

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONCRETO DERIVADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

SILVA, Daniel Fabiano.¹

FORIGO, Camila.²

RESUMO

O setor da construção é responsável por impulsionar a economia de nosso país, seja pela geração de empregos diretos e indiretos ou pela arrecadação de impostos sobre seus insumos, em contrapartida o setor é o que mais gera resíduos ao longo de seu processo, sendo responsável por 50% dos resíduos sólidos gerados nos municípios. Analisando esse cenário, o reaproveitamento de resíduos surge como uma forma de amenizar os danos causados à natureza. Dentre os vários resíduos gerados, o concreto é o que apresenta maior potencial de reaproveitamento, devido ao conhecimento de suas propriedades básicas. Portanto, visando minimizar o impacto ambiental, o estudo objetivou, em analisar a resistência à compressão do concreto com adição de resíduos de concreto derivados da construção civil. Em laboratório foram moldados corpos de prova, com diferentes teores de substituição do agregado graúdo convencional pelo agregado graúdo reciclado de concreto. Observando os resultados obtidos, o concreto com teor de 30% de agregado reciclado, apresentou o melhor desempenho, levando em consideração a quantidade de agregado em sua composição, apresentando uma redução de 22,64% de sua resistência em relação ao concreto convencional. De um modo geral, o concreto com agregados reciclados pode ser empregado em novas dosagens de concreto, tendo em vista que o mesmo apresenta menor resistência comparado ao concreto convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto; agregado reciclado; resíduos; resistência à compressão.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é o segmento que mais cresce no Brasil e no mundo, contudo, as tecnologias e as técnicas construtivas que englobam a área caminham a passos lentos, quando comparado aos outros setores da economia. Apesar de seu baixo desenvolvimento tecnológico o setor contribui expressivamente para o desenvolvimento do país, seja pela arrecadação de impostos sobre seus insumos ou pela geração de empregos diretos e indiretos.

Em contrapartida, o setor é o que mais gera resíduos em seu processo. Segundo Ghueths (2011), a construção civil é responsável por 50% dos resíduos sólidos gerados nos municípios. Só Curitiba gera diariamente três mil caçambas de lixo da construção, o que significa 15 mil toneladas de entulhos, em restos de cal, cerâmicas, tijolos, madeiras e gessos, entre outros descartes.

¹Acadêmico do 10º Período de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: daniel-fs2011@hotmail.com

²Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Civil do Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: camilaforigo@fag.edu.br

Para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Analisando esse cenário, o reaproveitamento dos resíduos surge como uma forma de amenizar os danos causados à natureza, seja pela geração de entulhos descartados muitas vezes em locais impróprios, ou pela grande retirada de matéria-prima, este indispensável para o constante desenvolvimento do setor da construção civil. Sendo assim, faz-se uma obra mais limpa e com menos prejuízos à natureza.

Segundo Buttler (2003), dentre os vários resíduos da construção civil, podemos citar os resíduos de concreto contendo um dos maiores potenciais de utilização, devido ao conhecimento de suas características básicas (fc, idade, etc.) e também devido ao seu menor grau de contaminação por outros materiais quando comparado com outros resíduos da construção. Em sua pesquisa, Buttler concluiu que a resistência à compressão e a tração do concreto não foram afetadas quando utilizado uma fração de agregado reciclado graúdo, pelo contrário, quando submetido ao ensaio de compressão notou-se um ligeiro aumento no seu valor em relação ao concreto com agregados naturais. Isso pode ser explicado pelo processo de cura úmida interna, devido à grande quantidade de partículas de cimento não-hidratadas presentes no agregado reciclado.

Com essas informações, a justificativa para a realização dessa pesquisa se dá ao fato de que os resíduos de concreto provenientes da construção têm um grande potencial de serem reutilizados no próprio setor como matéria-prima, tendo em vista que o mesmo apresenta vantagens em relação aos demais tipos de resíduos devido ao conhecimento das suas propriedades básicas.

A utilização de resíduos de concreto em novas dosagens, implicaria significativamente na redução dos custos que envolvem a extração de matérias primas, além da diminuição de resíduos gerados e descartados na natureza, tornando-se assim uma obra com menos desperdícios em seu processo. Segundo Noguchi e Tamura (2001), no Japão, a reciclagem de resíduos de construção

chega a 57 % do volume total produzido, sendo que 73% desse volume são representados pelo concreto proveniente de demolições e de estruturas e pavimentos de concreto.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: Qual o comportamento da resistência à compressão do concreto, após a adição de resíduos de concreto, em parcial substituição do agregado graúdo convencional?

Ainda, este estudo estará limitado em comparar o comportamento da resistência do concreto em seu estado natural, ou seja, com o emprego do agregado graúdo convencional e posteriormente com a adição de diferentes porcentagens de resíduos de concreto provenientes da construção civil.

Em conformidade com as informações expostas anteriormente, este trabalho tem como objetivo geral analisar a resistência à compressão do concreto após a adição de resíduos de concreto derivados da construção civil, em parcial substituição ao agregado graúdo convencional.

Enfatiza-se que para que este trabalho científico possa ter êxito, os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- a) Verificar a resistência à compressão do concreto em sua composição convencional;
- b) Comparar a resistência à compressão dos concretos ensaiados com adição de resíduos;
- c) Determinar a proporção adequada de resíduos para não comprometer a resistência do concreto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCRETO

Segundo Neville e Brooks (2010), o concreto, no seu sentido mais amplo, é qualquer produto ou massa produzido a partir do uso de um meio cimentante. Geralmente é produto da reação entre o cimento hidráulico e água, mas atualmente mesmo essa definição pode cobrir uma larga gama de produtos. O concreto pode ser produzido com vários tipos de cimento e também conter pozolanas (cinza volante, escória de alto-forno, sílica ativa), adições minerais, agregados convencionais (britas e areias de variadas granulometrias), agregados de concreto reciclado, aditivos, polímeros e fibras. Além disso, esses concretos podem ser aquecidos, curados à vapor, auto clavados, tratados a vácuo, prensados, vibrados por impacto (*shock-vibrated*) estruturados e projetados.

Para Mehta e Monteiro (1994), o concreto é um material composto que consiste essencialmente de um meio contínuo de aglomerante, do qual contém partículas e fragmentos de agregados. É caracterizado, estruturalmente, pela alta resistência à compressão e baixa resistência à tração. E quanto à sua resistência à compressão, classifica-se em três categorias, sendo elas referidas a partir de 28 dias:

- Concreto de baixa resistência: resistência à compressão menor que 20 MPa.
- Concreto de resistência moderada: resistência à compressão de 20 a 40 MPa.
- Concreto de alta resistência: resistência à compressão superior a 40 MPa.

2.1.1 Materiais utilizados para fabricação do concreto

2.1.1.1 Cimento

Para Neville e Brooks (2010), Cimento Portland é o nome dado ao cimento obtido pela mistura íntima de calcário, argila ou outros materiais silicosos, alumina e materiais que contenham óxido de ferro. Essa mistura é queimada à temperatura de clinquerização, sendo o material resultante dessa queima, o clínquer moído. As definições das normas britânicas, bem como das

normas europeias e americanas são baseadas nestes princípios: nenhum material, além de gipsita (sulfato de cálcio), água e agentes de moagem, deve ser adicionado após a queima.

Segundo Neville (1997), o cimento pode ser considerado todo material com propriedades adesivas e coesivas capaz de unir fragmentos de minerais entre si de modo a formar um todo compactado.

2.1.1.2 Agregados miúdos

Segundo a ABNT NBR 7211: 1983, a areia ou agregado miúdo se define como areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, onde os grãos passam pela peneira de 4,8 mm e ficam retidos na peneira de 0,075 mm.

2.1.1.3 Agregados graúdos

Conforme a ABNT NBR 7211: 1983, os agregados graúdos como pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis (inalteráveis sob a ação do ar, da água ou do gelo), ou a mistura de ambos, são os grãos que passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira de 4,8 mm.

2.1.1.4 Água

De acordo com Neville (1997), impurezas contidas na água podem influenciar negativamente a resistência do concreto, causar manchas em sua superfície, ou ainda, resultar em corrosão da armadura. Portanto, preferencialmente deve-se utilizar água limpa para a fabricação do concreto.

2.2 CONCRETO COM AGREGADOS RECICLADOS

Segundo Neville e Brooks (2010), o concreto com agregados reciclados, tem perspectiva de crescimento no futuro devido a duas razões complementares. A primeira é de que as fontes de rochas que podem ser britadas provavelmente irão diminuir e, em alguns países, são instituídas taxas sobre todas as novas pedreiras. A segunda razão é que existe uma diminuição das áreas para descarte de materiais de demolição, incluindo concreto velho e, novamente, existem taxas incidentes sobre aterros.

Segundo a BS 8500-2 (2006), admite-se que o agregado de concreto reciclado contenha até 5% de materiais de alvenaria, porém, quando possuir mais que 5% este é denominado apenas como agregado reciclado.

Segundo ASTM C 294-05 (2010), o ARC (agregado reciclado de concreto) é classificado como um agregado artificial. Para a utilização de concreto velho, como agregado destinado a produção de concreto novo, devem ser estabelecidos os seguintes pontos:

- Por o ARC ser constituído em parte por argamassa velha, a massa específica deste é menor que a do concreto produzido com agregado convencional;
- O concreto produzido com ARC tem maior porosidade e absorção;
- A resistência à compressão potencial do novo concreto é governada principalmente pela resistência do concreto velho, do qual origina-se o ARC a ser utilizado, desde que o agregado miúdo utilizado na nova dosagem seja de boa qualidade;
- Uma diminuição substancial da resistência à compressão pode ocorrer se o agregado miúdo convencional for substituído, parcial ou totalmente, por agregados miúdos de concreto velho. Qualquer material menor que 2 mm deve ser descartado;
- O uso de ARC diminui a trabalhabilidade do concreto fresco para uma determinada quantidade de água, além disso, aumenta a demanda de água para uma determinada consistência, aumenta a retração por secagem para uma determinada quantidade de água e reduz o módulo de elasticidade para uma determinada relação água/cimento. Esses efeitos são maiores quando o concreto velho é utilizado como agregado graúdo e miúdo simultaneamente;

- A resistência ao gelo e degelo do novo concreto depende do sistema de poros e da resistência do concreto velho, bem como das propriedades correspondentes do novo concreto;
- Os aditivos, incorporadores de ar e adições presentes no concreto velho não irão modificar significativamente as propriedades do concreto novo. No entanto, altas concentrações de íon cloreto aquoso no concreto velho pode contribuir para acelerar a corrosão de insertos de aço no concreto novo;
- O concreto velho pode se tornar inadequado na reutilização se o mesmo já foi submetido à ataque químico agressivo ou lixiviação, deterioração por fogo ou utilização em alta temperatura, etc;
- A extensão da contaminação do concreto velho com substâncias deletérias, tóxicas ou radioativas devem ser analisadas em relação ao uso futuro do concreto novo;
- A presença de materiais betuminosos pode prejudicar a incorporação de ar e concentração de apreciáveis materiais orgânicos podem produzir excessiva incorporação de ar. Inclusões metálicas podem causar manchamento por oxidação de vesículas superficiais e fragmentos de vidros podem causar reação álcali-agregados.

2.3 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO

Segundo Rocha e Cheriaf (2003), a abordagem do termo “Reaproveitamento de Resíduos na Área do Ambiente Construído” revela uma importante reversão no nível de prioridade que o assunto normalmente preenchia, não apenas na concepção e produção da edificação, mas dentro das cadeias produtivas do setor da construção civil.

Rocha e Cheriaf (2003), complementa que a legislação própria relacionada aos resíduos gerados pelo setor estabelece a responsabilidade pela geração e a destinação dos resíduos, o que antes era conhecido apenas por entulho ou ‘bota-fora da obra’. Por outro lado, com o desenvolvimento da consciência do setor em relação aos problemas ambientais que o cercam, tem-se hoje consciência da necessidade de desenvolvimento de materiais e processos construtivos que não causem danos ao homem e ao meio ambiente.

2.5 CONCRETO DE REFERÊNCIA

Segundo a ABNT NBR 11768: 1983, concreto com composição e propriedades conhecidas, destinado a comprovar o desempenho de um determinado aditivo.

2.6 DOSAGEM DO CONCRETO

Segundo Neville & Brooks (2010), a dosagem pode ser definida como o processo de seleção dos componentes adequados e a determinação de suas proporções com o objetivo de produzir um concreto econômico que tenha algumas propriedades mínimas, particularmente, trabalhabilidade, resistência e durabilidade.

Para Petrucci (1998), chama-se de *traço* a maneira de exprimir a composição do concreto. O traço tanto pode ser indicado pelas proporções tanto em peso como em volume e, frequentemente, adota-se uma indicação mista: o cimento em peso e os agregados em volume. Seja qual for a forma adotada, toma-se sempre o cimento como unidade e relacionam-se às demais quantidades ao cimento. A unidade (quantidade cimento) pode ser indicada por 1 kg ou litro, pela quantidade contida num saco de cimento ou pela quantidade contida num metro cúbico de concreto.

2.7 RESISTÊNCIA DO CONCRETO

Segundo Neville e Brooks (2010), a resistência do concreto é considerada a propriedade mais importante, embora em muitas situações práticas, outras características, como durabilidade, impermeabilidade e estabilidade de volume podem ser mais relevantes. No entanto, a resistência normalmente dá uma ideia geral de qualidade do concreto, por estar diretamente ligada à estrutura da pasta de cimento.

Existe uma relação próxima entre a resistência à compressão e a resistência à tração do concreto, porém não são diretamente proporcionais, já que a relação entre as duas depende do nível de resistência do concreto. Em geral, a relação entre elas, é menor quanto maior for a

resistência à compressão. Assim, por exemplo, o crescimento da resistência à tração com o passar do tempo de cura é menor que a resistência à compressão. Entretanto, existem vários outros fatores que afetam a relação entre as duas, sendo os principais: os métodos de ensaios para se obter a resistência à tração, a dimensão do corpo de prova, a forma e textura superficial do agregado gráúdo e a condição de umidade do concreto (Neville & Brooks, 2010).

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

A pesquisa realizada trata de uma análise laboratorial quantitativa, onde foram analisados os valores de resistência à compressão do concreto convencional em relação aos valores encontrados no concreto com agregado reciclado, este em parcial substituição do agregado convencional.

A pesquisa foi realizada no laboratório de construção civil do Centro Universitário Assis Gurgacz, onde foram confeccionados corpos-de-prova, com diferentes teores de substituição (15, 30 e 45%) do agregado convencional, o material utilizado para a substituição foi proveniente de corpos de prova, derivados de ensaios realizado pelo Centro Universitário Assis Gurgacz. Quando em seu estado endurecido, os corpos de prova passaram por ensaio de compressão axial, a fim de se determinar a resistência à compressão do mesmo.

3.2 Caracterização do agregado graúdo derivado de concreto

Para tanto, o agregado utilizado para este estudo foi proveniente de corpos de prova de concreto resultante de ensaios executados anteriormente pelo Centro Universitário Assis Gurgacz, os corpos de prova utilizados, estes com resistência à compressão em torno de 20 MPa, com o propósito de não comprometer os resultados esperados ao fim da análise.

Para a confecção do agregado, os corpos de prova passam por um processo de britagem com a finalidade de fragmentar os mesmos em pequenos pedaços, até se obter um agregado com dimensões semelhantes a brita 1. Posteriormente, o agregado passou por um processo de peneiramento, com o intuito de se obter dimensões uniformes.

3.3 Caracterização dos materiais

Os materiais utilizados consistem em agregados graúdos convencionais, agregados graúdos reciclados de concreto, agregados miúdos convencionais, cimento e água. O agregado graúdo convencional utilizado é de origem basáltica denominado como brita 1 (19 mm). Para o uso do agregado reciclado de concreto, foram utilizados corpos de prova, estes triturados e peneirados até obter-se dimensões semelhantes a brita 1. Para o agregado miúdo foi utilizado a areia média. O cimento utilizado foi o cimento Portland tipo CPII-Z e a água empregada para a fabricação do concreto foi fornecida pela rede de abastecimento local.

3.4 Caracterização do concreto com agregado convencional

Para a confecção do concreto com agregado convencional, o qual servirá de base para a comparação com o contendo adição de agregados reciclados de concreto, foi adotado um traço unitário igualmente pesquisado por Oliveira e Passades (2013), de 1 : 2 : 4 : 0,55 (cimento : areia : brita : água), para se obter resistência de 20 MPa, com consistência fixada em 90 ± 10 mm, seguindo recomendações da ABNT NBR 6118: 2014.

3.5 Caracterização do concreto com agregado reciclado de concreto

Para a confecção do concreto com agregado reciclado, foi utilizado o mesmo traço do concreto com agregado convencional, porém, com parciais substituições do agregado graúdo convencional pelo agregado reciclado de concreto. A consistência fixada também foi a mesma do concreto com agregado convencional 90 ± 10 mm, para isso a relação de água/cimento foi maior (do que o anterior), pois o concreto com agregado reciclado demanda mais água para se ter a mesma consistência. Uma vez que a maior demanda de água se dá pelo fato de que o agregado reciclado ter maior absorção.

3.6 Amostras e moldagem dos corpos de prova

Os corpos de prova foram moldados e curados seguindo as especificações da ABNT NBR 5738:2003. Para a obtenção dos dados foram fabricados 3 corpos de prova para cada dosagem de concreto. Em cada uma foi feita a parcial substituição do agregado graúdo convencional por agregado reciclado de concreto, substituição estas definidas em 15, 30 e 45 %. A substituição foi feita pela subtração do agregado convencional e, posterior, adição do agregado reciclado de concreto.

Para a confecção foram utilizados corpos de prova cilíndricos com 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura.

3.7 Ensaio de resistência à compressão axial

A verificação da resistência à compressão, foi feita através do rompimento dos corpos de prova confeccionados, utilizando a prensa hidráulica marca Cotenco com capacidade de 100 tf, após 28 dias de cura do concreto, a contar da moldagem dos corpos de prova.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nesse capítulo serão apresentadas as análises e discussões dos resultados obtidos através do ensaio de resistência à compressão e as constatações levantadas durante a moldagem dos corpos de prova.

4.1 Resistência à compressão axial

Foi realizado o ensaio de resistência à compressão axial em 12 corpos de prova, sendo três de concreto com agregado graúdo convencional e os outros nove de concreto, com parcial substituição do agregado convencional pelo agregado reciclado de concreto, sendo estas de 15, 30 e 45% do total anteriormente utilizado. Todos os corpos de prova foram analisados aos 28 dias de cura.

Tabela 1: Resultados do ensaio de resistência à compressão (MPa) de corpos de prova com idade de 28 dias.

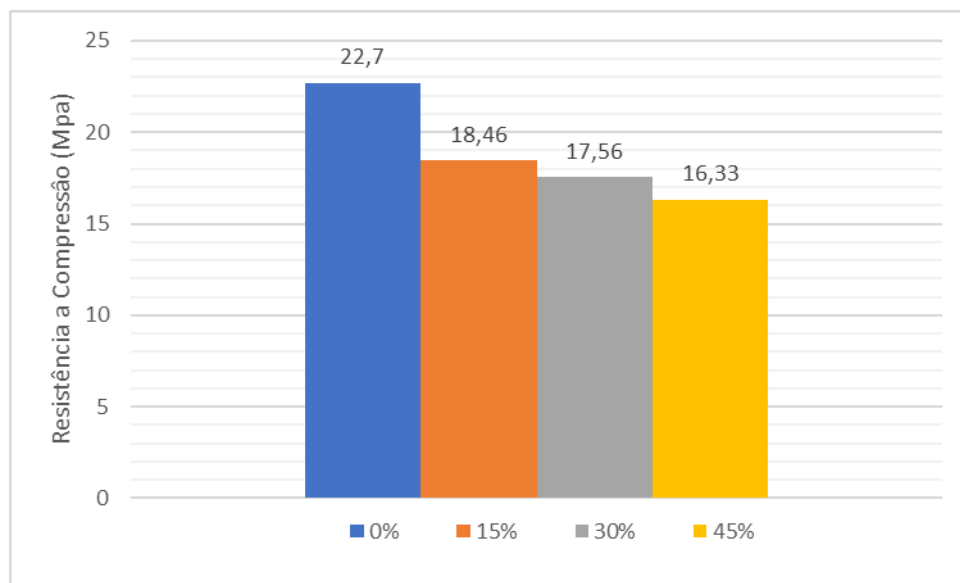
Corpo de prova	Teor de substituição do agregado convencional			
	0%	15%	30%	45%
01	20,1	18,1	18	16,9
02	25,4	18,2	17,4	16,3
03	22,6	19,1	17,3	15,8
Média das resistências	22,7	18,46	17,56	16,33

Nos resultados apresentados na Tabela 01, observa-se que o concreto com agregado reciclado com o teor de 15% apresenta uma redução de resistência à compressão de 4,24 MPa em comparação ao concreto com agregado convencional, tendo-se assim uma diminuição de 18,67% de sua resistência.

Observando o concreto com agregado reciclado com teor de 30% nota-se uma redução de 5,14 MPa de sua resistência à compressão em comparação ao concreto com agregado convencional, sendo assim uma redução de 22,64% de sua resistência. Quando comparado ao concreto com teor de 15% de substituição, nota-se que a redução da resistência à compressão é de apenas 0,9 MPa, ou seja, a perda de resistência não é constante à medida que se substitui o agregado.

Quando analisado o concreto com teor de 45% de agregado reciclado, nota-se uma perda de resistência à compressão de 6,37 MPa, tendo uma redução de 28,06% quando comparado ao concreto convencional. Se comparado ao concreto com teor de 30% tem-se uma redução de 1,23 MPa, conforme apresentado no Gráfico 01, onde se apresenta graficamente a média das resistências obtidas através do ensaio de compressão axial.

Gráfico 1: Resumo resistência à compressão



Confirmando-se assim o que diz Bazuco (1999), onde notou-se uma tendência de redução de resistências conforme o aumento do teor de substituição de agregados convencionais pelos agregados reciclados. Todavia, essas reduções não ocorreram de forma progressivamente linear. Bazuco ainda observou uma tendência de diminuição da resistência à compressão na ordem de 15% a 20% para o concreto com teor de 25% de substituição. Igualmente obtidas através do presente trabalho.

Ao se analisar apenas a resistência à compressão, o teor com o melhor desempenho e o que mais se aproxima do concreto de referência é o teor com 15% de agregado reciclado, embora após o cálculo de desvio padrão, conforme Tabela 02, tem-se o teor de 30% com o melhor desempenho entre os 3 teores, tendo em vista que o mesmo é o que menos perde resistência à compressão, levando em consideração a quantidade de agregado reciclado em sua composição.

Tabela 2: Desvio padrão ensaio de resistência à compressão

Teor de substituição		
15%	30%	45%
0,550757	0,378594	0,550757

4.2 Trabalhabilidade do concreto

De uma maneira geral, para se alcançar o mesmo abatimento do concreto de referência, foi necessário o acréscimo de mais água a mistura dos concretos reciclados, um fator importante e que explica a diminuição da resistência do concreto. Salienta-se ainda que o ajuste de água durante a confecção dos corpos de prova não é uma tarefa fácil, pois demandou várias tentativas até se aproximar ao abatimento do concreto convencional.

Segundo Levy (1997), a maior demanda de água se dá pela maior porosidade do material reciclado, isso faz com que o mesmo tenha uma maior absorção de água, diminuindo a quantidade de água livre das misturas. Bazuco (1999), afirma também que a forma mais angular dos agregados reciclados afeta na diminuição da trabalhabilidade dos concretos que utilizam este material.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando-se o efeito do agregado reciclado sobre novas dosagens de concreto, este em parcial substituição ao agregado convencional, é possível observar que o mesmo tem direta influência na resistência à compressão do concreto, porque quanto maior o teor de agregado reciclado, menor é sua resistência à compressão, porém a diminuição da mesma não acontece progressivamente linear.

A partir dos resultados obtidos, o teor com melhor proporção de agregado reciclado, levando em consideração a resistência à compressão obtida, foi a proporção de 30%, onde obteve-se uma perda de 5,14 MPa em relação ao corpo de prova referência.

Analisando a atualidade do setor, os resíduos de concreto em substituição ao agregado convencional, apresentam um grande potencial de aproveitamento em novas dosagens, visando-se amenizar os danos causados à natureza, seja pela menor geração de resíduos, muitas vezes descartados em locais impróprios, ou pela diminuição da retirada de matéria-prima das jazidas naturais.

Em países como o Japão, a prática da reutilização dos resíduos já faz parte do cotidiano deles. No Brasil ainda se tem paradigmas quanto à sua utilização, seja pelo receio do retorno financeiro, ou pela garantia de sua qualidade estrutural, para isso o uso de concreto reciclado para fins estruturais deve-se salientar considerações em cálculo de que o concreto reciclado apresenta menor resistência comparado ao concreto convencional.

De um modo geral, é possível afirmar que o concreto com agregados reciclados pode ser empregado na produção de novos concretos, para isso o setor da construção civil deve buscar incentivo e alternativas para sua viabilização e tecnologias para aplicação em grande escala.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Por se tratar de um assunto complexo, com uma única pesquisa é impossível entender todos os comportamentos do uso do agregado reciclado sobre o concreto. No sentido de contribuir

para o aumento do conhecimento sobre o assunto tratado, são indicadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Verificar a resistência em diferentes teores de substituições;
- Avaliar outras características do concreto como: resistência à tração e módulo de elasticidade;
- Trabalhar com aditivos que reduzam a relação água/cimento nos concretos com agregados reciclados, com o objetivo de reduzir vazios e aumentar resistência;
- Realizar estudos aprofundados sobre a perda de trabalhabilidade em concretos com agregados reciclados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregado para concreto – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **ABNT NBR 11768**: Aditivos Químicos para concreto – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **ABNT NBR 5732**: Cimento Portland comum – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **ABNT NBR 5739**: Concreto-Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **ABNT NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2014.

BUTTLER, A.M., **Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto-influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados**. Universidade de São Paulo. 2003.

GUETHS, **Para onde vai o entulho da construção civil**. Folha de Londrina o jornal do Paraná, 2011.

LEVY, S.M. **RECICLAGEM DO ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, PARA UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO DE ARGAMASSAS E CONCRETOS**. SÃO PAULO, 1997 – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.

LENIZE DIAS DE OLIVEIRA E AMIRO JOSE PASSADES. **TABELA DE TRAÇOS DE CONCRETO**, 2013.

MEHTA, P. K. MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994.

NEVILLE, A. M., **Propriedades do Concreto**. São Paulo: PINI, 1997.

NEVILLE, A. M. e BROOKS.J.J, **Tecnologias do Concreto**. 2º Edição. São Paulo: PINI, 2010.

PETRUCCI, **Concreto de cimento Portland**. 14. Ed Porto Alegre: Globo, 2005.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 307. DOU nº 136. (2002).

ROCHA C. R. & CHERIAF M. **Aproveitamento de resíduos na construção.** Coletânea Habitare. 2003.

TOMOSAWA, F.; NOGUCHI, T (1996). **Towards Completely Recyclable Concrete.** In: E & F SPON. *Integrated Design and Environmental Issues in Concrete Technology.*