ESTUDO EXPERIMENTAL DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM AGREGADO DE RCD

Lima, R. S. B. (1); Tavares, M. E. N. (2); Bento, R. S. (3)

(1) UERJ – renan.sbdelima@gmail.com; (2) UERJ – etavares@uerj.br; (3) UERJ – Rayza.bento@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho trata da análise do comportamento ao cisalhamento de vigas de concreto armado que utilizam agregados provenientes do beneficiamento de corpos de prova de concreto com resistência característica conhecida de 35 MPa. Foram confeccionados diferentes tipos de concreto, sendo um de referência contendo agregados convencionais e outros contendo substituições de agregados convencionais por agregados reciclados de RCD de diferentes classes e teores de substituição. Com essas diferentes misturas de concreto fabricou-se corpos de prova cilíndricos e prismáticos que foram usados na determinação das propriedades mecânicas do concreto, além de vigas de concreto armado. As vigas possuem seção de 0,15m x 0,30m com vão livre de 1,4m e sua instrumentação foi realizada com base em extensômetros localizados nas armaduras e no concreto, aliado ao uso de deflectômetros em sua face inferior. Esses elementos foram submetidos ao ensaio de flexão simples. Com base nas análises dos resultados, considera-se que as vigas contendo agregados reciclados possuem ligeira inferioridade na resistência ao esforço cortante quando comparadas à viga referência. Por outro lado, como a redução de desempenho das vigas de RCD é pequena e as cargas de ruptura alcançadas por todas as vigas são próximas entre si, conclui-se que o uso de agregados reciclados de RCD nesses elementos estruturais é tecnicamente viável.

Palavras-chave: Resíduo de construção e demolição, concreto reciclado, cisalhamento em vigas.

EXPERIMENTAL STUDY OF REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH AGGREGATE OF RCD

ABSTRACT

The present work deals with the analysis of the shear behavior of reinforced concrete beams using recycled aggregates from concrete specimens with a known characteristic strength of 35 MPa. Different types of concrete were made, one being a reference that contains conventional aggregates and others containing conventional aggregate replacement by recycled CDW aggregates of different classes and substitution levels. With these different concrete mixtures, cylindrical and prismatic specimens were fabricated and used to determine the mechanical properties of concrete, as well as reinforced concrete beams. The beams have a 0.15m x 0.30m section with a free span of 1.4m and their instrumentation was performed based on strain gages located in the reinforcement and concrete, in addition to the use of transducers on their underside. These elements were submitted to the simple bending test. Based on the analysis of the results, it is considered that the beams containing recycled aggregates have a slight inferiority in shear strength when compared to the reference beam. On the other hand, as the performance reduction of the CDW beams is small and the resistance achieved by all the beams are close to each other, it is concluded that the use of recycled CDW aggregates in these structural elements is technically feasible.

Key-words Construction and demolition waste, recycled concrete, shearing in beams.

.

1. INTRODUÇÃO

Praticamente todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduos, comumente chamados de entulho ou resíduo de construção e demolição (RCD). Segundo PINTO (1999)[1], em cidades brasileiras de médio e grande porte, o RCD constitui de 40% a 70% de todos os resíduos sólidos nas cidades brasileiras.

Graças ao conceito de sustentabilidade, o modo o qual o resíduo da construção civil (RCC) vinha sendo tratado está se modificando. Esse resíduo deixou de ser um material descartado e agora está sendo reinserido no ciclo produtivo. Na construção civil, parte integrante do desenvolvimento sustentável é o gerenciamento do RCD.

Uma alternativa inteligente para a diminuição da quantidade desses resíduos é a reciclagem dos mesmos. Essa prática permite reduzir o impacto ambiental, minimizar a extração de recursos minerais e diminuir a poluição gerada pela indústria da construção civil.

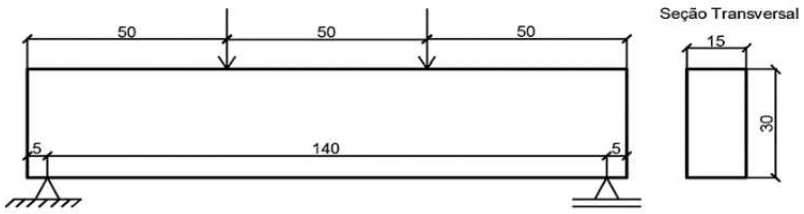
Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelo RCD, é proposto neste artigo o beneficiamento do resíduo Classe A (resolução 307, CONAMA[2]) por meio da reciclagem de corpos de prova de concreto com procedência conhecida em agregados graúdos e miúdos. Os agregados reciclados foram utilizados na confecção de novos concretos (mistos), ou seja, concretos com diferentes percentagens de agregados convencionais e reciclados.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1. Pré-dimensionamento

A seguir é apresentado em croqui a disposição da carga na viga bi-apoiada, além das dimensões de interesse em centímetros.

Figura 1 – Dimensões de interesse da viga



Como a finalidade do trabalho é o estudo do efeito do cisalhamento em concretos com RCD, os estribos foram utilizados com afastamento superior ao calculado pela NBR6118:2014. Por essa norma, seriam necessários 20 estribos de 6,3 mm de bitola com espaçamento de 7,5 cm. A armadura longitudinal foi dimensionada como preconiza essa mesma norma, a partir de uma carga a ser suportada pela viga com deformações de seção transversal pertencentes ao domínio 3. O dimensionamento foi feito para que a carga suportada pela viga fosse maior que o esforço cisalhante na seção, garantindo que esse elemento estrutural não rompesse devido a tensões normais. A Tabela 1 apresenta as taxas de armadura de flexão e cisalhamento das vigas.

Tabela 1 – Resumo da geometria e armadura das vigas

bw (cm)	h (cm)	Armadura longitudinal (mm)	As total (cm²)	Armadura transversal (mm)	Asw total (cm²/m)
15	30	5 Ø 12,5	6,14	11 Ø 6,3 c. 12,5	4,99

2.2. Metodologia

Foram confeccionadas quatro vigas de seção 0,15m x 0,3m com 1,5m de comprimento, sendo cada uma composta por um tipo de concreto e cada tipo de contendo diferentes teores de agregado reciclado. Entre elas estão a viga/concreto referência, que é confeccionada com agregados naturais; viga/concreto 50% graúdo, confeccionada com substituição de 50% do agregado graúdo natural por agregado graúdo reciclado de RCD; viga/concreto 35% graúdo, confeccionada com substituição de 35% do agregado graúdo natural por agregado graúdo reciclado de RCD; viga/concreto 50% miúdo,

confeccionada com substituição de 50% do agregado miúdo natural por agregado miúdo reciclado de RCD.

Os agregados reciclados de RCD são provenientes da reciclagem de corpos de prova com f_{ck} de 35 MPa. O beneficiamento dos corpos de prova em agregado foi feito através de máquina recicladora que promove por meio de duas mandíbulas o esmagamento do concreto, resultando em agregados reciclados de três diferentes granulometrias (areia, brita 0 e brita 1).

2.3. Ensaios de caracterização física dos agregados

2.3.1. Composição granulométrica

São apresentadas a seguir as curvas granulométricas dos agregados graúdos e miúdos. Percebe-se que o objetivo de compatibilizar a granulometria das diferentes fontes de agregado por meio de peneiramento foi alcançada.

Figura 2 – Curva granulométrica dos agregados graúdos

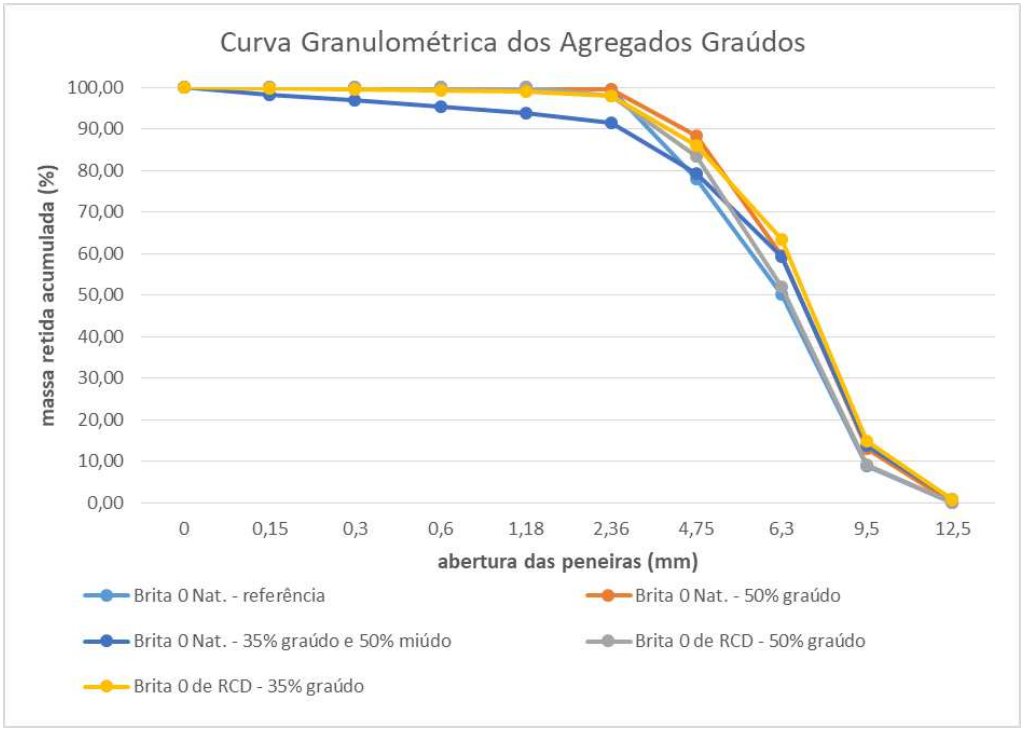
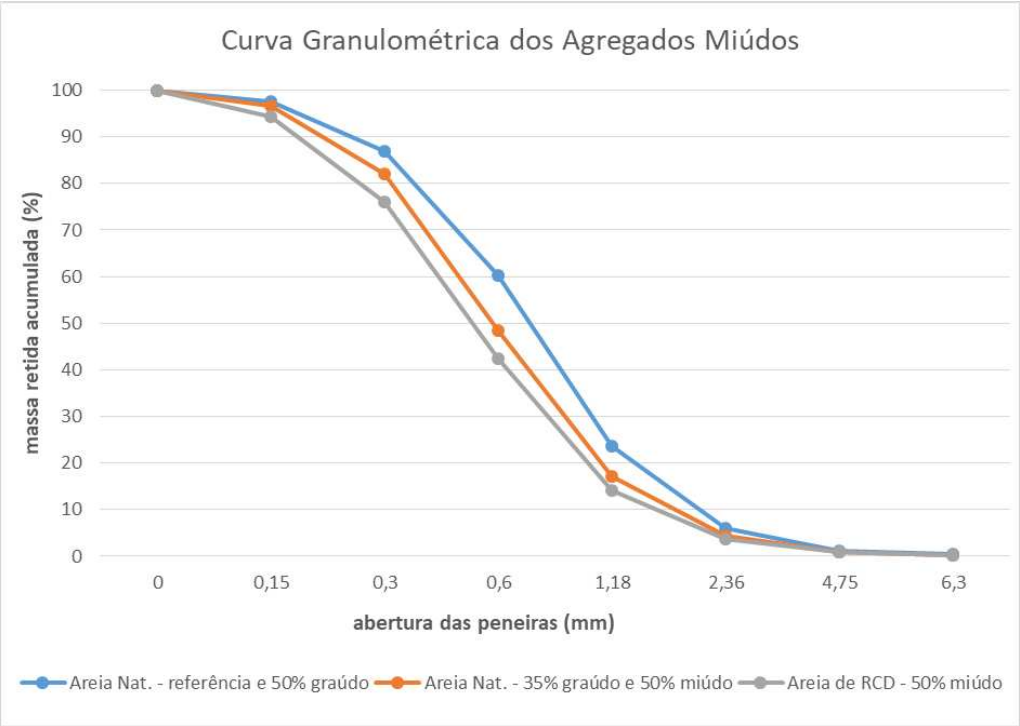


Figura 3 – Curva granulométrica dos agregados miúdos



2.3.2. Absorção de água

Como esperado, os agregados reciclados de RCD apresentaram absorção mais elevada de água do que os agregados naturais. Isso pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Índice de absorção de água dos agregados

Agregados	Absorção (%)
Areia natural (referência e 50% graúdo)	0,2
Brita 0 natural (referência)	1,4
Brita 0 natural (50% graúdo)	1,4
Brita 0 de RCD (50% graúdo)	7,1
Areia natural (35% graúdo e 50% miúdo)	0,6
Areia de RCD (50% miúdo)	8,5
Brita 0 natural (35% graúdo e 50%miúdo)	1,7
Brita 0 de RCD (35% graúdo)	6,7

2.4. Ensaio de caracterização das propriedades mecânicas das armaduras

2.4.1. Armaduras das vigas referência e 50% graúdo.

Os resultados dos ensaios de tração e dobramento das vigas referência e 50% graúdo estão expostos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Cargas, tensões de escoamento e ruptura das barras da armadura das vigas referência e 50% graúdo

Ø Nominal (mm)	Massa (g)	Comprimento (mm)	Massa nominal (Kg/m)	Área (mm²)	Py (kN)	Pu(kN)	fy (MPa)	fu (MPa)	fu/fy
6,0	92,2	378,0	0,244	31,07	20,40	24,15	656,5	773,3	1,2
12,5	381,5	400,0	0,954	121,50	71,26	85,83	586,5	706,4	1,2

Tabela 4 – Alongamento, dobramento e classificação das armaduras das vigas referência e 50% graúdo

Ø Nominal (mm)	L_0 (mm)	L (mm)	Alongamento (%)	Dobramento	Classificação
6,0	60,0	65,0	8,33	Sem fissura	CA-60
12,5	130,0	152,6	17,38	Sem fissura	CA-50

2.4.2. Armadura das vigas 35% graúdo e 50% miúdo

Os resultados dos ensaios de tração e dobramento das vigas 35% graúdo e 50% miúdo são mostrados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Cargas, tensões de escoamento e ruptura das barras da armadura das vigas 35% graúdo e 50% miúdo

Ø Nominal (mm)	Massa (g)	Comprimento (mm)	Massa nominal (Kg/m)	Área (mm²)	Py (kN)	Pu(kN)	fy (MPa)	fu (MPa)	fu/fy
12,5	379,6	398,0	0,953	121,40	65,95	84,58	543,2	696,7	1,3

Tabela 6 – Alongamento, dobramento e classificação das armaduras das vigas 35% graúdo e 50% miúdo

Ø Nominal (mm)	L_0 (mm)	L (mm)	Alongamento (%)	Dobramento	Classificação
12,5	130,0	154,0	18,46	Sem fissura	CA-50

2.5. Concretagem e trabalhabilidade das misturas

A Tabela 7 apresenta o traço unitário usado como referência para confecção de 1m³ de concreto.

Tabela 7 – Traço unitário para 1m³ de concreto

Concreto	Cimento	Brita 0 Nat.	Brita 0 RCD	Areia Nat.	Areia RCD	a/c
Referência	1,00	1,71	0,00	1,75	0,00	0,35
50% Graúdo	1,00	0,85	0,85	1,75	0,00	0,35
35% Graúdo	1,00	0,60	1,11	1,75	0,00	0,35
50% Miúdo	1,00	1,71	0,00	0,87	0,87	0,35

Na concretagem, o cimento utilizado foi o CPII-E32, enquanto o superplastificante foi o TEC FLOW 8000A. Com a finalidade de se obter uma análise de resultados mais precisa, foi feita a compatibilização da granulometria de todos os agregados. Dessa forma, todos os agregados (miúdos e graúdos) tiveram suas curvas granulométricas compatibilizadas entre si, isto é, tiveram em sua composição granulométrica grãos de aproximadamente mesmo tamanho em mesma quantidade.

A trabalhabilidade de todas as misturas foi determinada a partir do “slump test” e é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados dos “slumps”

Concretos	1ª ou única betonada (cm)	2ª betonada (cm)
Referência	20	10
50% graúdo	6,5	8
35% graúdo	2	-
50% miúdo	4	-

Parte das concretagens foi realizada em 2 betonadas por conta das condições em que a betoneira se encontrava no dia da respectiva concretagem. Os “slumps” mais baixos nos concretos 35% graúdo e 50% miúdo são justificados por conta do superplastificante, por motivos não identificados, não terem tido o efeito esperado. Com isso, teve-se que adicionar maior teor de água para que fosse possível confeccionar esses concretos. Isso resultou em um fator a/c de 0,46 para o 35% graúdo e de 0,51 para o 50% miúdo

2.6. Instrumentação das vigas

A viga foi instrumentada antes da concretagem por 11 extensômetros no aço, após a concretagem com 8 extensômetros no concreto e antes do ensaio de flexão simples por 4 deflectômetros posicionados sob a face inferior da viga, sendo um analógico e três digitais. O deflectômetro analógico serviu de calibração para se ter certeza que o deflectômetro digital central estava aferindo o deslocamento corretamente. Os croquis a seguir apresentam o posicionamento de cada extensômetro ou deflectômetro.

Figura 4 – Disposição dos extensômetros nas armaduras

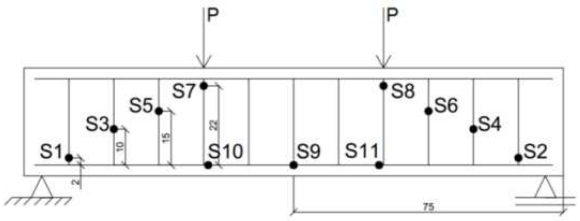


Figura 5 – Disposição dos extensômetros no concreto

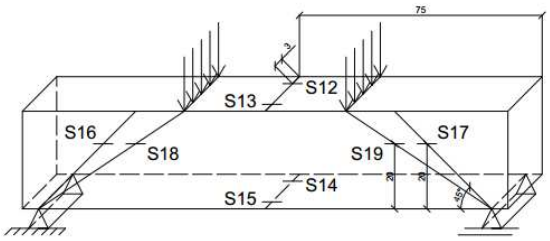
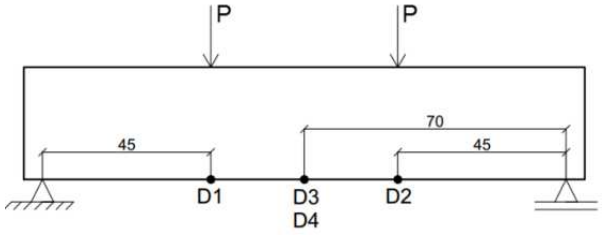


Figura 6 – Disposição dos deflectômetros sob a viga

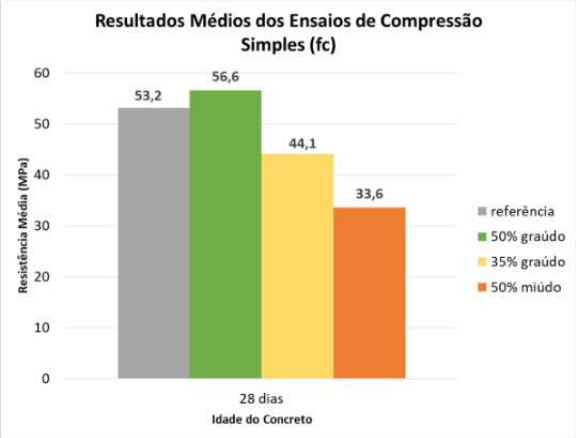


2.7. Ensaios de resistência mecânica dos corpos de prova

2.7.1. Ensaio de resistência à compressão axial

Na Figura 7 é apresentado o resultado para a compressão axial dos diferentes concretos para a idade de 28 dias.

Figura 7 – Resultado médio dos ensaios de compressão simples aos 28 dias



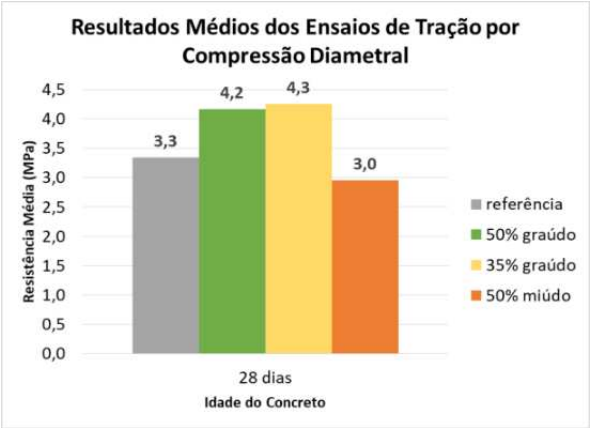
Os concretos confeccionados neste estudo apresentaram evolução da resistência à compressão simples coerentes em relação à idade do concreto, porém os concretos 35% graúdo e 50% miúdo comparados aos concretos referência e 50% graúdo tiveram resistência a compressão inferiores ao esperado. Isso ocorreu por conta do aumento do fator água cimento, especialmente no concreto 50% miúdo. Apesar desse fato, o concreto 35% graúdo apresentou resistência superior à teórica (40 MPa), chegando ao valor de 44,1 MPa com desvio padrão de 3,26 aos 28 dias.

Um fator que pode explicar o valor de 33,6 MPa alcançado pelo concreto 50% miúdo, além da alteração do fator água cimento, é que estudos anteriores atestaram que a utilização de agregado miúdo reciclado parece afetar de forma significativa a resistência à compressão (LEITE, 2001)[4]. Pelos resultados obtidos é possível dizer que a influência do agregado graúdo reciclado é menos prejudicial ao concreto do que a influência do agregado miúdo reciclado.

2.7.2. Ensaio de resistência à tração por compressão diametral

Na Figura 8 são apresentados os resultados médios dos ensaios de tração por compressão diametral aos 28 dias de idade

Figura 8 – Resultados médios dos ensaios de tração por compressão diametral aos 28 dias

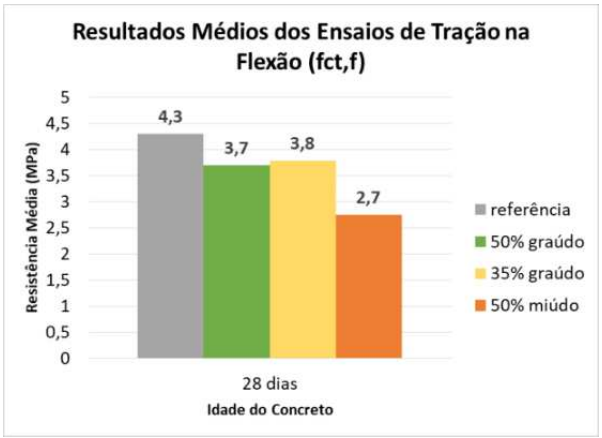


Quando analisada a resistência à tração por compressão diametral, os concretos obtiveram resultados ligeiramente inferiores (50% miúdo) e superiores (35% graúdo, 50% graúdo). Percebe-se que o agregado graúdo reciclado possui influência positiva no comportamento do concreto para esse parâmetro, pois todos os concretos confeccionados com esse tipo de agregado atingiram resistências superior às de referência.

2.7.3. Ensaio de resistência à tração na flexão

Na Figura 9 são apresentados os resultados dos ensaios de tração na flexão para idade de 28 dias.

Figura 9 – Resultados médios dos ensaios de tração na flexão aos 28 dias

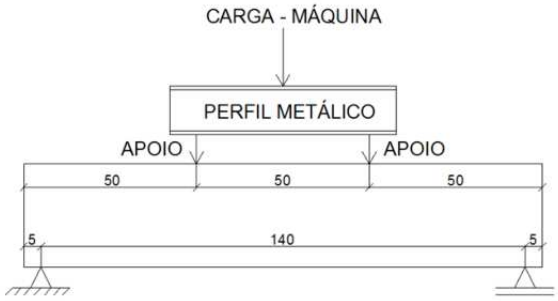


O resultado para tração na flexão mostra que os concretos compostos por agregados reciclados possuem resistência inferior aos concretos convencionais. Destaca-se o desempenho inferior do concreto 50% miúdo. No entanto, isso pode ter sido ocasionado pelo aumento no fator a/c, visto que DA CUNHA (2009)[5] constatou em seu estudo que concretos com substituição de 35% de agregado miúdo por agregado miúdo de RCD e 75% de agregado miúdo por agregado miúdo de RCD obtiveram resultados próximos aos de referência para resistência à tração na flexão.

2.8. Ensaio de flexão simples

A transmissão da carga da máquina para a viga foi realizada por meio de um perfil metálico com massa de 29,6 kg que estava sobre outros dois apoios de 2 kg cada posicionados sobre a viga. A figura a seguir apresenta um croqui do carregamento do ensaio de flexão normal simples.

Figura 10 – Esquema de carregamento da viga



2.8.1. Fissuração

A verificação da fissuração ocorreu de forma visual. A tabela a seguir apresenta as cargas as quais foram registradas o início da fissuração e o momento de fissuração correspondente.

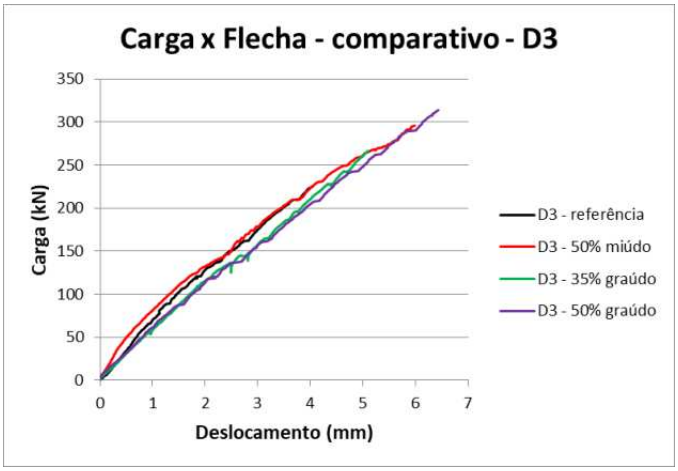
Tabela 9 – Carga e momento de fissuração das vigas

Viga	Carga de fissuração (kN)	Momento de fissuração Ensaio (kN.m)	Momento de fissuração teórico (kN.m)
Referência	65,7	15,1	10,15
50% Graúdo	57,9	13,3	8,74
35% Graúdo	48,9	11,4	9,98
50% Miúdo	50,0	11,7	6,38

2.8.2. Deslocamentos (flechas)

Analisando o deslocamento das vigas no gráfico da Figura 11 a seguir, percebe-se um comportamento global muito similar entre esses elementos estruturais. As vigas compostas por teores de agregado graúdo possuem flechas maiores que a viga referência. Destaca-se o comportamento da viga 50% miúdo. Ela apresentou a curva de deslocamento quase que sobreposta à viga referência, porém para cargas mais altas ela obteve maiores deslocamentos.

Figura 11 – Gráfico Carga x Flecha de D3 (localizado no centro da viga)



2.8.3. Cargas de ruptura

As vigas foram dimensionadas para suportar um momento de 74,84 kN.m. A tabela 10 apresenta as cargas e momentos na ruptura das vigas.

Tabela 10 – Cargas de ruptura das vigas

Viga	Carga de ruptura (kN)	Momento último (kN.m)
Referência	370,5	83,6
50% Graúdo	373,9	84,4
35% Graúdo	393,9	88,8
50% Miúdo	331,4	74,8

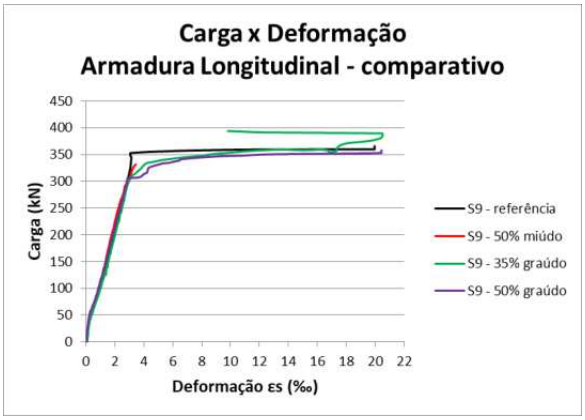
Todas as vigas, com exceção da 50% miúdo, tiveram cargas de ruptura altas e próximas entre si. A viga 50% miúdo apresentou carga última menor, porém seu modo de ruptura foi por conta do deslizamento da armadura longitudinal no apoio. Destaca-se o resultado obtido pela viga 35% graúdo, que apresentou maior carga de ruptura com valor de 393,9 kN. A ruptura dessa viga ocorreu devido ao cisalhamento, tendo como causa o rompimento do estribo. As vigas de referência e 50% graúdo tiveram como causa da ruptura o esmagamento do concreto.

2.8.4. Deformações no aço

Como o número de extensômetros é muito grande, serão selecionados alguns localizados em regiões de interesse para a análise de resultados.

2.8.4.1. Extensômetro S9 no meio do vão da armadura longitudinal

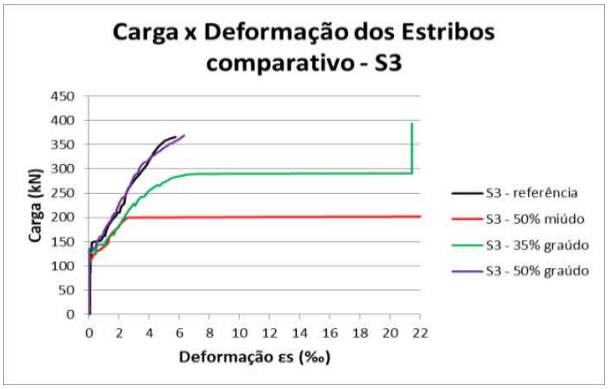
Figura 12 – Gráfico Carga x Deformação de S9 (localizado no centro da armadura longitudinal)



Analisando-se o gráfico pode-se concluir que as 4 vigas mostram comportamento idêntico até a carga de 300 kN. As vigas com substituição de agregado graúdo apresentaram início do escoamento para a mesma carga (304 kN) e deformação (2,6‰ - 2,8‰), porém a viga 50% graúdo teve um patamar de escoamento melhor definido. As cargas finais atingidas pelas armaduras já escoadas foram muito próximas, sendo 351,08 kN para a viga 50% graúdo e 358,15 kN para as vigas referência e 35% graúdo.

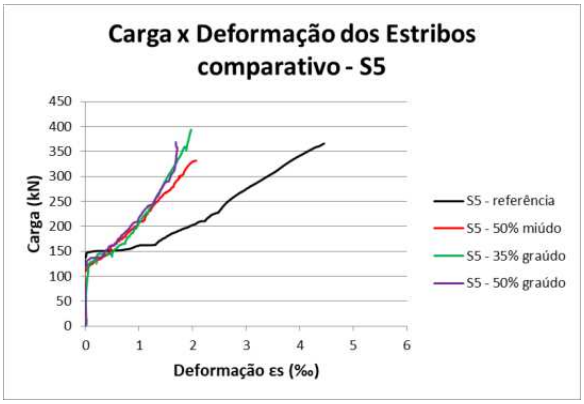
2.8.4.2. Extensômetros localizados na armadura transversal

Figura 13 – Carga x Deformação de S3 (localizado no estribo das vigas)



Como S3 é o extensômetro mais próximo do centro da seção, o mesmo apresenta maior deformação. Segundo o diagrama de tensões cisalhantes, é à meia altura em que a tensão cisalhante obtém seu valor máximo e onde as tensões principais estão inclinadas em 45°. No gráfico de S3 as curvas de todas as vigas tiveram comportamento semelhantes até a carga próxima de 130 kN. Após essa carga, as vigas 35% graúdo e 50% miúdo apresentaram evolução mais rápida de deformações resultando em maiores deformações finais.

Figura 14 – Carga x Deformação de S5 (localizado no estribo das vigas)



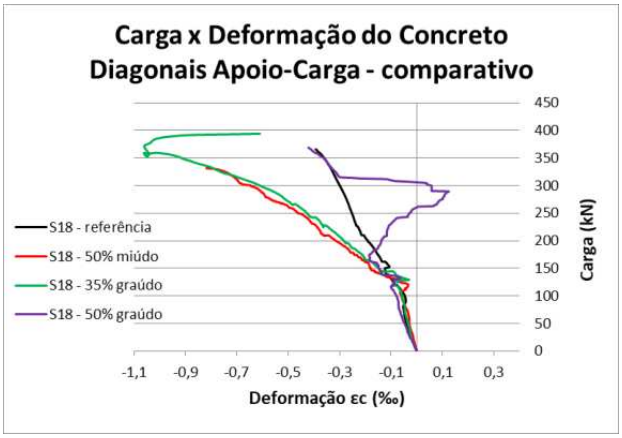
No gráfico de S5, todas as vigas que utilizam RCD em sua composição apresentaram deformações muito próximas entre si e menores que as deformações da viga referência ao longo de todo o carregamento. Isso pode indicar uma perda de ductilidade da viga por conta do uso dos agregados de RCD

Em uma análise global dos gráficos de deformações nos estribos, pode se perceber uma grande variabilidade de qual viga possui maior ou menor deformação quando analisados os extensômetros simétricos e as diferentes posições dos extensômetros.

2.8.5. Deformações no concreto

2.8.5.1. Extensômetro S18 localizado na diagonal apoio-carga

Figura 15 – Carga x Deformação de S18 (localizado na diagonal apoio-carga das vigas)



Como as vigas do estudo são consideradas curtas, elas têm o desenvolvimento de fissuras orientado na direção do ponto de aplicação de carga. Percebe-se pelo gráfico de S18 uma perturbação por volta da carga de 130 kN. Esse momento marca uma transição na evolução das deformações. Isso ocorre por ser justamente por volta dessa carga o surgimento e aumento da quantidade de fissuras de

cisalhamento na face da viga. Até esse ponto, a evolução das deformações de todas as vigas era muito semelhante. A partir dessa carga, as deformações das vigas que utilizam RCD passam a crescer mais rapidamente que as da viga referência. Esse comportamento também pode ser observado nos gráficos de S5 e S6, isso quer dizer que por volta de 130 kN as tensões principais de tração excederam a resistência do concreto à tração, então houve uma transferência do esforço de tração que estava sendo resistido pelo concreto para a armadura transversal.

O extensômetro S18 da viga 50% graúdo a partir de 161,81 kN registrou diminuição das deformações até apresentar deformações de tração. Isso ocorreu por conta do fato desse extensômetro estar localizado em uma região a qual há a principal fissura de cisalhamento. Acredita-se que após a fissura passar próxima ao extensômetro, ou em alguns casos atravessa-lo, esse equipamento tenha sido danificado.

Analisando-se todos os gráficos de deformações nas diagonais, é verificado que todas as vigas de concreto contendo agregado reciclado de RCD possuem bielas de compressão mais deformáveis que a viga de referência confeccionada com concreto tradicional. Entre as vigas que utilizam material reciclado, a que obteve menor deformação (mais próxima à referência) foi a viga 35% graúdo.

3-CONCLUSÕES

A fabricação de concretos contendo agregados reciclados de RCD de fato requer mais atenção que as concretagens tradicionais. Com índices de absorção altos deve-se tomar cuidado principalmente quando empregados em concretos com baixo fator água/cimento. Contudo, considera-se viável a confecção desse tipo de concreto desde que todas as variáveis estejam controladas e seja garantida a execução do traço previamente definido.

Os resultados dos ensaios de flexão simples mostraram que as vigas que utilizam concreto reciclado alcançaram valores de carga última próximos aos da viga referência, sendo em alguns casos até superior. Na verificação visual das fissuras foi constatada a fissuração anterior das vigas de concreto reciclado. As vigas de concreto reciclado também apresentaram maiores aberturas de fissuras, tendo a viga 50% miúdo o pior resultado. Isso sugere um pior comportamento do agregado miúdo reciclado de RCD quanto à fissuração.

De forma geral, a viga referência apresentou menores deformações nos estribos que as vigas contendo agregados reciclados. Esse pior desempenho das vigas de RCD sugere que maiores esforços foram resistidos por suas armaduras transversais, ocasionando maiores deformações. Um fator que pode ter influenciado nesse comportamento é o menor valor de Vc0 das vigas de RCD, já que o mesmo está diretamente relacionado ao resultado do ensaio de tração na flexão e os concretos reciclados obtiveram menores resistências na tração direta. Menor Vc0 significa menor parcela dos mecanismos complementares ao da treliça, parcela que ajuda na resistência ao esforço cortante.

Apesar das vigas confeccionadas com agregados reciclados de RCD possuírem uma redução de resistência ao esforço cortante, esse decréscimo é pequeno. Aliado ao fato das cargas últimas serem próximas à da viga referência, conclui-se que a utilização de concretos contendo diferentes teores e tipos de agregado em vigas de concreto armado é tecnicamente viável.

Nas análises locais (deformação do aço e concreto), a viga 50% miúdo teve desempenho inferior que as vigas com substituição de agregado graúdo. Por outro lado, na análise global a viga 50% miúdo teve o segundo melhor desempenho, atrás apenas da referência. Considera-se possível a substituição dos dois tipos de agregados, porém analisando-se os resultados os concretos com substituição de agregado graúdo por agregado graúdo de RCD se aproximaram mais do concreto convencional.

3. REFERÊNCIAS

1. PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
2. CONAMA. **Resolução No 307**. Brasil, 17 de julho de 2002.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:2015**: Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
4. LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
5. DA CUNHA, P. F. **Análise experimental de vigas produzidas com concretos mistos confeccionados com agregados miúdos convencionais e reciclado de resíduos de construção e demolição (RCD)**. 2009. (Projeto de Graduação) – Faculdade de Engenharia, Universidade do estado do Rio de Janeiro, Rio de janeiro, 2009.