

**Concretos produzidos com a substituição parcial dos agregados naturais por agregados reciclados de resíduos de artefatos de concreto de uma fábrica de Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil.**

*Concrete produced with the partial replacement of natural aggregates by recycled aggregates from residues concrete artifacts from a factory in Barra do Garças, Mato Grosso, Brazil.*

**Caíke Almeida Vilas Novas, Bacharel em Engenharia Civil, UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso.**

caikenovas@gmail.com

**Cristopher Antonio Martins de Moura, Bacharel em Engenharia Civil, Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso.**

cristopherantonio@live.com

### **Resumo**

O setor da construção civil é conhecido por ser um dos maiores geradores de resíduos, dentro desse panorama, estudos sobre a reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como agregados surgem como alternativa para minimizar os impactos causados pelo setor. Nesse contexto, o presente trabalho buscou a caracterização de um concreto produzido com substituição parcial dos agregados naturais por agregados reciclados de resíduos de artefatos de concreto (CSP-ARC) nas proporções de 5%, 10%, 15% e 20%, e no traço pré estabelecido de 1:1,6:2,5, com relação água/cimento variável. Os resultados obtidos mostraram os CSP-ARC apresentaram perda de resistência em relação ao concreto de referência, no entanto, em todos os casos, o índice de desempenho foi acima de 88%, com relação ao concreto de referência, destacando-se o CSP-5%ARC que atingiu índice de desempenho de 95,95%. Através dos ensaios de absorção por capilaridade, foi possível observar que os concretos CSP-ARC apresentaram absorção por capilaridade maior que o concreto de referência.

**Palavras-chave:** Agregado reciclado; Concreto; Resistência à compressão; Absorção por capilaridade

### **Abstract**

*The civil construction sector is known for being one of the largest generators of waste. Within this scenario, studies on the recycling of construction waste (CCW) as aggregates arise as an alternative to minimize the impacts caused by the sector. In this context, the present work sought the*

*characterization of a concrete produced with partial replacement of natural aggregates by recycled aggregates from waste concrete products (CSP-ARC) in the proportions of 5%, 10%, 15% and 20%, and in the mix 1:1.6:2.5 (cement:sand:pebble), with variable water/cement ratio. The results showed that the CSP-ARC presented resistance loss in relation to the reference concrete, however, in all cases, the performance index was above 88%, in relation to the reference concrete, highlighting the CSP-5%ARC that reached a performance index of 95.95%. Through capillary absorption tests, it was possible to observe that the CSP-ARC concretes showed capillary absorption higher than the reference concrete.*

*Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)*

**Keywords:** *Recycled aggregate; Concrete; Compressive strength; Capillarity absorption.*

## 1. Introdução

No âmbito das atividades que causam impactos ambientais negativos associados a construção civil, a obtenção de agregados naturais, que são recursos não renováveis, causa impactos em diversas esferas. O relato realizado por Pinheiro, Mendes e Oliveira (2019), por exemplo, destaca impactos socioambientais relativos a extração de seixo e areia em Porto Grande, no Amapá, e dentre outras coisas, os autores concluíram que a atividade:

tem gerado impactos ambientais que afetam a área lavrada e seu redor, provocando alteração sobre a água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo, interferindo em seu aproveitamento para usos futuros, os quais impactam diretamente na qualidade de vida da população, que é precária. (PINHEIRO; MENDES; OLIVEIRA, 2019, p. 164).

Ainda no contexto das causas de impactos negativos associadas à construção civil, destaca-se também a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) ou resíduos da construção civil (RCC), que “são os [resíduos] provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos [...]” (CONAMA, 2002). Conforme a ABRELPE (2020), a coleta de RCD pelos municípios no Brasil, em 2019, foi de 44.534.380 toneladas, com uma coleta *per capita* de 213,5 kg por habitante, por ano, no referido ano.

Nesse contexto, Santos (2016) também destaca a simultaneidade de impactos associados ao consumo de agregados minerais e a geração de RCD, ambos ligados à construção civil. Logo, percebe-se que esse setor que é reconhecidamente essencial para desenvolvimento da infraestrutura, moradia, empregabilidade, saneamento e economia de um país, também está associado com severas implicações socioambientais.

Conforme Grabasck (2016, p. 35-36):

No Brasil, duas questões centrais ainda desafiam o gerenciamento de resíduos no país: o descarte inadequado destes resíduos, em muitos municípios, e o tímido aproveitamento destes em termos de reciclagem em agregado, que, além de diminuir o descarte em aterros, diminui a extração de areia e brita, recursos naturais extraídos da natureza, amplamente utilizados pelo setor.

Elevada parcela dos RCC gerados é composta por materiais à base de cimento Portland, como concretos, que podem ser utilizados na produção de agregados. Os agregados reciclados de concreto (ARC) possuem propriedades distintas dos agregados de origem natural, haja vista que “Os agregados reciclados de RCC são heterogêneos e possuem uma porosidade mais elevada que os agregados de rochas tradicionalmente empregados para a

confeção de concreto” (TAVARES; KAZMIERCZAK, 2016, p. 84). Dentre outras coisas, Neville (2016, p. 184) destaca que: “Em razão de o ARC ser, em parte, constituído por argamassa envelhecida, a massa específica do concreto com ARC é menor do que a do concreto produzido com agregados convencionais. Pela mesma razão, o ARC possui maior porosidade e absorção.”

Nesse sentido, Buttler (2003, p. 136) observou em sua pesquisa, que “As dosagens com agregados reciclados tiveram uma perda de trabalhabilidade devido à elevada absorção dos agregados”, o que coaduna com Neville (2016, p. 184), quando o autor explica que “O uso de ARC diminui a trabalhabilidade do concreto fresco com qualquer quantidade de água, aumenta a demanda de água para uma determinada consistência [...]”

Diversos autores relataram estudos sobre os ARC em diversas perspectivas de aplicação e caracterização, como Figueiredo *et al.* (2020) que estudaram propriedades de ARC cominuídos em dois tipos de britadores sob a perspectiva de diversos ensaios de caracterização. Há também que se destacar o trabalho de Tavares e Kazmierczak (2016), que estudaram uma alternativa de pavimentação por meio de um concreto permeável produzido com ARC. Nesse contexto, destaca-se também Araújo *et al.* (2016), que observaram em sua pesquisa que “É possível a substituição de 100% do agregado natural pelo agregado reciclado de construção e demolição sem prejuízo das resistências à compressão e à tração do concreto”.

Sob essa perspectiva, no presente trabalho, busca-se relatar o estudo de um concreto obtido com substituição parcial do agregado graúdo (seixo), por agregados reciclados de resíduos de artefatos de concreto de uma fábrica do município de Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, buscando contribuir com o relato de uma destinação alternativa de resíduos, de modo a colaborar com a redução do volume de extração de agregados naturais e com a preservação dos recursos naturais limitados. No Quadro 1 estão apresentadas as principais siglas utilizadas e suas respectivas definições.

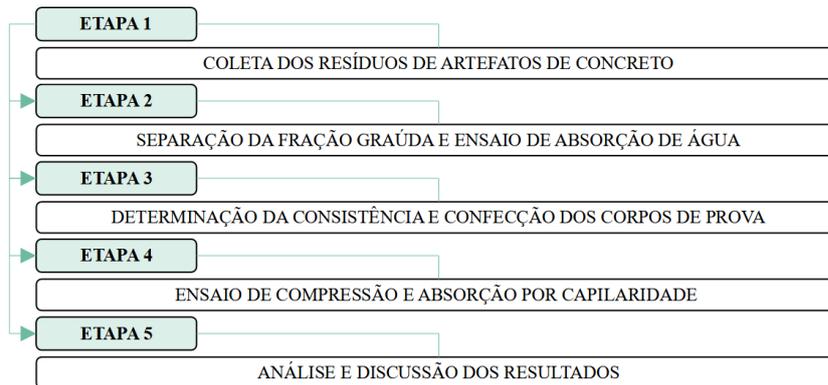
SIGLA	DEFINIÇÃO
RCC	Resíduos da Construção Civil
CSP-ARC	Agregados Reciclados de Resíduos de Artefatos de Concreto
ARC	Agregados Reciclados de Concreto
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
PVC	Policloreto de Vinila
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
NBR NM	Norma Brasileira Norma Mercosul
MPa	Megapascal
CP	Corpo de prova

Quadro 1: Siglas e suas definições. Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2. Materiais e procedimentos metodológicos

Considerando os diversos aspectos para o desenvolvimento do presente trabalho, e tendo como base as definições de Prodanov e Freitas (2013), pode-se classificar a pesquisa como de natureza aplicada, e com relação aos procedimentos técnicos, como uma pesquisa experimental. Do ponto de vista dos objetivos, trata-se de uma pesquisa explicativa e quanto

a forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa quantitativa. A Figura 1 apresenta as etapas de desenvolvimento do presente trabalho.

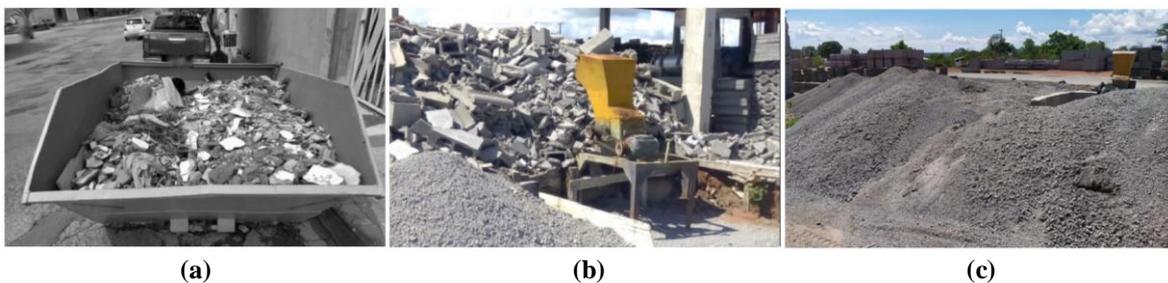


**Figura 1: Resumo do procedimento metodológico. Fonte: Elaborado pelos autores.**

Na primeira etapa, conforme a Figura 1, os agregados reciclados para produção do concreto com substituição parcial dos agregados naturais por agregados reciclados de artefatos de concreto (CSP-ARC) foram recolhidos no pátio de uma empresa de pré-moldados de Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil, que forneceu o material já beneficiado.

A referida empresa produz elementos de concreto como vigotas treliçadas, blocos e telhas de concreto, blocos para piso, dentre outros. No local onde o resíduo foi coletado, foi possível observar um volume significativo de resíduos beneficiados pela empresa (Figura 2c) e à vista disso, o presente trabalho busca explorar uma alternativa para a disposição final desses resíduos.

No presente trabalho, considera-se que os resíduos da indústria de artefatos de concreto possuem grande potencial de reciclagem por apresentarem maior homogeneidade em sua composição, diferentemente dos RCC em geral que, muitas vezes, na ausência do gerenciamento adequado de resíduos, são armazenados misturados com outros tipos de resíduos em caçambas, por exemplo. As Figuras 2a, 2b e 2c evidenciam essa comparação.



**Figura 2: (a) Caçamba com RCC (b) resíduos de artefatos de concreto de uma fábrica local e (c) ARC no pátio da fábrica. Fonte: Arquivo dos autores (2020).**

Na Figura 2a, observa-se a grande quantidade de resíduos de composição distinta na caçamba, incluindo materiais que não fazem parte dos resíduos de Classe A, que de acordo com Resolução CONAMA Nº 307, são aqueles resíduos recicláveis ou reutilizáveis na forma de agregados. Já nas Figuras 2b e 2c, é possível observar a maior homogeneidade entre os resíduos provenientes da fábrica local, onde se observa que o entulho (Figura 2b) é formado

majoritariamente, se não completamente, por resíduos de elementos de concreto pré-fabricados, enquanto na Figura 2c, observa-se o resíduo beneficiado na forma de ARC.

Após obter o agregado reciclado, na Etapa 2, foram utilizadas peneiras para separar a fração graúda do ARC para produção do concreto com a mesma granulometria dos agregados naturais disponíveis, considerando que o objetivo do trabalho foi a substituição parcial da fração graúda. Também foi realizado o ensaio de absorção de água dos agregados graúdos (ARC e seixo) seguindo recomendações da NBR NM 53 (ABNT, 2009).

Os agregados graúdo (seixo) e miúdo (areia) de origem natural foram obtidos no estoque disponível no laboratório da instituição. O agregado miúdo utilizado trata-se de uma areia natural que respeita os limites de granulometria descritos na NBR 7211 (ABNT, 2009). O cimento utilizado foi o CP II E-32 obtido no comércio local. As Figuras 3a, 3b e 3c mostram os agregados utilizados.

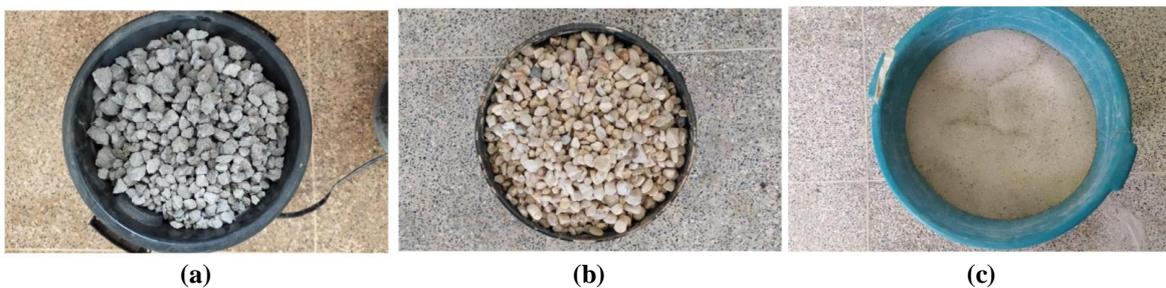


Figura 3: (a) ARC (b) seixo rolado e (c) areia. Fonte: Arquivo dos autores (2020).

Para a fabricação do concreto, foi implementado inicialmente o traço de referência 1: 1,6: 2,5: 0,41 (cimento:areia:seixo:a/c), sendo estabelecidas cinco dosagens: uma dosagem que incluía somente seixo rolado (0% ARC) e quatro dosagens em que a parcela relativa ao seixo rolado foi substituída parcialmente, em massa, por 5%, 10%, 15% e 20% de ARC.

Ainda sobre os traços empregados, cabe destacar que foi necessária a correção da relação a/c. Considerando a maior absorção dos ARC, Padovan (2013) destaca que:

[...] é importante avaliar a taxa de absorção de água do ARC para que possam ser estabelecidas diretrizes **para a compensação desta absorção de água**. [...] Porém, ainda não há consenso sobre a **quantidade de água de compensação a ser utilizada e nem sobre a forma mais adequada para realizá-la**. (p. 48, grifo nosso)

Sobre esse aspecto, Buttler (2003, p. 100) afirma que, em sua pesquisa, “[...] Foi escolhido como parâmetro de controle o abatimento de tronco de cone, portanto cada traço teve uma relação água/cimento em função do mesmo resultado de abatimento.”

Considerando esse aspecto, considerando a facilidade de reprodução e o vasto conhecimento do *slump test*, no âmbito da NM 67 (ABNT, 1998), para esta pesquisa, de forma simplificada também foi preestabelecido como parâmetro de controle o abatimento de tronco de cone, tendo um valor pré-fixado de abatimento em  $100 \pm 10$  mm sem execução de pré-molhagem dos agregados com compensação da água na mistura, alterando a relação a/c até o abatimento pré-fixado.

Portanto, cada amostra com percentuais variáveis de ARC teve uma relação a/c corrigida em função do abatimento de tronco de cone, buscando compensar a absorção de água dos ARC. A Tabela 1 apresenta os traços empregados na confecção dos corpos de prova e os respectivos abatimentos dos concretos obtidos com as relações a/c corrigidas.

Identificação	Cimento	Areia	Seixo	ARC	A/C	Abatimento
Referência	1	1,6	2,500	0,000	0,41	100± 10 mm
CSP – 5%ARC	1	1,6	2,375	0,125	0,43	100± 10 mm
CSP – 10%ARC	1	1,6	2,250	0,250	0,44	105± 10 mm
CSP – 15%ARC	1	1,6	2,125	0,375	0,45	95± 10 mm
CSP – 20%ARC	1	1,6	2,000	0,500	0,46	95± 10 mm

**Tabela 1: Traço empregado (em massa). Fonte: Elaborado pelos autores.**

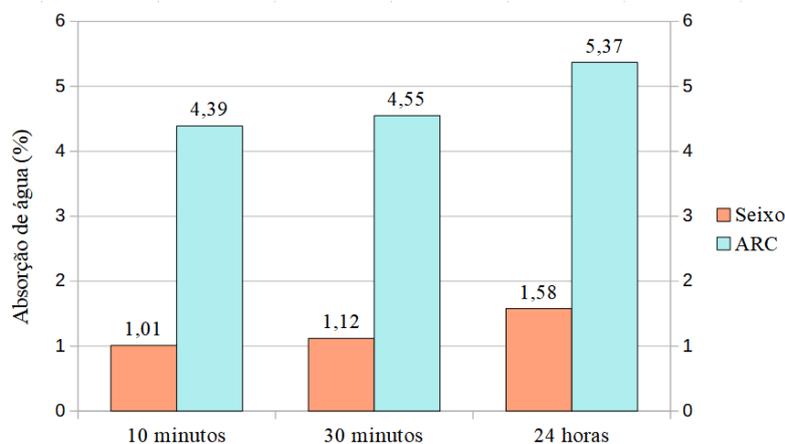
Na etapa seguinte, realizou-se a produção dos corpos de prova após a mistura dos materiais em betoneira conforme os traços indicados. O processo de moldagem dos corpos de prova (CP) baseou-se em recomendações de NBR 5738 (ABNT, 2015). De forma adaptada, foram utilizados moldes de policloreto de vinila (PVC) nas dimensões de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura.

Passadas 24 horas de cura inicial, os corpos de prova foram desmoldados e submetidos ao processo de cura úmida, nas condições estabelecidas pela NBR 5738 (ABNT, 2015) até a idade de 28 dias. Foram confeccionados seis corpos de prova para cada dosagem, sendo que três CP foram destinados aos ensaios de compressão centrada e três CP foram destinados aos ensaios de absorção por capilaridade.

Na quarta etapa da pesquisa, aos 28 dias, foram realizados os ensaios de resistência à compressão simples baseado na NBR 5739 (ABNT, 2018) e a partir dos 28 dias, foram realizados os ensaios de absorção por capilaridade baseado na NBR 9779 (ABNT, 2012). Finalmente, na quinta etapa da pesquisa conforme a Figura 1, os resultados foram analisados e correlacionados, conforme apresentado no tópico a seguir.

### 3. Resultados e discussão

Na Figura 4 são apresentados os resultados de absorção dos agregados graúdos, onde as amostras tiveram suas massas aferidas após 10 minutos, 30 minutos e 24 horas de submersão em água.



**Figura 4: Absorção dos agregados graúdos. Fonte: Elaborados pelos autores (2020).**

Conforme esperado, os valores obtidos de absorção dos agregados mostram que o ARC absorveu uma quantidade consideravelmente superior em comparação ao seixo (agregado

natural). Essa mesma constatação é observada em diversos relatos na literatura. É possível observar que 63,92% do total de água foi absorvido pelos agregados naturais nos 10 primeiros minutos de ensaio, enquanto que para o agregado reciclado este valor foi de 81,75%. Ao final do ensaio, 24 horas após a submersão, concluiu-se que o ARC absorveu 5,37% enquanto o seixo absorveu 1,58%. Os resultados reforçam e corroboram os aspectos discutidos anteriormente sobre a maior porosidade e absorção dos ARC.

A Figura 5 apresenta o resultado do ensaio de resistência à compressão centrada expressos em MPa, sendo indicados os resultados para cada corpo de prova. Complementarmente, na Figura 6, é apresentada a resistência média à compressão centrada e na Figura 7, apresenta-se o índice de desempenho, que é dado pela comparação entre as médias dos traços produzidos com ARC e o traço de referência, produzido somente com seixo.

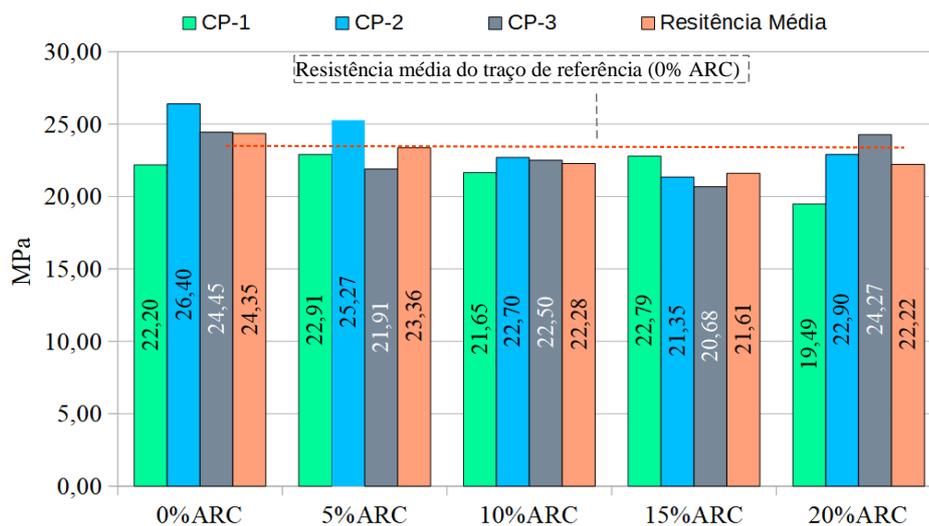


Figura 5: Resultados dos ensaios de resistência à compressão centrada. Fonte: Elaborados pelos autores (2020).

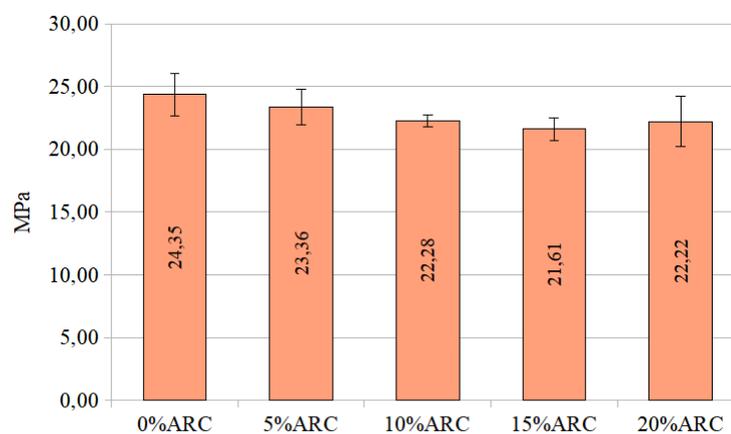


Figura 6: Resistência média à compressão centrada. Fonte: Elaborados pelos autores (2020).

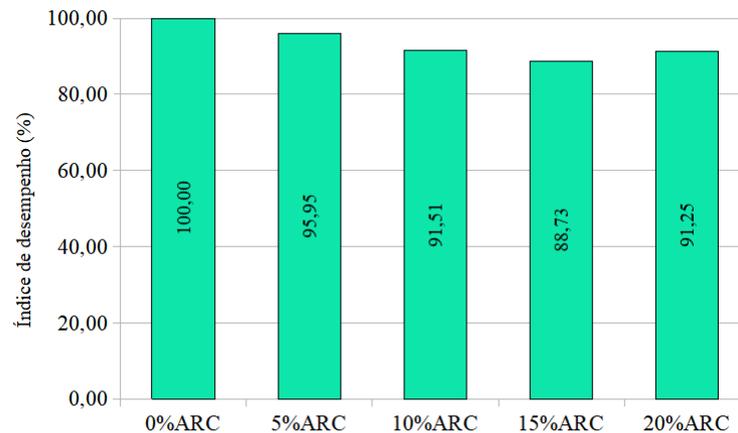


Figura 7: Índice de desempenho. Fonte: Elaborados pelos autores (2020).

Observa-se que a substituição parcial de 5% (CSP-5%ARC) atingiu resistência a compressão média de aproximadamente 95,95% com relação ao concreto de referência. Para o CSP-10%ARC, o índice de desempenho foi de 91,51%, para CSP-15%ARC o índice de desempenho foi de 88,73%, e para o teor de substituição parcial de 20% (CSP-20%ARC), o índice de desempenho foi de 91,25%.

Dessa forma, pela comparação com as médias, observa-se perda de resistência nos concretos produzidos com ARC. Todavia, em todos os casos, o índice de desempenho manteve-se acima de 88% com relação ao concreto de referência, o que é observado como um resultado positivo com relação a propriedade de resistência à compressão, tendo em vista que trata-se da substituição de um recursos não renovável por um resíduo sólido.

Sugere-se que esse resultado pode ter sido influenciado tanto pela relação  $a/c$ , que foi corrigida, quanto pela maior porosidade dos agregados reciclados utilizados. Para trabalhos futuros, pretende-se realizar a compensação parcial da água empregando-se pré-molhagem dos agregados e a inserção de aditivos plastificantes visando a comparação com os resultados obtidos no presente estudo, que foi realizado empregando o ensaio de abatimento de tronco de cone como critério simplificado de correção da relação  $a/c$ .

Na Figura 8 são apresentados os resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade, obtidos através da média aritmética entre os três corpos de prova ensaiados após 28 dias de cura, expressos em  $g/cm^2$  versus horas. Na Figura 9 são apresentados os mesmos resultados indicados na Figura 8, mas expressos em  $g/cm^2$  versus %ARC.

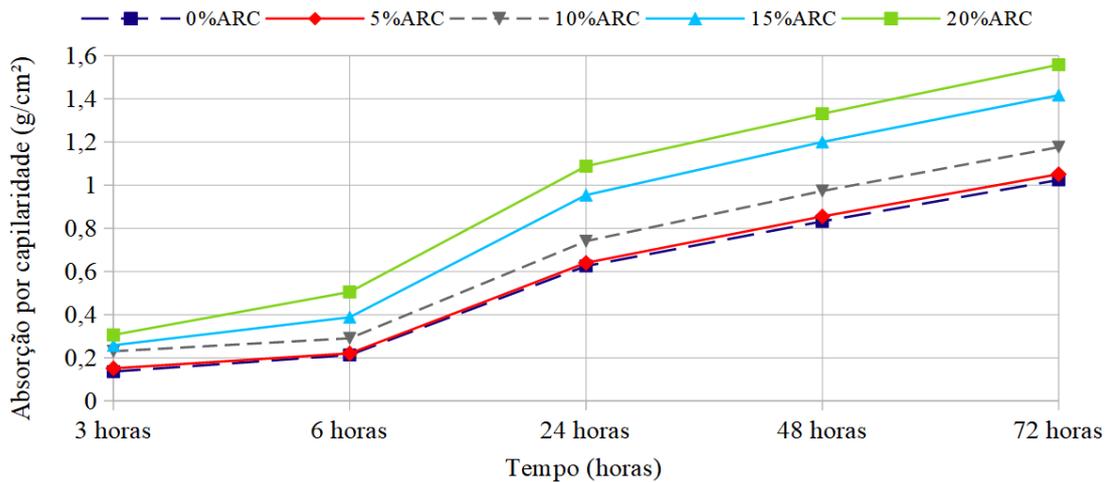


Figura 8: Absorção por capilaridade média (g/cm² x h). Fonte: Elaborados pelos autores (2020).

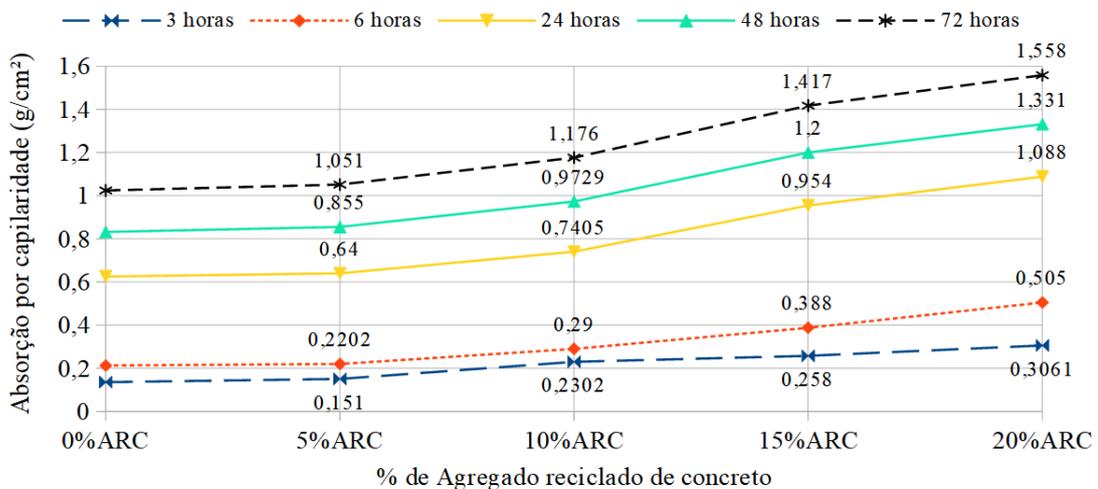


Figura 9: Absorção por capilaridade média (g/cm² x %ARC). Fonte: Elaborados pelos autores (2020).

Pela Figura 8 pode-se identificar uma tendência de aumento da absorção por capilaridade com o tempo de aferição, de modo que a maior quantidade absorvida, apresenta-se após 72 horas de ensaio em todos os corpos de prova. Além disso, percebe-se que o comportamento de absorção por capilaridade mais próximo ao traço de referência (somente seixo) foi o traço CSP-5%ARC.

Tanto pela Figura 8, quanto pela Figura 9, pode-se constatar que os maiores valores de média de absorção por capilaridade ocorreram nas amostras CSP-20%ARC, com aumento crescente da absorção a partir da dosagem CSP-5%ARC. Além disso, constata-se pela Figura 9, é que o aumento do percentual de ARC, trouxe expressivo aumento da absorção por capilaridade, a exemplo da comparação da absorção por capilaridade às 72 horas de ensaio: a média das amostras CSP-5%ARC demonstrou absorção de aproximadamente 1,051 g/cm² enquanto a média das amostras CSP-20%ARC demonstrou absorção de aproximadamente 1,558 g/cm², o que representa um aumento de 48,24% na absorção por capilaridade média.

Dessa forma, pode-se constatar que todos os traços com percentual de ARC apresentaram aumento da absorção por capilaridade em comparação com o traço de referência (0% ARC)

e que o aumento do percentual de ARC resultou em aumento da absorção por capilaridade. Esse resultado possivelmente foi influenciado tanto pela relação a/c, quanto pela maior absorção dos ARC.

Em comparação com os resultados de resistência à compressão, neste trabalho, observou-se que o comportamento favorável aos estudos de aplicações em concreto armado estão associados ao traço com menor percentual de ARC (CSP-5%ARC), pois este apresentou menor absorção por capilaridade em comparação aos outros traços com ARC e obteve um índice de desempenho de 95,95% com relação a resistência à compressão.

Ademais, destaca-se que o comportamento de elevada absorção, com boas características de resistência à compressão, como é o caso do traço CSP-10%ARC, CSP-15%ARC e CSP-20%ARC podem ser de interesse tecnológico para aplicações específicas de materiais à base de cimento Portland, como elementos de concreto para pavimentação permeável, amplamente relatados na literatura.

#### **4. Considerações finais**

Considerando os objetivos do presente trabalho, conclui-se que através dos ensaios de resistência à compressão, pode-se observar que os concretos CSP-5%ARC, 10%ARC, 15%ARC e 20%ARC apresentaram perda de resistência à compressão em relação ao concreto de referência. No entanto, nesse ensaio, obteve-se índices de desempenho acima de 88%, destacando-se o CSP-5%ARC que atingiu índice de desempenho de 95,95% com relação ao concreto de referência.

Através dos ensaios de absorção por capilaridade, foi possível observar que os concretos CSP-5%ARC, 10%ARC, 15%ARC e 20%ARC apresentaram maiores valores de absorção por capilaridade. Dessa forma, destaca-se que o material apresentou um comportamento de maior absorção por capilaridade e valores satisfatórios de resistência à compressão, o que pode representar características de interesse tecnológico para aplicações específicas.

Conclui-se, portanto, que foi possível a obtenção de concretos produzidos com agregados reciclados de artefatos de concreto de uma fábrica local do município de Barra do Garças-MT e que os mesmos obtiveram resultados satisfatórios quanto a sua resistência, demonstrando viabilidade do desenvolvimento de estudos de aplicações, representando mais uma contribuição no estudo de agregados reciclados e a busca da sustentabilidade ambiental associada ao setor da construção civil.

Sendo os ARC variáveis em diversos aspectos, para trabalhos futuros, pretende-se analisar de forma direta a composição dos resíduos, implementar estratégias de compensação parcial da água, pré-molhagem, inserção de aditivos plastificantes e também traços e idades diversas, bem como estudos microestruturais, para compreender a dinâmica de desenvolvimento de resistência e estrutura porosa do material.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Universidade Federal de Mato Grosso (Campus Universitário do Araguaia), aos responsáveis pelo Laboratório de Estruturas, e de forma especial ao servidor Júlio Campos da Cruz pelo auxílio prestado na utilização dos equipamentos e instalações.

## Referências

- ARAÚJO, D. L., *et al.* INFLUÊNCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO EM PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 1, 8 fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/reec.V11i1.35467>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2020**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 53**: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5739**: Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018. 4p.
- BUTTLER, A. M. **Concreto com Agregados graúdos reciclados de concreto – Influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados**. São Carlos, 2003. (Dissertação de mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-06082003-172935/publico/buttler.pdf>. Acesso em: 02 de jan. 2020.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Alterada pela Resolução Nº 469/2015, Resolução Nº 448/2012, 77 Resolução Nº 431/2011 e Resolução Nº 348/2004. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em 10 out. 2019.

FIGUEIREDO, P. O. *et al.* Influência dos métodos de britagem nas propriedades do agregado reciclado de concreto. **Ambient. Constr.**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 99-111, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200390>. Acesso em 24 dez. 2020.

GRABASCK, J. R. **ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA EXTRAÇÃO DE AGREGADO NATURAL E PRODUÇÃO DE AGREGADO RECICLADO: ESTUDO DE CASO NO RS.** 2016. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

Disponível em:

[http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/5398/Jaqueline%20Ramos%20Grabasck\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/5398/Jaqueline%20Ramos%20Grabasck_.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 21 dez. 2020.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do Concreto.** Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 888 p.

PADOVAN, R. G. **Influência da pré-molhagem nas propriedades de concretos produzidos com agregado reciclado de concreto.** 2013. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

Disponível

em:<http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3270/Rafaela+Gava+Padovan.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

PINHEIRO, C. S. S.; MENDES, R. L. R.; OLIVEIRA, M. J. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXTRAÇÃO DE AREIA E SEIXO EM PORTO GRANDE/AP E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO LOCAL. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S.l.], v. 15, n. 1, fev. 2019. ISSN 1809-239X. Disponível em:

<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4326>. Acesso em: 22 dez. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p. ISBN 978-85-7717-158-3. Disponível em:

<https://www.feevale.br/institucional/editora-feevale/metodologia-do-trabalho-cientifico--2-edicao>. Acesso em: 21 dez. 2020.

SANTOS, A. A. M. **CONCRETO COM AGREGADO GRAÚDO RECICLADO DE CONCRETO: DOSAGEM E PRODUÇÃO.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual De Feira De Santana, Feira de Santana. Disponível em:

[http://www.ppgecea.ufes.br/arquivos/File/dissertacoes/2016/Ana\\_Amelia\\_Mota\\_dos\\_Santos.pdf](http://www.ppgecea.ufes.br/arquivos/File/dissertacoes/2016/Ana_Amelia_Mota_dos_Santos.pdf). Acesso em: 24 dez. 2020.

TAVARES, L. M.; KAZMIERCZAK, C. S.. The influence of recycled concrete aggregates in pervious concrete. **Rev. IBRACON Estrut. Mater.**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 75-89, fev. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952016000100006>. Acesso em: 22 dez. 2020.