - Resultado do ensaio (RAA) realizado em concreto com agregado de louça sanitária vidrada

Pelos resultados apresentado na Figura 5 e na investigação acima se conclui que o agregado reciclado de louça sanitária tem predisposição para uso na indústria da construção civil.

4 CONCLUSÃO

Portanto a reatividade da sílica de um material, geralmente designada como grau de pozolanicidade do material, depende da proporção dos silicatos que se encontra em forma vítrea, já que a sílica cristalina é muito estável à temperatura normal, e da dimensão das partículas, uma vez que a reatividade aumenta com a superfície específica do material, sendo esta tanto maior quanto menores forem as partículas que o compõem. Por essa razão é essencial que as pozolanas estejam finamente pulverizadas, caso contrário o grau de pozolanicidade do material é baixo, não permitindo a utilização do material que as contenha como ligante.

Os resultados da investigação álcali - agregado mostraram que o agregado reciclado de louça sanitária é satisfatório.

Podemos notar que no agregado em estudo, os produtos de hidratação são da mesma natureza e de composição química e mineralógica similares. Pode-se também observar à sua riqueza em silicatos vítreos, as pozolanas são consideradas rochas sedimentares de natureza ácida, contendo um elevado teor de sílica reativa (SiO_2), capaz de reagir com o óxido de cálcio (CaO), dando origem a silicatos amorfos de carácter cimentante. Diante dos resultados obtidos após realização do ensaio e com base nas interpretações de norma e literaturas associadas ao assunto em questão, definiu-se que, o agregado proveniente da louça sanitária apresenta índice de propriedades pozolânicas satisfatórias, confirmado pelo tratamento químico, de modo a assegurar a qualidade no serviço executado.

A substituição do agregado natural pelo reciclado oferece benefícios ambientais e econômico evidente e menor impacto ambiental.

5 BIBLIOGRAFIA

1 COSTA, J. S. Agregados Alternativos para Argamassa e Concreto produzidos a partir da reciclagem de rejeitos virgens da indústria de cerâmica tradicional. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Materiais-DEMa- (2006).

2 NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Editora Pini, 738 p. São Paulo, 1997.

3 MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. (1994). **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, Pini Editora.

4 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM 1260 C*: standard test method for potential alkali reactivity of aggregates, 2001.

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5752 – Materiais Pozolânicos – determinação de atividade pozolânica com cimento Portland – Índice de atividade pozolânico com cimento.

POZAN DISCLAIMS THE VIRGIN OF HOUSEHOLD INDUSTRY CROCKERY HEALTH

ABSTRACT

Evaluation of pozzolanic activity of the household waste of the sanitary ware industry, is of fundamental importance to the presence of pozzolanic material that comes from the fraction of the material girl. There are several test methods, these methods can detect in advance the pozzolanic reactivity of the material, this work will present the results of a study of the pozzolanic activity of the household waste produced in health crockery. Were performed according to Brazilian standards tests pozzolanic activity index with the cement. By the test results of resistance points to the existence of activity in the pozzolanic material. Thus provides the civil construction sector has a low cost and quality, minimizing the cost of binding agent used in addition to environmental management, promote the viability of the recycling of waste.

Keywords: Sanitary ware; recycled aggregate; pozzolanic activity.