

SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO (BRITA) POR VIDRO TEMPERADO NO CONCRETO

*José Lucas da Silva
jlsilva@hotmail.com*

*Leandro de Souza Alves
leanderdeise@gmail.com*

*Lucas Aparecido da Silva Lourenço
lucas.lasl.lourenco@hotmail.com*

*Mayara Cristina Pereira
mayara1017@hotmail.com*

*Reinaldo Luciano de Oliveira Pires de Souza
luopsouza@gmail.com*

*Vitor Hugo de Oliveira
vho9810@gmail.com*

Professora Orientadora Dra. Eliane Cristina Gallo Aquino

Professor Co-orientador Msc. Renato Augusto Nascimento

Resumo

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil e existem diversos estudos que propõem substituição dos seus constituintes, visando uma possível melhora na resistência ou durabilidade e a reciclagem de alguns materiais, tal como a substituição do agregado graúdo por vidro de mesma granulometria, o qual possui composição química similar a areia. Este trabalho tem como objetivo analisar e caracterizar concretos produzidos através da substituição da brita pelo vidro. A utilização do vidro em substituição à brita baseou-se na confecção de concretos com quatro proporções distintas na relação vidro x brita, sendo que adotamos como traço base a razão de 1: 2,6 : 3,8 : 0,7.

Palavras-chave: Concreto. Vidro temperado. Brita.

Introdução

Essa pesquisa científica deteve-se em analisar e caracterizar concretos produzidos através da produção de concreto adotando a substituição parcial da brita pelo vidro temperado reciclado. A utilização do vidro temperado à brita baseou-se na confecção de concretos com quatro proporções distintas na

relação vidro x brita, sendo que adotamos como traço base a razão de 1: 2,6 : 3,8 : 0,7.

Os resultados foram obtidos a partir de ensaios à compressão simples, no qual se avaliou a resistência. Com esses dados, pode-se avaliar de forma criteriosa a substituição da brita pelo vidro temperado e quão importante essa substituição pode vir a se tornar para a construção civil. Dos dados obtidos (Tab. 1 a 5), o que mais se mostrou eficiente foi o denominado Grupo 5, que foi o conjunto dos melhores resultados de todos os grupos. O Grupo 3, também, obteve boas propriedades mecânicas. Porém, os demais grupos, apesar de não terem obtido grandes resultados, mostraram-se, ainda, de boa utilização para fins não estruturais. Sendo assim, concluiu-se que a substituição da brita pelo vidro em proporções adequadas pode ser uma maneira de reduzirmos os descartes irregulares e o uso contínuo dos recursos naturais.

GRUPO 1	
Corpos vermelhos	100% brita
Corpos Azuis	100% vidro

Tabela 1 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

GRUPO 2	
Corpos azuis	100% vidro + 466 ml de aditivo

Tabela 2 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

GRUPO 3	
Corpos vermelhos	100% brita
	50% brita x 50% vidro
	75% brita x 25% vidro
	95% brita x 5% vidro

Tabela 3 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

GRUPO 4	
Corpos vermelhos	100% vidro + 133 ml de aditivo
	100% vidro + 166 ml de aditivo
	100% vidro + 200 ml de aditivo
	100% vidro x 233ml de aditivo

Tabela 4 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

GRUPO 5	
Corpos azuis	75% brita x 25% vidro + 200 ml de aditivo

Tabela 5 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

O surgimento do concreto

É sabido que o concreto que atualmente utilizamos na construção civil é o resultado do aprimoramento dos materiais utilizados nas demais construções há milhares de anos, desde o tempo do homem primitivo, passando pelas grandes obras egípcias e as romanas quando descobriram a pozolana e ainda inventaram a técnica da mistura com cal hidratada, resultando numa massa que endurecia com água, conforme descrevem os autores abaixo:

Os antigos utilizavam à larga a pedra como material de construção, seja para edificar suas moradias, seja para construir fortificações, para vencer vãos de rios, ou para construir templos onde se recolhiam para tentar buscar o apoio de seus deuses. Uma coisa ficou clara: a pedra era ótimo material de construção; era durável e resistia bem a esforços de compressão (quando usada como pilares). Quando a pedra era usada como viga para vencer os vãos de médio porte (pontes, por exemplo), então surgiam forças de tração (na parte inferior) e a pedra se rompia. Por causa disso, era limitados os vãos que se podiam vencer com vigas de pedra (BOTELHO e MARCHETTI, 2005, p.23).

Até chegarmos aos dias atuais, o concreto já passou por diversas mudanças em sua composição, ganhando a adição do aço que o fez ainda mais forte e resistente, conhecido como concreto armado.

Concreto e meio ambiente

Ao mesmo tempo em que a produção do concreto utilizando novos materiais recicláveis em sua composição trabalha positivamente na diminuição do descarte destes. A sua produção de modo convencional e até mesmo a sua destinação quando proveniente de demolições pode contribuir negativamente para o meio ambiente, gerando resíduos que muitas vezes estão depositados em locais inadequados ou clandestinos, como terrenos públicos, rodovias, margens de rios, etc.

Apesar de o concreto ser um dos maiores consumidores de matéria prima, como areia, pedra e água, é na produção do cimento, componente essencial na fabricação do concreto, que consiste o maior impacto ambiental, pois, gera a extração de grandes quantidades de rochas, movimentação de terra, uso de energia e sua produção gera cerca de 7% de todo o CO2 na atmosfera de nosso planeta.

Porém, essa situação tem gerado um movimento por pesquisadores, buscando minimizar o impacto causado pela produção do cimento, experimentando e utilizando diversos outros tipos de materiais que substituam algumas das matérias utilizadas na produção do concreto, para diminuição da extração desses materiais. A reutilização de resíduos industriais e agrícolas deve ser a alternativa para a produção de concretos inteligentes.

Resíduos oriundos de demolição ou rejeito de britagem podem ser utilizados como agregado graúdo, reduzindo a necessidade de britagem de novas rochas. Uso de pó-de-pedra, borracha de pneu e até areia de PET (politereftalato de etileno), já se mostram viáveis para produção de alguns concretos, reduzindo a extração de areias de rios e dunas.

Materiais como cinza de casca de arroz, metacaulim e sílica ativa, são adições minerais que desenvolvem características desejáveis de resistência e durabilidade quando utilizados em mistura com cimento Portland e, sob certas condições, podem perfeitamente substituir altos teores cimento nas misturas, conferido a elas, além dos benefícios conhecidos que a redução de cimento traz, aumento significativo de durabilidade.

Além disso, os aditivos químicos têm operado verdadeiros milagres em misturas à base de cimento Portland, reduzindo consideravelmente a

necessidade de água na produção de concretos. O uso combinado de vários desses materiais tem resultado em concretos inteligentes, ou seja, concretos que ao mesmo tempo em que atendem aos requisitos de projeto no estado fresco e endurecido, são capazes de colaborar para a sustentabilidade não só da cadeia produtiva da construção civil, mas também minimiza danos ambientais de outros segmentos industriais.

Vidro

O vidro é um sólido feito à base de sílica (areia), que pode ter composição variada dependendo da propriedade ou função que exercerá, como garantir segurança ou ter alta refletividade. Nele, subdividem-se em tipos, como: comum, temperado, laminado, reflexivo e cristal.

No caso do vidro temperado que estudamos nada mais é do que o próprio vidro comum, porém, com diferente processo fabril, ou seja, nele ocorre a têmpera, um processo no qual o vidro passa a ser controlado à 600°C e logo é resfriado instantaneamente, ou ainda, imerso em produtos químicos no qual o agrega a característica de resistência.

Por outro lado, este tipo de vidro não é considerado reciclado atualmente, apesar de podermos considerar o vidro, em geral, um material reciclado. Isso se dá, pelo fato de que fique pouco vantajoso sua reciclagem, já que demanda altas temperaturas para fundir este tipo de vidro, gera-se um consumo gigantesco de energia e, além disso, atualmente, poucas cooperativas ou agentes ambientais se interessam por essa prática.

Materiais e Métodos

O resíduo de vidro utilizado durante todo o processo é proveniente de sucata de um único corpo com granulometria mista.

O cimento utilizado foi o Cimento CPV ARI – cimento Portland extra forte para estrutura, material comum utilizado na construção civil e encontrado no mercado nacional (Fig. 1).



Figura 1 – Cimento utilizado na produção do concreto
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Para os corpos de prova com mistura de vidro e brita, utilizamos o agregado tipo 1.

Como agregado miúdo, utilizamos areia média, seca em estufa. A areia também se caracteriza como material de comum utilização na construção civil e encontrada em abundância no mercado.

Além disso, em dois grupos, utilizamos um aditivo de resina sintética que proporciona maior aderência da argamassa aos agregados. Todos os testes e procedimentos (Fig. 2) foram realizados nas dependências do laboratório de Edificações da ETEC João Belarmino em Amparo – SP.



Vidro e brita utilizados no experimento

Materiais utilizados

Figura 2 – Experimentos no laboratório de Edificações
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Na tabela abaixo (Tab. 6), identificou-se as características granulométricas do vidro e da brita que foram utilizados no processo (Fig. 3).

Peneiras (em mm)	Massa Retida em Kg	
	Brita	Vidro
19	0,012	0,008
9,5	0,472	0,452
6,3	0,016	0,042
4,75	---	---
Fundo	---	---
Total	0,500	0,502

Tabela 6 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

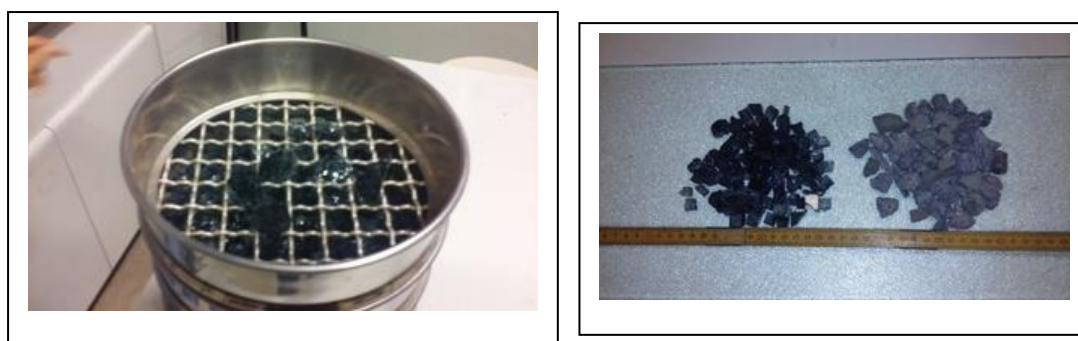


Figura 3 – Granulometria dos materiais
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Na produção das massas de concreto para a realização do experimento, utilizamos de processo e materiais simples encontrados no laboratório da própria escola, tais como: masseira e colher de pedreiro (Fig. 4)



Figura 4 – Materiais utilizados na produção do concreto
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Seguiu-se todos os procedimentos e testes especificados nas normas para a produção de concreto.

Utilizou-se o teste de *slump* para medir a consistência e fluidez das porções de concreto produzidas durante o experimento.

O ensaio é realizado com um equipamento que é realmente simples. Consiste de uma haste de socamento e de um tranco de cone de 300 mm de altura, 100 mm de diâmetro no topo e 200 mm de diâmetro de base.

O tronco do cone é preenchido de concreto, em três camadas com 25 golpes penetrando parcialmente a camada anterior, e depois vagarosamente suspensa.

O concreto sem suporte abate-se pelo seu próprio peso. Esta medida em centímetros que o concreto se abateu é o valor do *Slump* (Fig. 5).



Figura 5 – Testes de slump
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Para o experimento, fabricamos 5 (cinco) grupos de corpo de provas com 4 (quatro) componentes cada dos grupos, obedecendo a NBR 5738 e NBR 12655. Com dimensões de 10 cm X 20 cm, com proporções diferentes nos agregados gráudos, conforme já descritos acima.

Após 24 horas de sua moldagem, os corpos de provas (Fig. 6) foram retirados de suas formas e imersos em água onde permaneceram para cura, até o momento do ensaio de resistência.



Figura 6 – Corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados após 28 dias de cura, respeitando a metodologia descrita na NBR 5739.

Para os testes de compressão dos corpos de prova, utilizamos uma prensa mecânica com sistema de medição digital (Fig. 7).



Figura 7 – Prensa de compressão
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Resultados

Os resultados dos testes de compressão realizados nos corpos de provas de todos os 5 (cinco) grupos estão abaixo discriminados e apresentados em forma gráfica (Gráficos de 1 a 5).

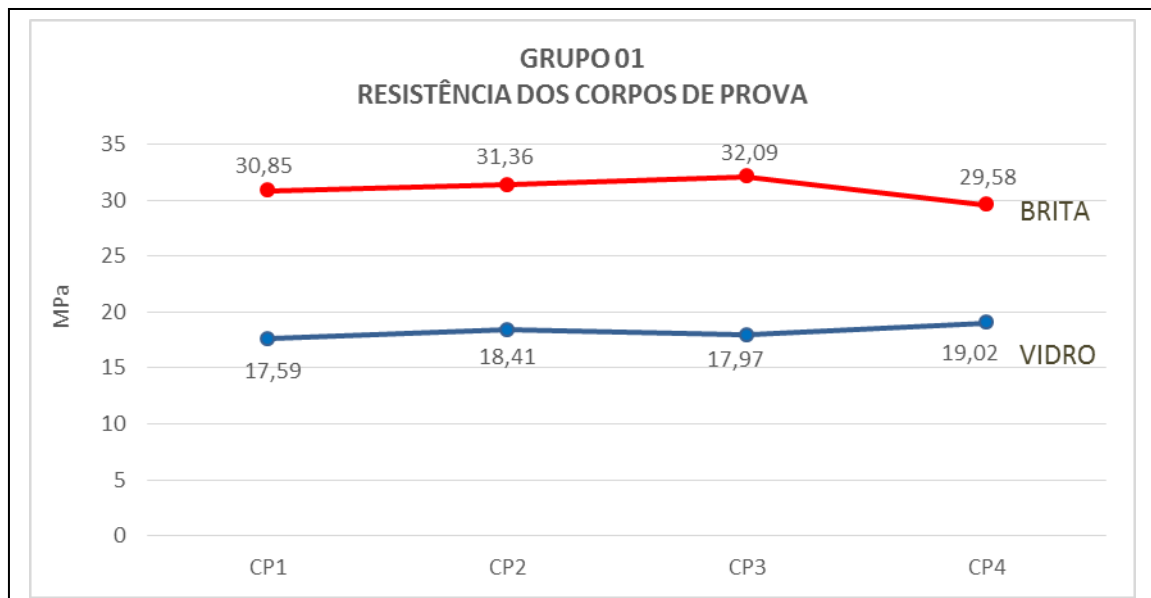


Gráfico 1 – Resultados
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

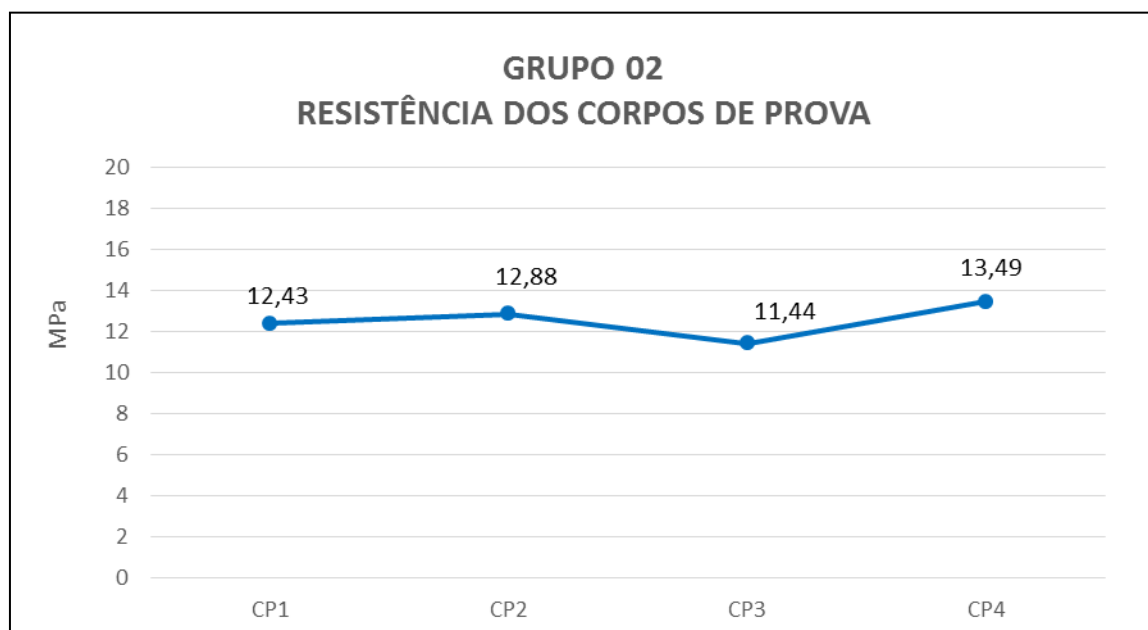


Gráfico 2 – Resultados
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.



Gráfico 3 – Resultados
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

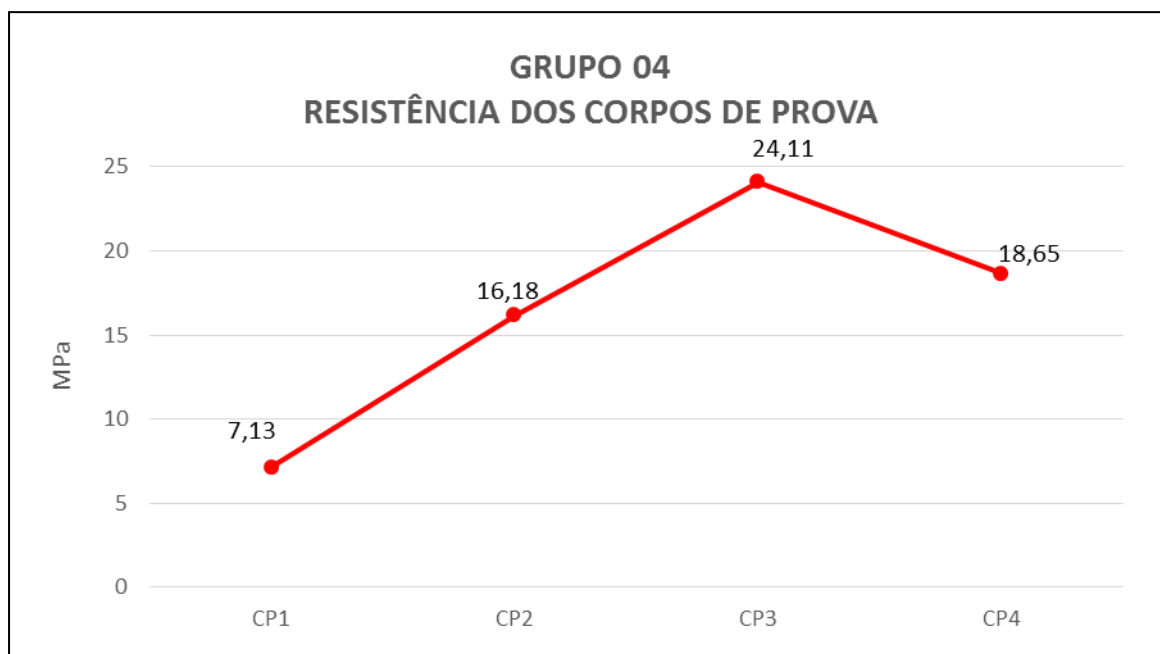


Gráfico 4 – Resultados
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

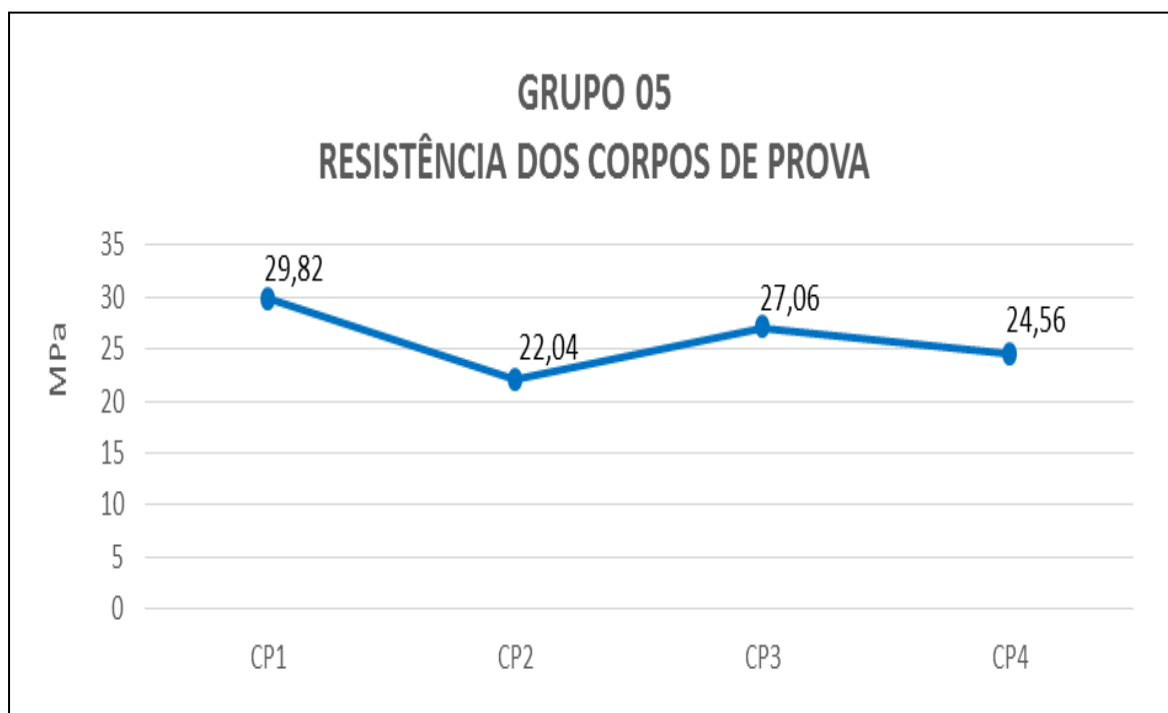


Gráfico 5 – Resultados
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Os resultados mostraram que o Grupo 5, composto de 75% de seu agregado graúdo de brita e os outros 25% de vidro temperado, adicionado o aditivo, foi o que apresentou melhor resistência aos testes de compressão (Tab. 7).

GRUPO	RESISTÊNCIA MÉDIA (em MPa)
Grupo 1	Vermelho – 30,97
	Azul – 18,25
Grupo 2	12,56
Grupo 3	26,24
Grupo 4	16,52
Grupo 5	25,87

Tabela 7 – Análise dos corpos de prova
Fonte: Lucas da Silva et al, 2017.

Considerações Finais

Apesar de haver incentivo para reciclagem de materiais para cuidarmos do meio ambiente, ainda não há no Brasil um programa específico para acolher o reaproveitamento de certas matérias-primas. Reiteramos que se deve dar

atenção especial nessa área da reciclagem e também a implantação de políticas sócio educativas com o objetivo de alcançarmos um patamar satisfatório.

Os concretos do grupo 2 apresentaram um resultado de resistência inferior, em relação aos demais grupos, podendo haver uma relação com possível falta de aderência entre o vidro e os demais componentes do concreto.

Os concretos do grupo 3, produzidos com variações de brita e vidro temperado apresentaram os melhores resultados.

Os concretos do grupo 5, apresentaram resultados próximos aos do grupo 3, porém nesse caso, diferente do grupo 3, houve a adição de aditivo. Porém, o resultado dos demais grupos mostrou que utilizando o vidro temperado como agregado graúdo incorporado à brita, fornece ao concreto propriedades mecânicas consideráveis.

Os resultados dos testes realizados para esta pesquisa mostram que o vidro temperado, material que hoje ainda é descartado como lixo e que pode afetar o meio ambiente, pode ser associado à fabricação do concreto com resultados satisfatórios (Grupos 3 e 5), em aplicações estruturais e em obras de pequeno porte. Sendo que os demais resultados obtidos nos (Grupos 1, 2 e 4) forneceram índices aplicáveis em obras que não necessitem de grandes esforços estruturais, tais como, calçadas, artefatos, entre outros.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 5738**: Modelagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndricos. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 5739**: Ensaio de Compressão de Corpo de Prova Cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7217**: Determinação da Composição Granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 7251**: Agregado em Estado Solto: Determinação da Massa Unitária. Rio de Janeiro, 1982.

_____. **NBR NM 248**: Agregados: Granulometria. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 12655**: Concreto de Cimento Portland: Preparo Controle e Recebimento. Rio de Janeiro, 2006.

MARCHETTI, Marchetti, Osvaldemar e Campos Botelho, Manoel Henrique. **CONCRETO ARMADO EU TE AMO**. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 2015.

Agradecimento(s)

Professor Msc. Renato Augusto Nascimento

Professora Dra. Eliane Cristina Gallo Aquino