

AVALIAÇÃO DO USO DE RCD COMO MATERIAL PRECURSOR EM CONCRETOS ATIVADOS ALCALINAMENTE

GEOVANA VITÓRIA TORINO¹, IZABELLA SANT'ANNA STORCH²,
JOSÉ AMÉRICO A. SALVADOR FILHO³

¹Graduanda em Bacharelado em Engenharia Civil, Bolsista PIBIFSP, IFSP, campus Caraguatatuba, geovana.torino@aluno.ifsp.edu.br

²Profa. Dra., Engenharia Civil, storch.engcivil@gmail.com

³Prof. Dr., Departamento de Engenharia Civil, IFSP campus Caraguatatuba, coordenador do Centro de Pesquisa e Inovação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis CEPIN-CIS, jasalvador@ifsp.edu.br

Área de conhecimento: 3.0.1.0.1.0.1-8 Materiais e Componentes de Construção

RESUMO:

A construção civil consome grandes volumes de recursos naturais e energia, contribuindo significativamente para as emissões globais de CO₂ e geração de resíduos. Como alternativa ao cimento Portland, os concretos ativados alcalinamente (CAA) permitem o uso de subprodutos e resíduos, reduzindo impactos ambientais. Esta pesquisa investigou o uso de resíduos de construção e demolição (RCD) como material precursor em CAA, avaliando seu desempenho técnico. Foram produzidas amostras com diferentes proporções de RCD, metacaulim (MK) e hidróxido de sódio (NaOH), variando-se a concentração da solução ativadora entre 2 g e 5,6 g. Após cura, analisou-se a homogeneidade e resistência. Os melhores resultados foram observados nas formulações com 25% MK e 75% RCD, e 100% RCD, ambas com 3,2 g de NaOH. Os dados confirmam o potencial do RCD como precursor viável na produção de CAA, promovendo a valorização de resíduos e a economia circular no setor.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto ativado alcalinamente; resíduos de construção e demolição; sustentabilidade; resistência; hidróxido de sódio.

EVALUATION OF THE USE OF CDW AS A PRECURSOR MATERIAL IN ALKALI-ACTIVATED CONCRETE

ABSTRACT:

The construction industry consumes large amounts of natural resources and energy, significantly contributing to global CO₂ emissions and waste generation. As an alternative to Portland cement, alkali-activated concretes (AAC) allow the use of by-products and waste materials, reducing environmental impacts. This study investigated the use of construction and demolition waste (CDW) as a precursor in AAC, evaluating its technical performance. Samples were produced with different proportions of CDW, metakaolin (MK), and sodium hydroxide (NaOH), varying the

activator concentration between 2 g and 5.6 g. After curing, homogeneity and strength were analyzed. The best results were observed in mixtures containing 25% MK and 75% CDW, as well as 100% CDW, all of which were prepared with 3.2 g of NaOH. The findings confirm the potential of CDW as a viable precursor in AAC production, contributing to waste valorization and circular economy in the sector.

KEYWORDS: Alkali-activated concrete; construction and demolition waste; sustainability; strength; sodium hydroxide.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é reconhecido como um dos principais geradores de poluição ambiental, em razão de sua grande contribuição para as emissões de dióxido de carbono (CO₂), do elevado consumo energético e do uso intensivo de recursos naturais. Atualmente, a indústria da construção é responsável por mais de 30% das emissões antropogênicas globais de CO₂, além da geração de grandes volumes de resíduos sólidos. A mitigação desses impactos ambientais pode ser alcançada por meio de diferentes estratégias sustentáveis, como a substituição parcial ou total de matérias-primas convencionais por materiais reciclados.

Entre as alternativas para o desenvolvimento de materiais cimentícios de baixa emissão de carbono, destacam-se os concretos ativados alcalinamente (CAA), que apresentam menor demanda energética e utilizam subprodutos ou resíduos industriais como precursores, além de requererem temperaturas de cura próximas à ambiente. Apesar das vantagens associadas a esses sistemas, parte significativa das emissões provenientes dos concretos ativados alcalinamente está relacionada à produção das soluções ativadoras, devido ao elevado consumo energético associado ao processo. A partir disso, pesquisas recentes têm explorado a combinação dessa tecnologia com o uso de resíduos de construção e demolição (RCD), contribuindo para a redução do impacto ambiental e para a valorização de materiais reciclados dentro da economia circular.

Estima-se que a geração global de RCD ultrapasse 3 bilhões de toneladas por ano e, apesar dos desafios relacionados à heterogeneidade dos resíduos gerados, estudos indicam que uma grande fração do RCD pode ser convertida em materiais cimentícios úteis, ampliando as possibilidades de reaproveitamento e contribuindo para a redução dos impactos ambientais relacionados à construção civil.

Deste modo, a presente pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho do uso de resíduos de construção e demolição como material precursor na produção de concretos ativados

alcalinamente, investigando seu potencial de aplicação. Desta forma, busca-se equilibrar desempenho técnico e sustentabilidade, contribuindo para a redução do impacto ambiental no setor da construção civil e para o avanço de soluções construtivas mais sustentáveis, alinhadas às demandas atuais por economia circular e eficiência no uso dos recursos naturais.

METODOLOGIA

O estudo de dosagem da solução alcalina teve como função encontrar as proporções ideais da mistura composta pelo ativador alcalino e dos aglomerantes, de forma a descobrir a proporção dos componentes da amostra que apresentou maior uniformidade e resistência. Para a realização deste estudo, foram utilizados resíduos de construção e demolição (RCD), metacaulim (MK) e hidróxido de sódio (NaOH), além de água destilada. O RCD recebido foi lavado e seco em estufa. Para a produção da solução alcalina, diferentes quantidades de hidróxido de sódio foram dissolvidas em água destilada e agitadas até tornarem-se completamente homogêneas, sendo deixadas em repouso durante 24h.

FIGURA 1. RCD após lavagem e decantação



FIGURA 2. RCD após secagem em estufa e peneiramento



Fonte: Autoria própria

Após isso, foram produzidas 12 amostras, feitas através da combinação de soluções alcalinas com diferentes concentrações de hidróxido de sódio e diferentes proporções dos aglomerantes. Após o tempo de cura, as amostras foram submetidas a testes de resistência, realizados através da quebra das mesmas.

FIGURA 3. Amostras após tempo de cura



Fonte: Autoria própria

FIGURA 4. Amostras posicionadas por ordem de acordo com o teste de resistência



Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo de dosagem de hidróxido de sódio estão presentes na tabela 1.

TABELA 1. Amostras de dosagem de hidróxido de sódio, MK e RCD

Nº	MK		RCD		Solução		
	g	%	g	%	H ₂ O (g)	NaOH (g)	Molalidade (mol/kg)
1	10	50%	10	50%	10	2	5
2	10	50%	10	50%	10	3.2	8
3	10	50%	10	50%	10	4.4	11
4	10	50%	10	50%	10	5.6	14
5	5	25%	15	75%	10	2	5
6	5	25%	15	75%	10	3.2	8
7	5	25%	15	75%	10	4.4	11
8	5	25%	15	75%	10	5.6	14
9	0	0%	20	100%	10	2	5

10	0	0%	20	100%	10	3.2	8
11	0	0%	20	100%	10	4.4	11
12	0	0%	20	100%	10	5.6	14

Fonte: Autoria própria

Após os testes de resistência, as amostras que apresentaram melhores desempenhos foram a 6, composta por 25% de MK e 75% RCD, e a amostra 10, composta por 0% de MK e 100% de RCD, ambas com 3,2g de NaOH. Ambas as amostras se mostraram homogêneas e resistentes, em comparação com as demais. A amostra 7, que possuía 25% de MK e 75% de RCD, com 4,4g de NaOH, teve resistência ligeiramente menor que as duas primeiras. Isso pode ter ocorrido devido a presença de maior umidade na amostra, em comparação com as amostras 6 e 10.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, foi possível perceber que o uso de resíduos de construção e demolição (RCD) como material precursor em concretos ativados alcalinamente apresenta potencial significativo para a produção mais sustentável. As amostras que utilizaram RCD em maior proporção, com concentração intermediária de hidróxido de sódio, apresentaram bom desempenho de resistência e homogeneidade, indicando viabilidade técnica do material para estudos futuros.

A pesquisa analisa que a substituição parcial de precursores convencionais por RCD contribui para a redução de impactos ambientais e promove o reaproveitamento de resíduos, além de incentivar o avanço da economia circular no setor da construção civil.

Para trabalhos futuros, seria fundamental a continuação e ampliação dos testes de resistência, tanto em argamassas quanto em concretos, bem como a avaliação do comportamento a longo prazo deles, com o objetivo de ampliar a compreensão do potencial de uso do RCD na construção civil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus Caraguatatuba, pelo apoio institucional e pela concessão da bolsa de Iniciação Científica. Agradecem também ao Laboratório de Recursos Naturais, em especial ao químico Jucélio Lago Saturno, pela colaboração na preparação das soluções utilizadas, e ao Laboratório Integrado de Engenharia Civil (LIEC), na pessoa da técnica Julia D'Agostino Barale, pelo suporte prestado durante a etapa experimental.

REFERÊNCIAS

Mahmoodi, O.; Siad, H.; Lachemi, M. Recent advances in CDW-based geopolymers: A review of mechanical performance, structural application, 3D printing, durability and sustainability. *J. Environ. Manag.* 391 (2025) 126358. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126358>.

Oliveira, D. R. B.; Proença, M. P.; Risson, K. D. B. S.; Junior, A. N.; Filho, J. M.; Possan, E. Optimized cementitious matrices with activated CDW fines: A sustainable path to low carbon cement. *Constr. Build. Mater.* 483 (2025) 141719. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.141719>.

Robayo-Salazar, R.; Valencia-Saavedra, W.; Mejía de Gutiérrez, R. Reuse of Powders and Recycled Aggregates from Mixed Construction and Demolition Waste in Alkali-Activated Materials and Precast Concrete Units. *Sustainability* 14 (2022) 9685. <https://doi.org/10.3390/su14159685>.

Rodríguez-Morales, J.; Burciaga-Díaz, O.; Gomez-Zamorano, L. Y.; Escalante-Garcia, I. Transforming construction and demolition waste concrete as a precursor in sustainable cementitious materials: An innovative recycling approach. *Resour. Conserv. Recycl.* 204 (2024) 107474. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107474>.

Valencia-Saavedra, W.; Robayo-Salazar, R. A.; Mejía de Gutiérrez, R. Hybrid Cements and Construction Elements Based on Alkaline Activation with Sodium Sulfates from Fly Ash and Construction and Demolition Waste. *Materials* 16 (2023) 6272. <https://doi.org/10.3390/ma16186272>.

Villaquirán-Caicedo, M. A.; Mejía de Gutiérrez, R. Comparison of different activators for alkaline activation of construction and demolition wastes. *Constr. Build. Mater.* 281 (2021) 122599. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122599>.