



INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS VÍTREOS COMO AGREGADOS NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE CONCRETOS PARA BLOCOS ESTRUTURAIS

Daniele Rodrigues Freitas¹, Freitas.ifma@gmail.com¹
Antonio Ernandes Macedo Paiva¹, ernandes@ifma.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão-Campus Monte Castelo, endereço para correspondência, Avenida Getulio Vargas n 04 bairro Monte Castelo CEP 65030005 .São Luis – MA

Resumo

Este trabalho investigou o desempenho de corpos de provas de concreto produzidos com agregados graúdos de isoladores elétricos vítreos. O procedimento consistiu na moldagem dos corpos de prova e na obtenção das respectivas resistências à compressão simples e absorções de água. Os ensaios foram realizados aos 7, 14 e 28 dias de cura e as substituições de agregados naturais por resíduos de isoladores elétricos vítreos foram nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Os resultados foram aceitáveis pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. As características das composições dos corpos moldados foram relacionadas com seus resultados de resistência à compressão simples, absorção e porosidade. Os resultados mostraram que a adição de 50% em peso como agregado graúdo promoveu o maior resultado de resistência à compressão. Os resultados obtidos mostraram um grande potencial para a utilização de resíduos de sucatas de isoladores elétricos como agregado em concretos.

Palavras-chave: agregado vítreo, concreto, resistência a compressão.

1. INTRODUÇÃO

A produção de agregados no Brasil se destina a atender à implantação e manutenção de obras de infra-estrutura e para atender às necessidades básicas da população como habitações, sistema viário, reservatório de água (para consumo humano e para geração de energia elétrica), esgotamento sanitário etc. A produção de agregados possui características típicas, como (a) geração de grandes volumes produzidos, (b) beneficiamento simples, (c) baixo preço unitário e (d) necessidade de proximidade das fontes de produção com o local de consumo, devido ao alto custo relativo do transporte.

Segundo Valim et al (2009), uma grande quantidade de energia e recursos naturais é utilizada para a produção dos mais variados tipos de produtos, que também é responsável pela grande produção de resíduos. O concreto é um material de construção muito utilizado devido à sua versatilidade, durabilidade e resistência mecânica. No setor da construção civil, é crescente o movimento em busca da qualidade e inovação de materiais e métodos construtivos que possam ser utilizados na área, reduzindo custos de fabricação e diminuindo a degradação do meio ambiente. Para isto, os resíduos provenientes de isoladores elétricos a base de vidro pode se tornar uma alternativa viável para diminuir os efeitos nocivos ao meio ambiente e também a sua utilização na indústria da construção civil em forma de blocos de concretos com custos reduzidos.

Um dos grandes responsáveis pela grande quantidade de resíduos gerados é, sem dúvida, o vidro. O Brasil produz, aproximadamente, 800.000 toneladas de embalagens de vidro anualmente (CEMPRE, 2007). Entretanto, apenas 27,6% (220,8 mil toneladas) de embalagens de vidro são recicladas. Desse montante, 5% são gerados por engarrafadores de bebidas, 10% por sucateiros e 0,6% oriundo de coletas promovidas pelas vidraçarias. O restante, 12%, provêm de refugos de vidro gerados nas fábricas. Dos outros 72,4%, uma parte é descartada, outra é reutilizada domesticamente e algumas embalagens são retornáveis. Porém, a reciclagem de vidro tem vários fatores limitantes como impurezas, custos de transporte proibitivos e mistura de sucatas de cores diferentes que são difíceis de serem separadas.

O presente trabalho apresenta os resultados do uso do agregado graúdo à base de vidro de isoladores elétricos, em determinadas faixas granulométricas, na fabricação de concreto e da influência desta utilização sobre as propriedades

mecânicas do concreto produzido. Numa primeira fase, o agregado de vidro foi utilizado em substituição total do peso do agregado de brita basáltica, sendo que na segunda fase, o agregado graúdo de vidro foi adicionado sobre o peso do agregado de brita basáltica. O concreto somente brita basáltica sem adição de vidro é tomado como referência para efeitos de comparação.

2. MATERIAIS E METODOS

O processamento adotado para a formulação do concreto consistiu na preparação das massas de concreto utilizando-se o traço unitário 1:2:3:0.42 (cimento:agregado fino:agregado graúdo:água). Foram preparados 8 corpos de prova com essas formulações e submetidas a cura com controle de umidade por 7 e 14 dias no caso do agregado com 100% brita e 100% vidro e com controle de 7, 14 e 28 dias no caso das composições com substituição em peso de 25%,50% e 75 % de agregado vítreo.

Para isto, as amostras foram colocadas em sacos plásticos vedados, juntamente com um recipiente contendo água.

O planejamento do experimento contemplou a moldagem de corpos de prova (CP) cilíndricos, com 27 mm de diâmetro por 54 mm de altura.. A argamassa de cimento Portland, com diferentes teores de substituição, foi moldada em conformidade com a norma NBR 7215 (ABNT, 1996), com auxílio do misturador

O vidro utilizado como agregado graúdo foi proveniente de sucatas de isoladores elétricos da ELETRONORTE com a seguinte composição vítrea: (63% SiO₂ - 6% CaO - 8% Na₂O -12% K₂O - 4% Al₂O₃ - 4% BaO - 2,5% MgO). Para a produção do agregado graúdo, os isoladores foram passados em um britador de mandíbulas adquirindo uma granulometria com tamanho de partícula menor do que 10 mm. A dimensão máxima, a massa específica e a absorção de água para o agregado de vidro foram 9,423 mm, 2,5 g/cm³ e 0,4% respectivamente.

Com a finalidade de comparação e sua possível substituição, foi utilizado um agregado graúdo de brita basáltica, também de granulometria com tamanho de partícula menor que 10 mm. A dimensão máxima, a massa específica e a absorção de água para esse agregado foram 9,423 mm, 2,7 g/cm³ e 2% respectivamente

O agregado fino (areia) tinha um módulo de finura igual a 3.03 e dimensão máxima de 0.589mm o que caracteriza uma areia de granulometria média. Na

Tabela (1) está apresentada a distribuição granulométrica da areia utilizada neste trabalho. A massa específica da areia era de 2,45 g/cm³.

Tabela 1: Distribuição granulométrica do agregado fino (areia) utilizado.

Peneiras (abertura em mm)	Massa retida(g)	% Retida	
		Individual	Acumulada
4,699	0	0	0
3,327	0	0	0
2,362	0	0	0
1,981	0	0	0
1,168	0	0	0
0,833	8.52	0.7	0.7
0,589	39.27	4	4.7
0,417	343.81	32	36.7
0,295	428.72	40	76.7
0,248	88.30	8	84.7
0,147	164.17	15.3	100
Fundo	0.40	0	100
Total	1072.0		

O cimento utilizado neste trabalho foi o cimento Portland CP II-Z- 32. O CP II-Z-32, de acordo com as normas da ABNT (1991), apresenta filer calcário (0-10%) e possui um teor de adição de material pozolânico (6-14%), o que lhe confere menor permeabilidade.

A formulação das composições foi realizada visando a substituição total ou parcial do agregado natural de brita pelo agregado reciclado de vidro de isoladores elétricos. Para isto, formulou-se composições de concreto contendo somente agregado de vidro (100%V), concreto contendo somente brita (100%B) e concretos com adições de vidro em teores de 25%, 50% e 75% em peso do total de agregado gráudo da composição, denominadas de 25V/75B, 50V/50B, 75V/25B respectivamente.

A moldagem dos corpos de prova foi realizada segundo a norma NBR 5738 (2003). Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com a norma NBR 5739 (1994) numa máquina universal de ensaios mecânicos com capacidade para 2 toneladas. Para todos os ensaios foram moldados seis corpos de prova com cada granulometria utilizada, sendo que 3 deles eram submetidos aos ensaios de compressão e os outros 3 corpos destinados à determinação da absorção de água, porosidade e massas específicas seca segundo a norma NBR 9778 (1987).

3. RESULTADOS E DISCUSÕES

A Figura (3) mostra a distribuição de tamanhos para os agregados de brita e de vidro utilizados neste trabalho. Observa-se que o agregado de vidro possui até aproximadamente 80% do total de massa, tamanhos maiores do que os agregados de brita. Entretanto, ambos apresentaram tamanho máximo de 9,423 mm.

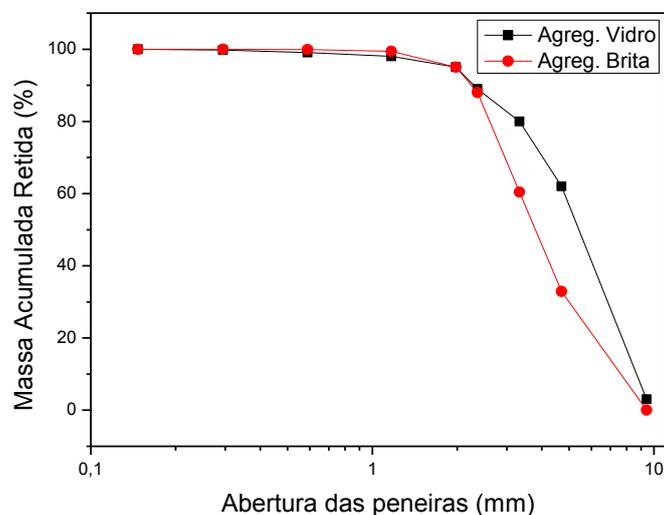


Figura 3. Curva de distribuição granulométrica dos agregados graúdos de brita e de vidros de isolador elétrico.

As Figuras (4), (5) e (6) apresentam os resultados de absorção, porosidade aparente e resistência à compressão axial simples (RCS) respectivamente dos blocos estruturais contendo agregados graúdos de brita (100%-P) e de vidro (100%-

P), curados em 7 e 14 dias, obtidos para os traços em massa 1:2:3:0,42 na primeira fase da pesquisa.

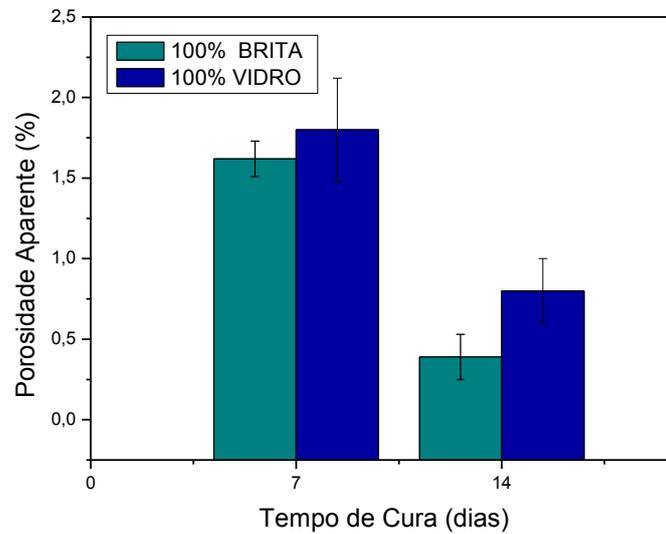


Figura 4. Porosidade aparente para as amostras de concreto com agregados de brita e de vidros curados em 7 e 14 dias.

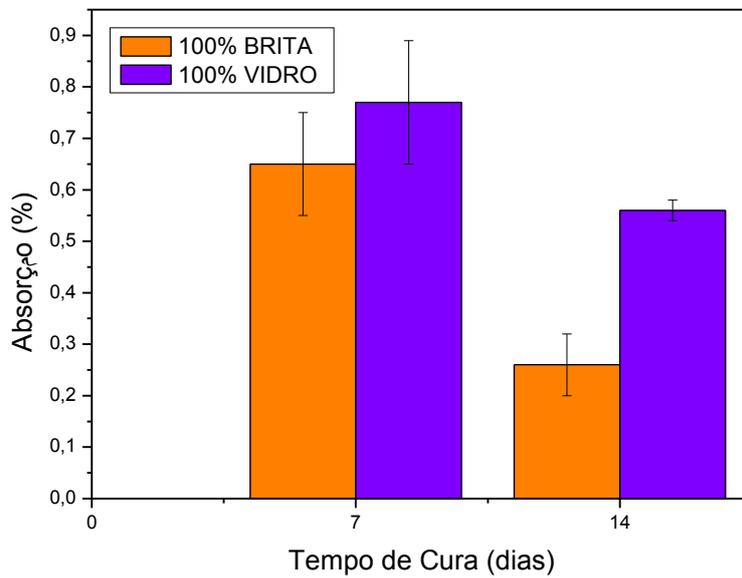


Figura 5. Absorção de água para as amostras de concreto com agregados de brita e de vidros curados em 7 e 14 dias.

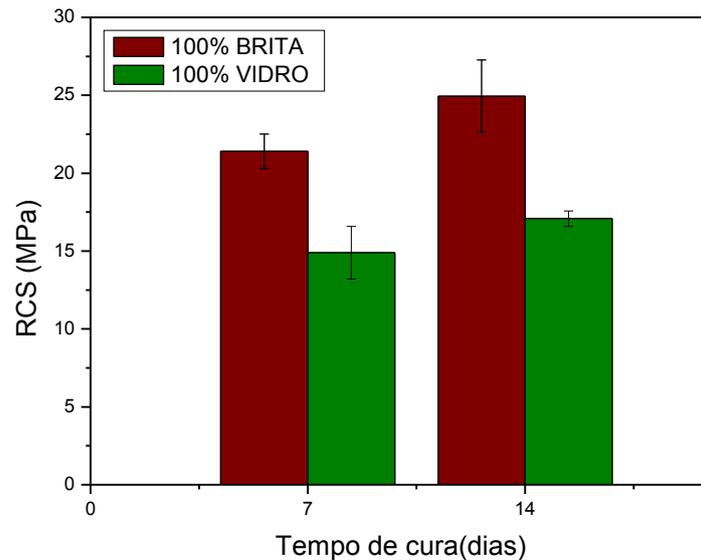


Figura 6. Resistência a compressão axial simples para as amostras de concreto com agregados de brita e de vidros curados em 7 e 14 dias.

De acordo com os resultados apresentados nas Fig. (3) a (5), observa-se que com o aumento do tempo de cura dos corpos de provas, a absorção e a porosidade aparente diminuem e a resistência à compressão axial simples aumenta tanto nos concretos contendo somente agregado graúdo de brita quanto nos concretos contendo agregados graúdos de vidro. Isto ocorre porque existe uma tendência natural de preenchimento dos poros na microestrutura do concreto, devido à progressiva hidratação do cimento, à medida que se aumenta o tempo de cura.

Em geral, nota-se que a absorção de água é maior nas amostras com agregados graúdos de vidro do que nas amostras com agregados graúdos de brita. Isto pode estar associado à maior porosidade apresentada por estas amostras e que devido à forma e ao maior tamanho desses agregados em relação aos agregados de brita, deve ter prejudicado o empacotamento das partículas.

Analisando a Figura 5, vê-se que todos os resultados de absorção tanto com 7 dias quanto para 14 dias de cura foram abaixo do limite máximo de 10% estabelecido pela norma da ABNT 7184 (1991), independente do tipo de agregado.

Os resultados da resistência mecânica a compressão das amostras contendo somente agregado graúdo de brita e amostras contendo somente agregado graúdo de vidro são mostraram que a resistência mecânica das amostras com agregados graúdos de brita foram superiores aos dos confeccionados com agregados graúdos

de vidro, independente do tempo de cura. Apesar desses resultados menores com os agregados de vidro, observa-se que um melhor ajuste da distribuição granulométrica dos agregados de vidros, a diferença de resistência mecânica a compressão poderia ser minimizado e provavelmente a substituição do agregado de brita pelo de vidro poderia ser completa.

Na segunda fase deste trabalho, as figuras 7 e 8 apresentam os resultados de absorção e resistência à compressão simples (RCS) respectivamente das amostras com adições de 25%, 50% e 75% em peso de agregado graúdo de vidro substituindo parcialmente o agregado de brita, utilizando-se o mesmo traço das anteriores.

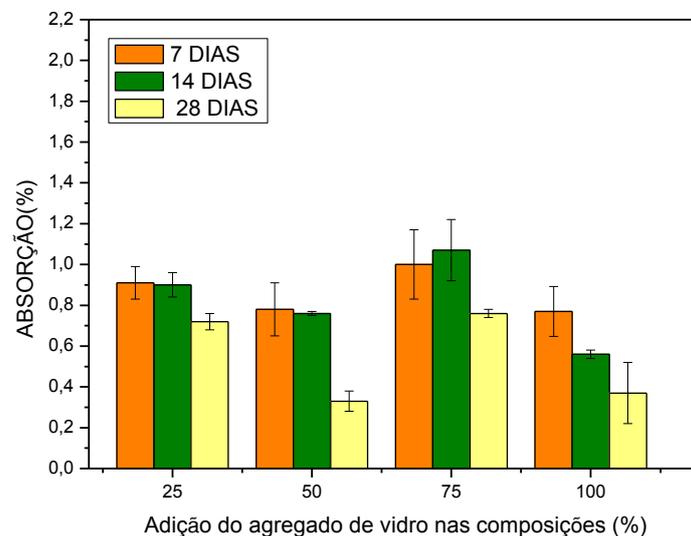


Figura 7. Absorção de água para as amostras de concreto com adições de agregados de vidros curados em 7 ,14 e 28 dias.

Pelo resultado de absorção de água mostrado na figura 7, observa-se que de todas essas composições, a substituição de 50 %-p de agregado graúdo de brita pelo vidro foi a que promoveu o melhor empacotamento das partículas, obtendo-se os menores valores de absorção de água, independente do tempo de cura de 7 , 14 e dias.

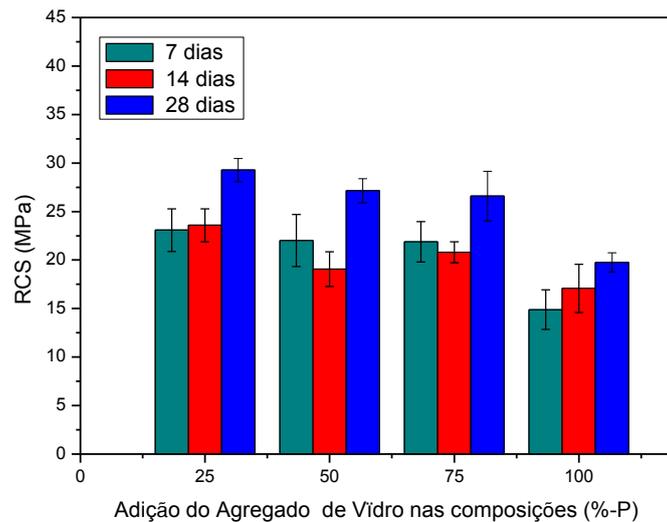


Figura 8. Resistência a compressão das amostras de concreto com adições de agregados de vidros curados em 7, 14 e 28 dias

A figura 8 mostra o resultado de resistência a compressão axial simples das amostras com adições de 25 %, 50 % e 75% em peso de agregado graúdo de vidro substituindo parcialmente o agregado de brita. Este resultado está coerente com o resultado de absorção de água. Observa-se que as amostras que obtiveram maior resistência à compressão foram as que apresentaram a adição de 25 %-p de agregado de vidro, conseqüentemente com menor valor de absorção de água.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta os resultados do estudo da viabilidade técnica da utilização de vidro de isolador elétrico como agregado graúdo em substituição a pedra brita na fabricação de concretos, de modo a prover uma opção adicional para agregar valor aos produtos fabricados com esse resíduo. Os resultados são detalhados, primeiramente, em função da substituição total da pedra brita pelo vidro e, segundo, pela adição de vidro como agregado graúdo em substituição parcial do agregado graúdo de pedra brita. Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem extrair as seguintes conclusões:

Na análise de absorção e porosidade aparente, pode-se observar uma diminuição nos valores destes quando o tempo de cura aumenta de 7 para 14 dias.

Este efeito foi observado tanto nas amostras com 100 %-p de agregados graúdos de brita quanto nas amostras com 100 %-p de agregados graúdos de vidro.

Entretanto, verificou-se que para um mesmo tempo de cura, as amostras com agregados de brita tiveram maiores valores do que os agregados de vidro de isolador elétrico. Estes resultados mostraram que apesar da absorção das amostras com 100 %-p de vidro ter sido superior as amostras com 100 %-p de brita, o mecanismo predominante para esse aumento foi a distribuição granulométrica ter sido prejudicada pela forma e tamanho dos agregados a base de vidros.

Entretanto, observa-se como esperado pelos resultados de absorção de água que a resistência mecânica à compressão foi totalmente dependente dessa distribuição granulométrica. Observa-se que para as amostras com 100 %-p de agregado graúdo de brita foi aproximadamente 68 % maior do que as amostras com 100 %-p de agregado de vidro para 7 dias de curas e o mesmo percentual de 68 % para as amostras com 14 dias de cura.

Com a adição de vidro moído sobre o peso do agregado graúdo, observou-se que a adição de 25 %-p do agregado de vidro com 14 dias de cura, promoveu um aumento na resistência à compressão de aproximadamente 27 % para a mostra com 100 %-p de agregado de vidro e aproximadamente 26 % menor que a amostra com 100 %-p de agregado de brita. A adição de 50 %-p do agregado de vidro com 14 dias de cura, promoveu um aumento na resistência à compressão de aproximadamente 30 % para a mostra com 100 %-p de agregado de vidro e praticamente atingiu o mesmo percentual da amostra com 100 %-p de agregado de brita. Já a adição de 75 %-p do agregado de vidro com 14 dias de cura, promoveu um aumento na resistência à compressão de aproximadamente 24 % para a mostra com 100 %-p de agregado de vidro e aproximadamente 16 % menor que a amostra com 100 %-p de agregado de brita.

Com a adição de vidro moído sobre o peso do agregado graúdo ,observou-se que das adições de 25%,50% e 75% com tempos de cura de 7,14 e 28 dias,as amostras que apresentaram maior resistência relacionado ao tempo de cura foram as de 28 dias e a composição que obteve maior resistência mecânica foi a com adição de 25 %-P com 28 dias de cura ficando com valores aproximados as composições com 50 %-P e 75%-P de mesmo tempo de cura , tal observação nos levando a conclusão que o tempo de cura não influenciou diretamente no valor da resistência dessas composições.

Os valores da absorção está coerente com os valores da resistência obtendo-se valores inversamente proporcionais para resistência e absorção de água.

Observa-se então que a adição de 25 %-p de agregado de vidro nas amostras, com 28 dias de cura promoveram o maior resultado de resistência a compressão (21,5 MPA) quando comparadas com amostras com agregado de vidro e valores praticamente iguais de resistência a compressão (24 MPA) quando comparado com amostras com agregados de brita. Desta forma, essa composição é bastante promissora para ser utilizada em formulações de concreto para essa faixa de valores de resistência a compressão. O grande diferencial, é que essa formulação substitui 75 % de brita que seria utilizado numa formulação para concretos.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Eletronorte pela doação da matéria-prima e ao IFMA pela oportunidade de realização desse trabalho e concessão da bolsa de estudos.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR. 9778- Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica Rio de Janeiro: ABNT, 1987. ABNT -
- Koller, D. R. P., Pilecco, D. S., Bohrer, D., Godoy, J. D., Fensterseifer, C. A. J. e Barroso, L., 2007, "Avaliação da Resistência à Compressão de Argamassas Produzidas com Vidro Moído", Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, Vol. 8, No. 1, pp. 17-23.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em: out. 2007.
- Valin Jr., M. O. e Lima, S. M., 2009, "Influência dos Procedimentos de Cura na Resistência e Absorção do Concreto", Anais do 51º Congresso Brasileiro do Concreto – CBC2009, IBRACON.

PROCESSING OF CERAMIC MASSES OF GLASS RESIDUES FOR USE IN CONCRETE

ABSTRACT

Abstract. This work aims at investigating the performance of concrete blocks produced with aggregates coarse of glass electric insulators. Limits for the substitution of a natural aggregate for this recycled aggregate had been searched. The procedure consisted of molding the blocks and obtaining their respective compressive strengths and water absorptions. The tests were carried out at 7, 14 and 28 days of cure and the substitutions of natural aggregates by residues of glass electric insulators were in the proportions of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. Most of the results obtained showed values in accordance with the limits established by the Brazilian Association of Technical Norms (ABNT). The features of the molded blocks compositions were related to the results of compressive strength, water absorption and porosity. The results had shown that the addition of 50% in weight promoted the greater resulted of compressive strength. The results had shown a great potential for the use of residues of electric insulators as added in concrete.

Keywords: glass aggregate, concrete, compressive strengths.