

## Concreto Autoadensável Produzido Com Areia Reciclada

CANDIDO RICARDO TOMAZONI COREIA<sup>1</sup>, FABIANA TOMAZONI COREIA<sup>2</sup>, BERNARDO ANTONIO SILVA RAMOS<sup>3</sup>, FERNANDO DA SILVA SOUZA<sup>4</sup> e YURI SOTERO BOMFIM FRAGA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Me. em Engenharia Civil, Prof. Ass. UFAC, Rio Branco-AC, candido.coreia@gmail.com;

<sup>2</sup>Esp. em Engenharia Civil, UTFPR, Pato Branco-PR, fabitomazonicoreia@gmail.com;

<sup>3</sup>Me. em Engenharia Civil, Prof. Ass. UFAC, Rio Branco-AC, bernardo.ramos@ufac.br;

<sup>4</sup>Dr. em Engenharia Civil, Prof. Adj. UFAC, Rio Branco-AC, fernando.silva@ufac.br.

<sup>5</sup>Dr. em Engenharia Civil, Prof. Adj. UNB, Brasília-DF, yuri.fraga@unb.br;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
09 a 11 de outubro de 2025

**RESUMO:** Este trabalho investigou a viabilidade da substituição parcial da areia natural por areia reciclada na produção de concreto autoadensável (CAA), em proporção de 50%. O objetivo foi aliar a sustentabilidade ao desempenho técnico do concreto, reduzindo a extração de matérias-primas e o descarte de resíduos da construção civil. Foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido do concreto. No estado fresco, o concreto foi classificado como autoadensável, embora com limitações quanto à aplicação em peças com elevadas taxas de armadura, devido à sua fluidez moderada (classe SF1). No estado endurecido, obteve-se resistência à compressão satisfatória já aos sete dias. No entanto, o uso da areia reciclada implicou em maior variabilidade nos resultados de módulo de elasticidade e tração. Conclui-se que a areia reciclada pode ser empregada no CAA, desde que em proporções limitadas e com ajustes específicos na dosagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto autoadensável, areia reciclada, resíduos da construção civil.

## MAPPING OF THE PEDOLOGICAL POTENTIAL OF THE PARAÍBA STATE FOR THE CULTIVATION OF SUGAR CANE (*Saccharum spp*)

**ABSTRACT:** This study investigated the feasibility of partially replacing natural sand with recycled sand in the production of self-compacting concrete (SCC), at a 50% proportion. The aim was to combine sustainability with the technical performance of concrete, reducing both the extraction of raw materials and the disposal of construction waste. Tests were carried out on the concrete in its fresh and hardened states. In the fresh state, the concrete was classified as self-compacting, although with limitations for use in elements with high reinforcement rates due to its moderate flowability (class SF1). In the hardened state, satisfactory compressive strength was achieved as early as 7 days. However, the use of recycled sand resulted in greater variability in the results of elastic modulus and tensile strength. It is concluded that recycled sand can be used in SCC, provided it is in limited proportions and with specific mix adjustments.

**KEYWORDS:** Self-compacting concrete, recycled sand, construction waste.

## INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades que mais consome recursos naturais e gera resíduos sólidos, sendo responsável por grande parte dos impactos ambientais urbanos (Ângulo e Figueiredo, 2011). Diante desse cenário, torna-se urgente buscar alternativas sustentáveis que promovam a redução da extração de matérias-primas e o reaproveitamento de materiais provenientes dos resíduos de construção e demolição (RCD). Uma dessas alternativas é a utilização de agregados reciclados, como a areia reciclada, que pode substituir parcialmente os agregados naturais na produção de concretos, contribuindo para a economia de recursos e a preservação ambiental (Perius, 2009; Bazuco, 1999).

Paralelamente, o concreto autoadensável (CAA) tem ganhado destaque por suas características superiores de fluidez, coesão e capacidade de preenchimento das formas sem necessidade de vibração, sendo especialmente indicado para estruturas com alta densidade de armaduras (Tutikian e Dal Molin, 2008; Guetti, 2012). Contudo, sua dosagem requer maior controle, uma vez que depende de relações bem definidas entre os materiais constituintes e da utilização de aditivos específicos, como os superplastificantes à base de policarboxilato, para garantir suas propriedades no estado fresco e endurecido (Repetto, 2011; Sobral, 2000).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo investigar a viabilidade do uso da areia reciclada em substituição parcial à areia natural na produção de concreto autoadensável, utilizando a proporção de 50%. A pesquisa se fundamenta na caracterização dos agregados, na definição do traço experimental e na avaliação do desempenho do concreto por meio de ensaios em ambos os estados, visando compreender os impactos da substituição sobre a trabalhabilidade, resistência mecânica e estabilidade do material. A proposta busca, assim, conciliar a inovação tecnológica com a sustentabilidade ambiental, promovendo o uso responsável dos recursos na construção civil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A proposta central deste trabalho consistiu em analisar a viabilidade técnica do uso de areia reciclada como substituto parcial da areia natural na produção de concreto autoadensável (CAA), visando aliar desempenho mecânico à sustentabilidade. A substituição foi feita na proporção de 50% da areia natural por areia reciclada, mantendo os demais parâmetros constantes. A metodologia envolveu desde a caracterização dos materiais até a execução de ensaios no estado fresco e endurecido do concreto.

Foram utilizados os seguintes materiais: cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI), escolhido por sua rápida evolução de resistência mecânica; brita natural do tipo 0, com diâmetro máximo de 9,5 mm, conforme NBR 7211 (ABNT, 2009); areia natural; e areia reciclada de granulometria média-fina, proveniente da britagem de resíduos de construção e demolição (RCD), fornecida pela empresa Future Reciclagem Inteligente. A areia reciclada apresentou módulo de finura de 2,82, maior teor de finos e absorção de água (6,99%) em relação à areia natural (0,40%). O aditivo químico utilizado foi um superplastificante à base de policarboxilato, visando garantir elevada trabalhabilidade sem aumento do teor de água. A relação água/cimento foi fixada em 0,45 para todas as misturas, sem pré-saturação dos agregados.

A primeira etapa consistiu na caracterização física dos agregados, com base nas normas técnicas NBR NM 52 e NM 53 para determinação da massa específica e da massa unitária dos agregados miúdo e graúdo, e na NBR NM 248 para análise granulométrica. A absorção de água foi verificada segundo a NBR NM 30 (agregado miúdo) e NBR NM 53 (agregado graúdo). A saturação do aditivo foi determinada por meio de ensaios com cone de Marsh e mini-slump, sendo verificado o ponto de saturação da pasta cimentícia e a quantidade ideal de aditivo na mistura com agregados.

A dosagem do concreto foi elaborada com base nos métodos empíricos propostos por Tutikian (2007), Repette (2011), com ajustes experimentais realizados em laboratório para obtenção de uma mistura autoadensável estável. Foram confeccionadas amostras com 50% de areia reciclada e 50% de areia natural, observando-se comportamento adequado no estado fresco sem necessidade de incorporação de adições minerais.

Os ensaios no estado fresco foram realizados conforme a série de normas NBR 15823 (partes 1 a 5), incluindo: espalhamento (slump flow), com medida do diâmetro de fluência; tempo de escoamento ( $t_{500}$ ), para estimativa da viscosidade; ensaio com funil V, para verificação da viscosidade plástica aparente; ensaio do anel J, para avaliar a habilidade passante entre armaduras; e ensaio da caixa L, com

duas barras, também para avaliação da capacidade de escoamento do concreto. A massa específica do concreto fresco foi determinada segundo a NBR 9833.

Após confirmação da autoadensabilidade da mistura, foram moldados 36 corpos de prova cilíndricos (10 cm × 20 cm), conforme NBR 5738, para ensaios mecânicos em três idades: 3, 7 e 28 dias. A cura foi realizada por imersão em água saturada com cal, com controle de temperatura ambiente. Os ensaios realizados no estado endurecido seguiram as normas: NBR 5739, para resistência à compressão axial; NBR 7222, para resistência à tração por compressão diametral; e NBR 8522, para determinação do módulo estático de elasticidade. Foram utilizados quatro corpos de prova para cada ensaio em cada idade. Os resultados foram analisados quanto à média, desvio padrão e coeficiente de variação, permitindo avaliar não apenas o desempenho do concreto, mas também a estabilidade e homogeneidade das misturas com agregado reciclado.

Essa abordagem experimental permitiu uma análise criteriosa dos impactos provocados pela introdução da areia reciclada no CAA, tanto do ponto de vista da trabalhabilidade e fluidez no estado fresco quanto do comportamento mecânico e da durabilidade potencial no estado endurecido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estado fresco, o concreto com 50% de substituição da areia natural por areia reciclada apresentou comportamento compatível com a classificação de concreto autoadensável, segundo os critérios da NBR 15823-1:2017. O ensaio de espalhamento (slump flow) resultou em 610 mm, enquadrando-se na classe SF1, o que o torna adequado para peças com baixa taxa de armadura. A Figura 1 ilustra o ensaio de espalhamento realizado.

Figura 1 – Ensaio de espalhamento (slump flow) do concreto com 50% de areia reciclada.



O tempo t500 foi de 4,4 segundos, e os ensaios de viscosidade com o funil V indicaram tempo de 17,5 segundos (classe VF2), sinalizando alta viscosidade plástica. Isso foi confirmado pela presença de pequenas bolhas de ar na superfície dos corpos de prova, como mostra a Figura 2, que demonstra o efeito do aprisionamento de ar pela mistura densa.

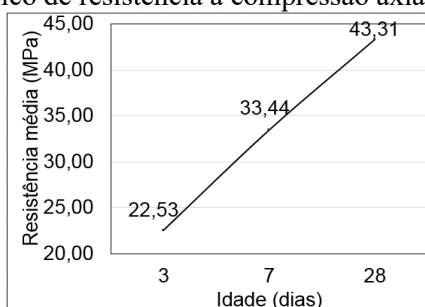
Figura 2 – Corpos de prova com bolhas de ar visíveis após a cura.



A habilidade passante foi satisfatória: o ensaio da caixa L apresentou relação H2/H1 de 0,84 (classe PL2), adequada para espaçamentos entre armaduras de 60 a 80 mm; o anel J indicou diferença de altura de 40 mm (classe PJ2), compatível com elementos com espaçamento de 80 a 100 mm.

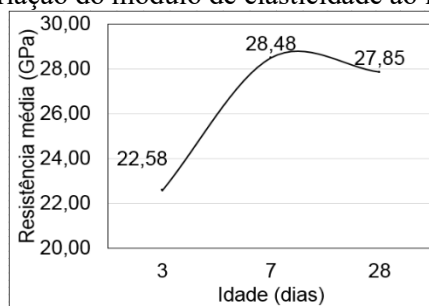
No estado endurecido, os resultados mostraram ganho progressivo de resistência à compressão, atingindo média de 22,53 MPa aos 3 dias, 33,44 MPa aos 7 dias e 43,31 MPa aos 28 dias (Figura 3). A resistência esperada foi atingida já na idade de 7 dias, devido à baixa relação água/cimento e ao uso de cimento CP V-ARI.

Figura 3 – Gráfico de resistência à compressão axial (3, 7 e 28 dias).



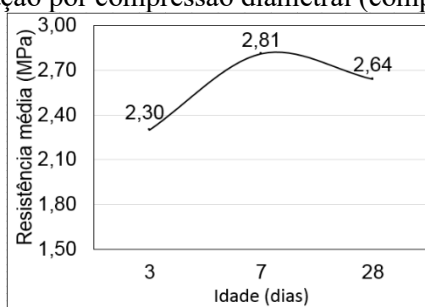
O módulo de elasticidade apresentou crescimento até os 7 dias, mas certa instabilidade aos 28 dias, com aumento do desvio padrão entre as amostras, possivelmente devido à presença de ar aprisionado e heterogeneidade dos agregados reciclados (Figura 4).

Figura 4 – Variação do módulo de elasticidade ao longo do tempo.



A resistência à tração por compressão diametral evoluiu de 2,30 MPa (3 dias) para 2,81 MPa (7 dias), com leve decréscimo aos 28 dias (2,64 MPa). Ainda assim, os valores se mantiveram dentro de faixas aceitáveis para aplicações estruturais simples (Figura 5).

Figura 5 – Resistência à tração por compressão diametral (comparativo entre 3, 7 e 28 dias).



A mistura 100% com areia reciclada foi testada, mas apresentou segregação, exsudação e perda de trabalhabilidade. Isso confirma que a substituição total não é viável sem alterações significativas na composição ou adição de materiais finos estabilizantes. Conclui-se que a proporção de 50% é um ponto de equilíbrio entre desempenho técnico e sustentabilidade, desde que acompanhada de controle de dosagem e ajuste do teor de aditivos.

## CONCLUSÃO

A substituição parcial da areia natural por areia reciclada, na proporção de 50%, demonstrou-se viável para a produção de concreto autoadensável, atendendo aos critérios normativos no estado fresco e apresentando resistência à compressão satisfatória no estado endurecido. Embora tenha ocorrido maior variabilidade nos ensaios de módulo de elasticidade e tração, os resultados permaneceram dentro de faixas aceitáveis. A substituição total não foi recomendada devido à perda de coesão e segregação da mistura. Conclui-se que o uso de areia reciclada em até 50% contribui para a sustentabilidade na construção civil sem comprometer significativamente o desempenho do concreto, desde que sejam realizados ajustes adequados na dosagem e controle rigoroso dos materiais.

## REFERÊNCIAS

- ANGULO, S. C.; FIGUEIREDO, A. D. Concreto com agregados reciclados. In: ISAIA, G. C. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 2. p. 1215–1256.
- BAZUCO, R. S. Utilização de agregados reciclados de concreto para produção de novos concretos. 1999. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80789>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- GUETTI, P. C. Contribuição ao estudo das propriedades mecânicas do concreto autoadensável e do concreto autoadensável reforçado com fibras de aço. 2012. 395 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.pos.dees.ufmg.br/defesas/420D.PDF>. Acesso em: 13 out. 2017.
- PERIUS, G. R. Influência das propriedades físicas de agregados reciclados sobre a retração por secagem em concreto autoadensável. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93057>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- REPETTE, W. L. Concreto autoadensável. In: ISAIA, G. C. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 2. p. 1149–1213.
- SOBRAL, H. S. Propriedades do concreto fresco. 5. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000.
- TUTIKIAN, B. F. Proposição de um método de dosagem experimental para concretos autoadensáveis. 2007. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11309>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. C. Concreto autoadensável. São Paulo: Pini, 2008. Disponível em: [https://centraldoaluno.s3.amazonaws.com/upload/files/2017/07/u9RZD57JmciYLBHcZ6La\\_22\\_a1e015f60f49206d7846773dab6f08e2\\_file.pdf](https://centraldoaluno.s3.amazonaws.com/upload/files/2017/07/u9RZD57JmciYLBHcZ6La_22_a1e015f60f49206d7846773dab6f08e2_file.pdf). Acesso em: 05 abr. 2018.