SEMANA ACADÊMICA
REVISTA CIENTÍFICA
ISSN 2236-6717

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE BLOCOS DE CONCRETO COM AGREGADOS RECICLADOS CIMENTÍCIOS

Clóvis Veloso de Santana[1]
https://orcid.org/0000-0003-1769-1066
Paulo César Correia Gomes[2]
https://orcid.org/0000-0003-2440-8097
Wayne Santos de Assis[3]
https://orcid.org/0000-0001-9744-2494
Karoline Alves de Melo Moraes[4]
https://orcid.org/0000-0002-3168-3313
Werverton Felipe da Silva[5]
https://orcid.org/0009-0008-9293-4033

RESUMO

Introdução: A incorporação de agregados reciclados cimentícios (ARCI) na produção de blocos vazados de concreto representa uma rota promissora para a valorização de resíduos de construção e demolição, ainda pouco explorada na literatura. **Objetivo**: Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes composições de agregados e dosagens de cimento no desempenho físico e mecânico de blocos vazados de concreto seco produzidos com ARCI. **Metodologia**: O ARCI foi obtido por meio de um processo de britagem em duas etapas, gerando frações recicladas miúda e graúda. Esses agregados foram caracterizados e aplicados na produção dos blocos, considerando três relações cimento:agregado (1:6, 1:8 e 1:10), avaliando-se a absorção de água e a resistência mecânica dos blocos aos 28 dias. **Resultados**: O método de cominuição mostrou-se eficiente para a obtenção do ARCI, enquanto o teor de cimento foi identificado como o principal parâmetro de controle do desempenho mecânico dos blocos de concreto. A absorção de água variou de 7% a 12%, atendendo, para a maioria das composições, aos limites estabelecidos NBR 6136-1 (2026a) para blocos vazados de concreto. A resistência média à compressão aos 28 dias variou de 9 MPa a 12 MPa. **Conclusão**: Com base na resistência característica à compressão, os blocos atenderam aos requisitos para aplicações estruturais, segundo a NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), demonstrando o potencial desse tipo de agregado reciclado como alternativa tecnicamente viável para utilização em blocos vazados de concreto.

Palavras-chave

Agregado reciclado cimentício; concreto seco; blocos vazados de concreto.

Submetido em: 18/09/2026 – **Aprovado em**: 26/10/2026 – **Publicado em**: 26/10/2026

[1] Doutorando em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Pernambuco, e-mail: clovisvelososantana@hotmail.com
[2] Doutor em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Tecnologia (CTEC), Alagoas, e-mail: pgomes@ctec.ufal.br
[3] Doutor em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Tecnologia (CTEC), Alagoas, e-mail: wayne.assis@ctec.ufal.br
[4] Doutora em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Tecnologia (CTEC), Alagoas, e-mail: kamm@ctec.ufal.br
[5] Graduando em Engenharia Civil. . Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Alagoas, e-mail: werverton.silva@ctec.ufal.br

http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-275-13368
FORTALEZA-CE. EDIÇÃO 275. V.14. ANO 2026.

PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF DRY-MIXED CONCRETE HOLLOW BLOCKS PRODUCED WITH CEMENTITIOUS RECYCLED AGGREGATES

ABSTRACT

Introduction: The incorporation of cementitious recycled aggregate (CRA) in the production of hollow concrete blocks represents a promising route for the valorization of construction and demolition waste, one that remains little explored in the literature. **Objective**: This study aims to evaluate the influence of different aggregate compositions and cement dosages on the physical and mechanical performance of dry-mixed hollow concrete blocks produced with CRA. **Methodology**: The CRA was obtained through a two-stage crushing process, generating recycled fine and coarse fractions. These aggregates were characterized and applied in block production, considering three cement-to-aggregate ratios (1:6, 1:8, and 1:10), evaluating the water absorption and mechanical strength of the blocks at 28 days. **Results**: The comminution method proved effective for obtaining CRA, while cement content was identified as the main parameter controlling the mechanical performance of the concrete blocks. Water absorption ranged from 7% to 12%, meeting, for most compositions, the limits established by NBR 6136-1 (2026a) for hollow concrete blocks. The average compressive strength at 28 days ranged from 9 MPa to 12 MPa. **Conclusion**: Based on the characteristic compressive strength, the blocks met the requirements for structural applications according to NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), demonstrating the potential of this type of recycled aggregate as a technically viable alternative for use in hollow concrete blocks.

Keywords

Cementitious recycled aggregate; dry-mixed concrete; concrete hollow blocks.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por aproximadamente 40%–60% da extração global de matérias-primas (Schützenhofer *et al.*, 2022; Lizárraga-Mendiola *et al.*, 2022; Ryłko-Polak *et al.*, 2022). Além disso, estima-se que os resíduos de construção e demolição (RCD) representem entre 30% e 40% do total de resíduos sólidos gerados mundialmente (Lizárraga-Mendiola *et al.*, 2022; Tafesse *et al.*, 2022; Mohajan, 2025). Nesse cenário, os RCD assumem papel estratégico nas discussões sobre sustentabilidade na construção civil, uma vez que sua reciclagem pode contribuir significativamente para a redução desses impactos ambientais. Entre as principais rotas de valorização, destaca-se a incorporação de agregados reciclados (AR), provenientes da britagem do RCD, na produção de blocos vazados de concreto (Gomes *et al.*, 2017; Guo *et al.*, 2018; Scheifer; Callejas, 2021; Ângulo; Ulsen, 2023; Cudecka-Purina *et al.*, 2024).

O desempenho de blocos vazados de concreto produzidos com AR é fortemente influenciado pela natureza desses agregados (Martín-Morales *et al.*, 2017). No âmbito internacional, AR com alto teor cimentício (normalmente superior a 90%) são classificados como RCA (Recycled Concrete Aggregate), conforme reportado por Salgado e Silva (2022). No Brasil, a NBR 15116 (ABNT, 2021) denomina esse material de ARCO (Agregado Reciclado de Concreto), caracterizado por teor de concreto de 100%. A norma reconhece ainda uma segunda categoria, o ARCI (Agregado Reciclado Cimentício), de origem mais heterogênea e com teor cerâmico de até 10%, diferenciando-os por suas origens e propriedades distintas (Ângulo; Ulsen, 2023). O ARCO tende a apresentar elevado teor de agregados naturais (AN), associado ao seu processo de origem e beneficiamento (Salgado; Silva, 2022), podendo exibir características físico-mecânicas compatíveis às dos AN (Gonçalves; Brito, 2010; Piccinalli *et al.*, 2022), o que viabiliza seu emprego em elementos estruturais (Salgado; Silva, 2022; Ângulo; Ulsen, 2023; Tejas; Pasla, 2023). O ARCI, por sua vez, provém de uma mistura heterogênea de concretos e argamassas, o que o torna mais poroso e restringe seu uso a fins não estruturais (ABNT, 2021; Ângulo; Ulsen, 2023). Essa classificação normativa é relativamente recente e ainda pouco explorada na literatura, especialmente em estudos voltados à aplicação de AR na produção de elementos construtivos.

De modo geral, os ARCI apresentam limitações intrínsecas associadas à presença de argamassa aderida, que introduz microporos e microfissuras na microestrutura do material, influenciando negativamente o desempenho mecânico dos elementos em que são empregados (Tejas; Pasla, 2023; Fatiha *et al.*, 2025). A interface entre a pasta cimentícia nova e a argamassa antiga tende a constituir regiões de menor resistência, contribuindo para a redução do desempenho global do compósito e para a maior suscetibilidade à ação de agentes deletérios (Tejas; Pasla, 2023).

Esse comportamento fundamenta a não indicação desses agregados para fins estruturais quando aplicados em concretos convencionais, cujas exigências normativas — em atendimento à norma de concreto armado — indicam resistência característica à compressão superior a 20,0 MPa, conforme NBR 6118 (ABNT, 2026). Contudo, esse critério pode ser menos restritivo no contexto de blocos vazados de concreto, considerando que a NBR 6136-1 (ABNT, 2026a) estabelece resistências características moderadas para alvenaria estrutural, superiores a 3,0 MPa. Estudos recentes demostram que, com o uso de AR, foi possível produzir blocos com resistências para aplicações estruturais (Rodrigues *et al.*, 2015; Gomes *et al.*, 2017; Martín-Morales *et al.*, 2017), especialmente em condições de substituição parcial do AN, o que favorece tecnicamente a inserção de AR na produção desses elementos.

O emprego de diferentes técnicas de cominuição tem contribuído para a remoção parcial da fase porosa aderida, melhorando as propriedades físico-mecânicas dos AR (Ulsen *et al.*, 2013; Pedro *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2015; Silva, 2020). Complementarmente, o controle tecnológico do concreto — incluindo a otimização do esqueleto granular, o ajuste do teor de umidade e a adequada energia de compactação — tem se mostrado fundamental para a obtenção de blocos vazados de concreto com desempenho estrutural satisfatório (Frasson Jr.; Oliveira; Prudêncio, 2008; Fernandes, 2013; Niza, 2021; Santana *et al.*, 2025), contribuindo para superar algumas das limitações associadas ao uso desses agregados.

Além do desempenho mecânico, a absorção de água constitui parâmetro essencial na avaliação de blocos produzidos com AR, por suas implicações diretas na durabilidade. A presença de umidade em vedações verticais pode favorecer o transporte de agentes deletérios e criar condições propícias ao desenvolvimento de manifestações patológicas (Bertolini, 2010). Nesse aspecto, um dos principais desafios associados ao uso de AR é o aumento significativo da absorção de água em relação aos blocos produzidos com agregados naturais, em função da maior porosidade intrínseca desses materiais (Rodrigues *et al.*, 2015). A NBR 6136-1 (ABNT, 2026a) estabelece limites máximos de absorção para blocos, em função do tipo de agregado, sendo de até 10% para agregados normais e até 13% para agregados leves. Os agregados normais apresentam massa específica entre 2.000 e 3.000 kg/m³, enquanto os leves possuem valores inferiores a 2.000 kg/m³ (ABNT NBR 9935, 2024). Considerando que os AR apresentam, em geral, menor massa específica e maior absorção em comparação aos agregados naturais, aproximando-se das características dos agregados leves (Soutsos; Tang; Millard, 2011; Rodrigues, 2015; Ângulo; Ulsen, 2023), é provável que o comportamento físico dos blocos de concreto com AR se aproxime dos limites estabelecidos para essa categoria.

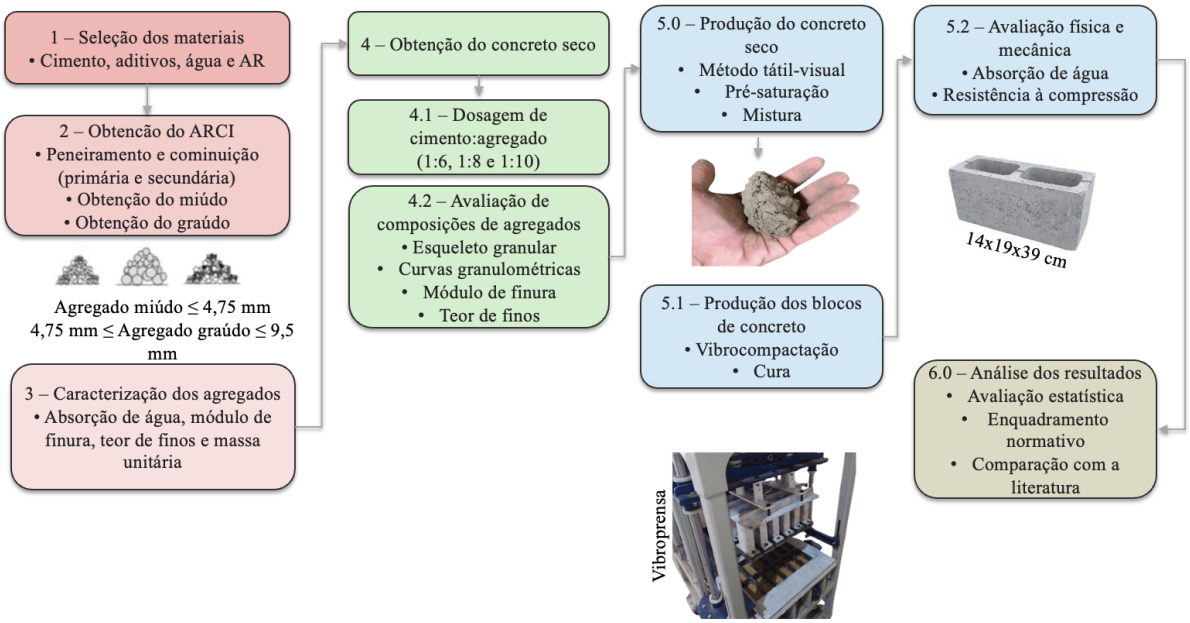
Diante desse contexto, este trabalho avalia o desempenho físico e mecânico de blocos vazados de concreto produzidos com ARCI obtidos por dois processos de britagem, com o objetivo de melhorar suas características físicas e ampliar seu potencial de aplicação em elementos cimentícios.

Analisa-se a influência da composição dos agregados, da dosagem de cimento e da interação entre esses fatores sobre as propriedades dos blocos. Para isso, são determinados parâmetros físicos — com destaque para a absorção de água — e propriedades mecânicas, cujos resultados são comparados com dados reportados na literatura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O programa experimental aplicado é apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do delineamento experimental adotado no estudo.



Fonte: os autores (2026).

O fluxograma sintetiza as principais fases da investigação, desde o beneficiamento e caracterização do AR até a produção e avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos blocos de concreto, sendo detalhado a seguir.

2.1 Seleção e caracterização de materiais

Os materiais utilizados foram: cimento Portland do tipo CP V – Alta Resistência Inicial, conforme a NBR 16697 (ABNT, 2018), selecionado em função de sua aplicação em elementos pré-moldados e do elevado ganho de resistência em idades iniciais. Aditivo plastificante líquido, à base de sal de ácido graxo etoxilado sulfatado, com massa específica de aproximadamente 1,03 g/cm³, com a finalidade de melhorar a trabalhabilidade do concreto seco e reduzir a demanda de água de amassamento. Água utilizada foi potável, proveniente da rede de distribuição. Com relação aos agregados reciclados (AR), a obtenção destes será apresentada no item seguinte.

2.2 Obtenção do agregado reciclado cimentício (ARCI)

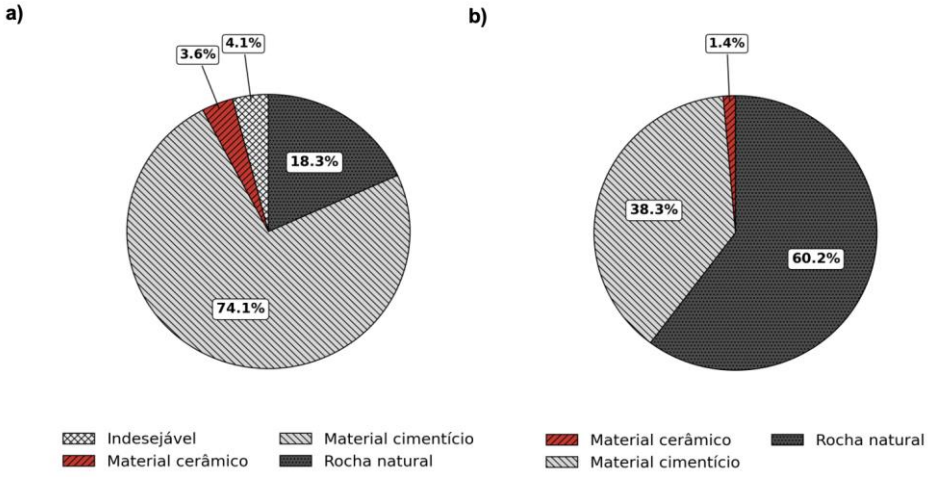
Os AR foram obtidos a partir de resíduos de demolição (RD) de edificações de médio padrão construtivo, previamente segregados e classificados como Classe A, conforme a resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002).

No Laboratório de Estruturas e Materiais (LEMA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), os resíduos foram submetidos a um processo de beneficiamento em duas etapas. Na primeira, utilizou-se um britador de mandíbulas (britagem primária), que gerou dois materiais: o MP > 25,0 mm, predominante em quantidade, e o MP < 25,0 mm. O MP > 25,0 mm foi encaminhado para uma segunda etapa, em britador de martelos com abertura de 12,5 mm (britagem secundária), produzindo o material secundário (MS). Em ambas as etapas, os materiais foram separados na peneira de 4,75 mm, obtendo-se o agregado miúdo reciclado cimentício (AMRCI) e o agregado graúdo reciclado cimentício (AGRCI), conforme a NBR 7211 (ABNT, 2022). Essa separação teve por objetivo comparar a composição e as propriedades físicas dos materiais resultantes da britagem primária e da britagem secundária. Os agregados foram homogeneizados (chevron) e quarteados antes de sua aplicação.

2.3 Caracterização do ARCI

A composição do AGRCI, tanto MP quanto MS, com dimensões entre 4,75mm a 12,5 mm, foi determinada conforme o procedimento do Anexo A da NBR 15116 (ABNT, 2021), sendo os resultados apresentados na Figura 2.

Figura 2. Composição dos constituintes do AGRCI: (a) material primário (MP) e (b) material secundário (MS).



Fonte: os autores (2026).

Observa-se redução expressiva dos materiais indesejáveis no material secundário (MS), atingindo valor próximo de 0%, o que evidencia a eficiência do beneficiamento. O processamento secundário também favoreceu a liberação das fases, com aumento da fração de rocha natural, comportamento semelhante ao observado por Gomes *et al.* (2015). De acordo com a ABNT NBR 15116 (2021), teores de até 10% de cerâmica vermelha e até 1% de materiais indesejáveis permitem o enquadramento do material como agregado reciclado cimentício (ARCI), compatível com o uso em concretos não estruturais.

As características físicas dos agregados obtidos nas duas etapas de britagem (MP e MS) são apresentadas na Tabela 1, sendo determinadas conforme as seguintes normas: NBR 17054 (ABNT, 2022), NBR 16916 (ABNT, 2021), NBR 16917 (ABNT, 2021), NBR 16972 (ABNT, 2021) e NBR 16973 (ABNT, 2021). A análise desses resultados foi realizada à luz dos critérios estabelecidos pela NBR 15116 (ABNT, 2021), visando à avaliação do potencial de aplicação dos agregados reciclados em concretos.

Tabela 1. Características físicas do ARCI.

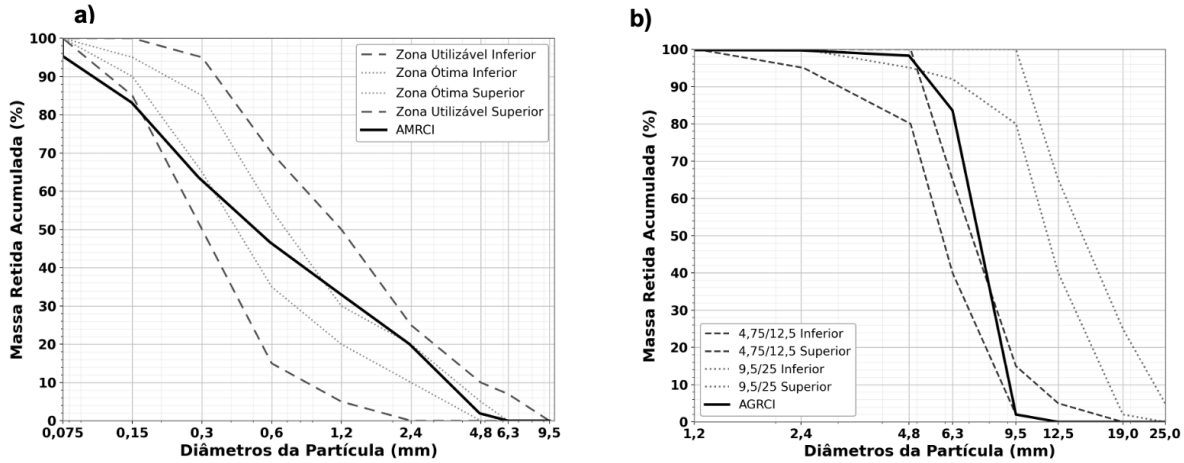
Material	Tipo de agregado	Dmáx (mm)	Densidade Seca (g/cm³)	Absorção de água	Massa Unitária (g/cm³)	Teor de material pulverulento
MP	AMRCI	4,50	2,09	8,28%	1,37	8,74%
MP	AGRCI	9,50	2,02	9,92%	1,16	0,62%
MS	AMRCI	4,50	2,55	8,88%	1,56	11,55%
MS	AGRCI	9,50	2,33	4,61%	1,43	0,77%
Limites da NBR 15116 (ABNT, 2021)		-	-	12%	-	12%

Fonte: os autores (2026).

Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que o beneficiamento secundário promoveu melhorias significativas nas propriedades físicas dos agregados, com destaque para o aumento das densidades dos agregados (miúdo e graúdo), bem como na redução da absorção de água nos agregados graúdos. O teor de finos aumentou no material miúdo, contudo ainda mantendo-se em conformidade com os limites da norma. Em função desse desempenho superior, optou-se por utilizar o MS nas etapas subsequentes da pesquisa. Os valores obtidos para absorção de água e teor de finos nos AMRCI e AGRCI, atenderam aos limites estabelecidos pela ABNT NBR 15116 (ABNT, 2021).

A Figura 3 apresenta as curvas granulométricas do ARCI (MS), miúdo (AMRCI) e graúdo (AGRCI), de acordo com as faixas granulométricas estabelecidas pela NBR 7211 (ABNT, 2022) para agregados naturais destinados ao uso em concretos, conforme ensaio realizado seguindo as diretrizes da NBR 17054 (ABNT, 2022).

Figura 3. Composição granulométrica: (a) AMRCI e (b) AGRCI.



Fonte: os autores (2026).

O ARMCI apresenta distribuição granulométrica contínua, a curva granulométrica mantém-se predominantemente na zona ótima, com módulo de finura de 2,52, conforme a NBR 7211 (ABNT, 2022). O AGRCI manteve-se próximo da zona 4,75/9,5 mm, apresentando dimensão máxima característica (Dmáx) de 9,5 mm e módulo de finura 6,53, compatível com agregado graúdo de menor faixa de dimensão, comumente classificado como brita 0.

2.4 Determinação da composição do concreto seco

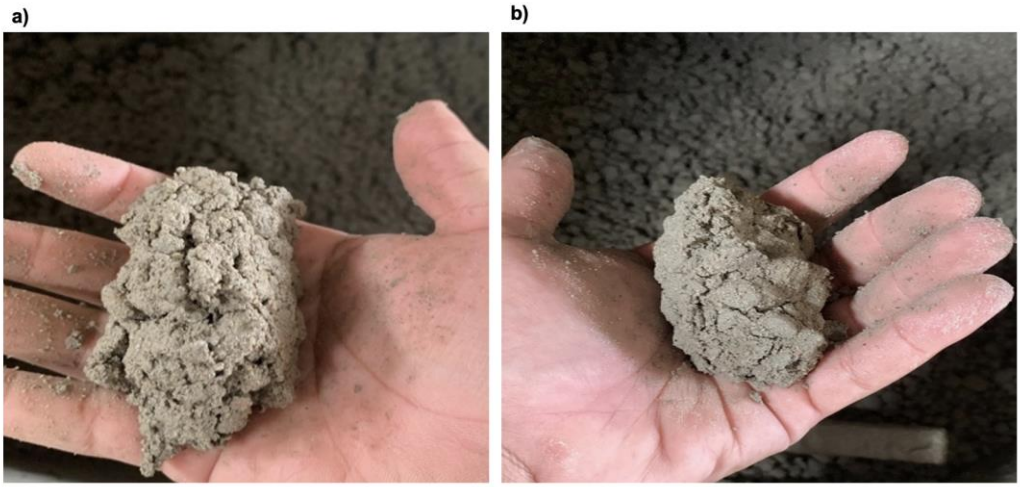
A determinação da dosagem do concreto seco foi conduzida de forma sistemática, contemplando a definição da proporção dos materiais, a composição de agregados, a determinação do teor de umidade.

2.4.1 Proporção dos materiais

Foram definidas três proporções cimento:agregado em massa, correspondentes às relações de dosagem 1:6, 1:8 e 1:10, amplamente empregadas em estudos da literatura sobre blocos vazados de concreto (Rodrigues *et al.*, 2015; Guo *et al.*, 2018; Hu *et al.*, 2025). A seleção dessas proporções buscou contemplar condições contrastantes de teor de ligante, representando, respectivamente, uma dosagem mais rica em cimento, uma condição intermediária e uma dosagem mais pobre.

Com relação ao teor de umidade, adotou-se o valor de 7%, em função de sua ampla utilização em estudos envolvendo AR em concreto seco (Niza, 2021; Santana *et al.*, 2025), sendo confirmada por meio do método tátil-visual, conhecido como “pelota de concreto”, conforme sugerido por Tango (1994), Frasson Jr., Oliveira e Prudêncio (2008) e Fernandes (2013). Nessa condição, a mistura apresentou aparência adequada, com formação de aglomerados consistentes e estáveis, sem evidências de exsudação ou ruptura ao manuseio, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4. Aspecto do concreto com umidade de 7% e composições de agregados (%miúdo/%graúdo): (a) 65/35 e (b) 70/30.



Fonte: os autores (2026).

O teor de aditivo plastificante foi fixado em 0,2% em relação à massa de cimento, correspondente à dosagem mínima recomendada pelo fabricante e que apresentou desempenho satisfatório para concretos secos produzidos com AR.

2.4.2 Composição de agregados

A definição das composições de ARCI baseou-se em ensaios de massa unitária e índice de vazios, conforme metodologia adaptada da NBR 16972 (ABNT, 2021). Ressalta-se que esta etapa foi conduzida exclusivamente com agregados em condição seca, sem a adição de cimento, com o objetivo de avaliar isoladamente o empacotamento granular entre as frações miúda (AMRCI) e graúda (AGRCI), sem interferência da matriz cimentícia.

As misturas secas foram introduzidas em recipiente padrão e submetidas à vibração, simulando o adensamento durante a moldagem dos blocos. Foram avaliadas nove proporções de AMRCI/AGRCI (100/0 a 0/100%). Para cada composição, determinou-se a massa unitária compactada e, a partir da densidade real dos sólidos, o índice de vazios. As composições com menores índices de vazios, indicativas de melhor empacotamento, foram selecionadas para as etapas subsequentes do estudo.

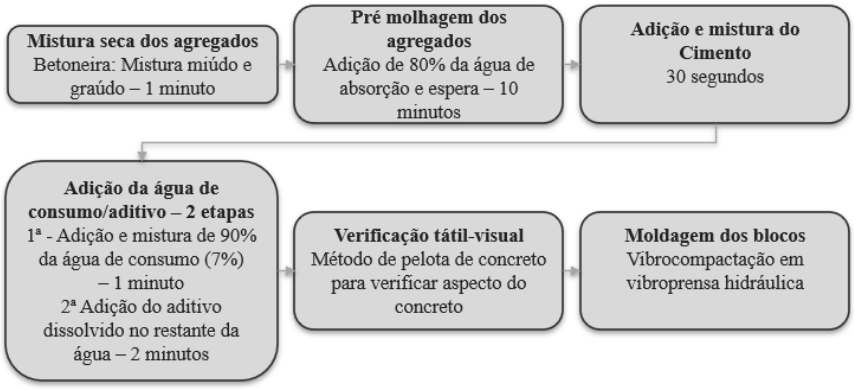
As curvas granulométricas das composições selecionadas foram analisadas com base nas faixas recomendadas por Fernandes (2013) e Pfeiffenberger (1985), as quais indicam distribuições granulométricas ideais das composições de agregados para produção de blocos vazados de concreto. Além disso, foi avaliado o módulo de finura e o teor de finos presentes na composição de agregados, considerando suas influências diretas na coesão e no preenchimento de vazios. Após essa análise, foram selecionadas duas composições de agregados.

2.5 Produção dos blocos

O processo de produção dos blocos vazados de concreto foi realizado utilizando uma betoneira de eixo inclinado (~25 rpm; 400 L) para produção do concreto, e uma vibroprensa hidráulica com capacidade de compactação de 1 tonelada para produção dos blocos.

Durante a produção, o teor de umidade foi verificado por meio de análise tátil-visual da mistura, sem alteração das proporções dos materiais sólidos. O preparo do concreto seguiu a sequência: mistura a seco dos agregados reciclados, pré-molhagem (80% da absorção de água da composição), conforme a NBR 15116 (ABNT,2021), incorporação do cimento, adição parcial da água, inserção do aditivo junto ao restante da água e mistura final, conforme a Figura 5.

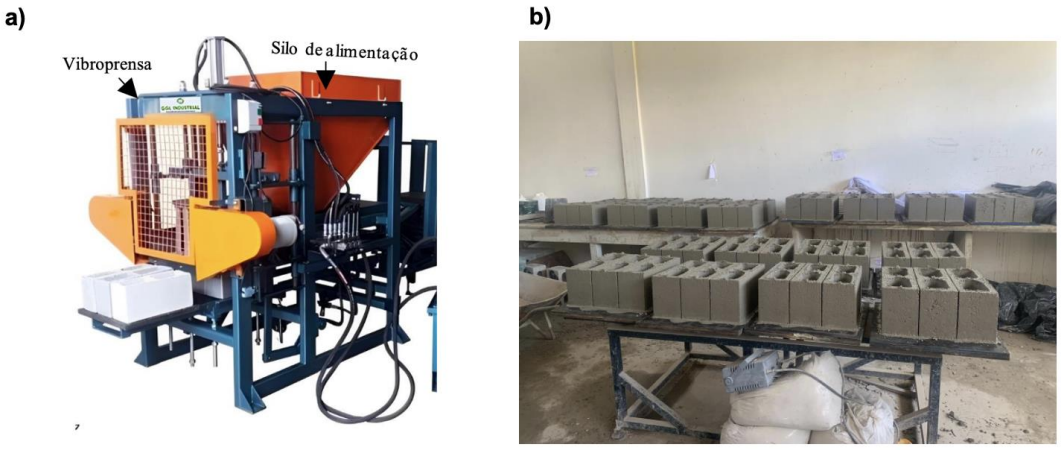
Figura 5. Fluxograma de produção do concreto seco.



Fonte: os autores (2026).

Após a mistura, o concreto foi transportado ao silo da vibroprensa por esteira e moldado sob condições controladas de vibração e compactação (Figura 6). Os blocos foram desmoldados imediatamente, identificados e submetidos à cura por aspersão de água durante três dias, sob lona plástica. Em seguida, permaneceram em ambiente laboratorial (30 ± 2 °C) até a idade de ensaio. O processo buscou manter constantes os parâmetros de produção.

Figura 6. Em (a) Vibroprensa hidráulica e em (b) blocos recém produzidos.



Fonte: os autores (2026).

2.6 Determinação das propriedades dos blocos

As propriedades físicas dos blocos de concreto foram avaliadas por meio de ensaios de análise dimensional (6 corpos de prova, coincidentes com aqueles utilizados no ensaio de resistência à compressão) e absorção de água (3 corpos de prova), conforme os procedimentos da NBR 6136-2 (ABNT, 2026b). Os resultados foram analisados com base nos critérios da NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), visando à classificação dos blocos quanto à sua aplicação estrutural.

A avaliação das propriedades mecânicas dos blocos com ARCI foi realizada por meio do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias (6 corpos de prova), seguindo os procedimentos estabelecidos pela NBR 6136-2 (ABNT, 2026b). Os valores obtidos foram empregados no cálculo da resistência característica (f_{bk}), conforme os critérios definidos na NBR 6136-1 (ABNT,2026a), possibilitando o enquadramento normativo inicial dos blocos nas respectivas classes estruturais (A, B ou C).

2.7 Análise estatística

Os resultados experimentais de resistência à compressão dos blocos produzidos com ARCI foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial. Inicialmente, foram calculados os parâmetros descritivos — valor mínimo, valor máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação — para cada combinação de dosagem e composição de agregados.

Em seguida, foram verificados os pressupostos de normalidade dos resíduos, por meio do teste de Shapiro-Wilk, e de homogeneidade de variâncias, pelo teste de Levene, como condição para aplicação de testes paramétricos.

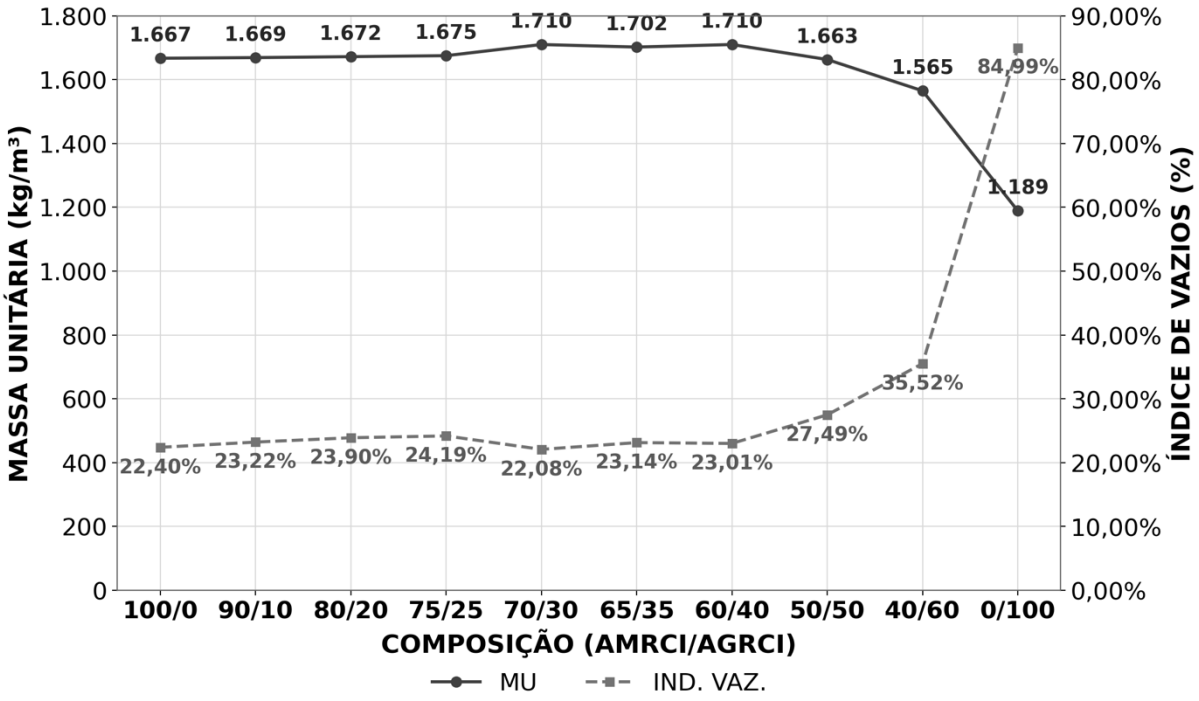
Comparações entre as resistências médias dos blocos foram realizadas por meio do teste t de Student. A influência dos fatores experimentais foi avaliada por análise de variância fatorial (ANOVA), considerando como fatores: (i) a proporção miúdo/graúdo e (ii) a proporção de cimento:agregado, bem como a interação entre esses fatores. A ANOVA foi conduzida com soma de quadrados do tipo II, adotando-se nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

3.1 Dosagem – Composição de agregados

A Figura 7 apresenta os valores obtidos para massa unitária (MU) e índice de vazios (IV) em função da proporção percentual entre os agregados (%miúdo + %graúdo).

Figura 7. Massa Unitária e Índice de Vazios de Composições de Agregados



Fonte: os autores (2026).

Os maiores patamares de massa unitária e menores índices de vazios são as proporções (%AMRCI/%AGRCI): 60/40, 65/35, 70/30 e 75/25. Sendo assim, serão avaliados quanto às características físicas para produção de blocos de concreto seco.

A seguir apresenta-se a Tabela 2, que sintetiza os parâmetros granulométricos (módulo de finura – MF, teor de finos) e a absorção de água estimada das composições investigadas, além de faixas de referência indicadas na literatura.

Tabela 2. Aspectos físicos e granulométricos das composições de agregados.

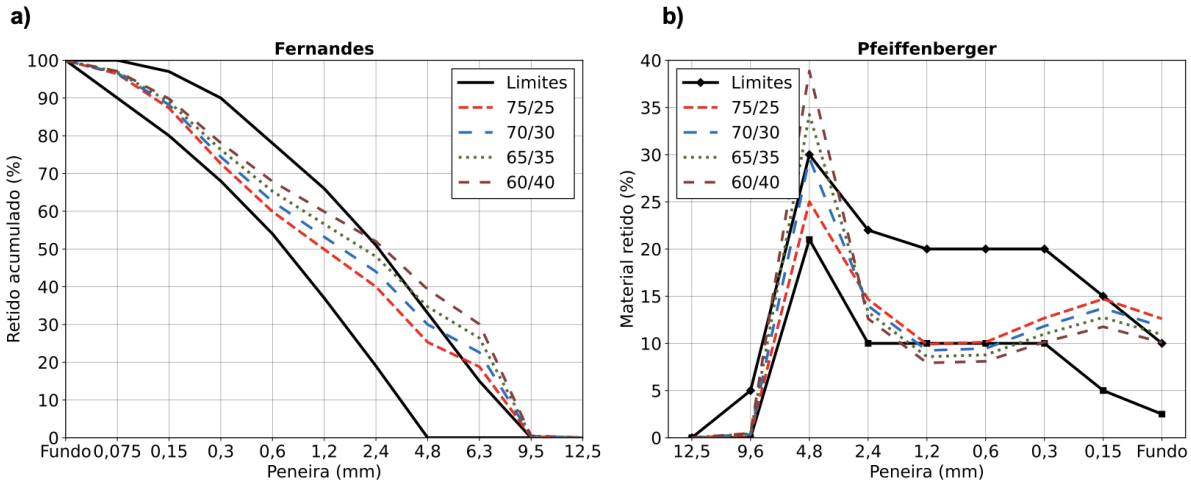
Composição de agregados	MF	Teor de finos	Absorção de água - composição (%)
60/40	3,87	22%	7,24
65/35	3,70	24%	7,46
70/30	3,52	25%	7,68
75/25	3,35	27%	7,90
Fernandes (2013)	3,40 – 4,00	–	–
Pfeiffenberger (1985)	3,60 – 3,75	–	–
Frasson Jr., Oliveira e Prudêncio (2008).	–	15 – 25%	–

Fonte: os autores (2026).

A análise comparativa indica que a composição 65/35 é a única que atende simultaneamente a todos os critérios recomendados, apresentando MF compatível com as faixas sugeridas por Fernandes (2013) e Pfeiffenberger (1985), teor de finos dentro do intervalo indicado por Frasson Jr., Oliveira e Prudêncio (2008) e absorção de água moderada, atendendo ao limite de 12% estipulado pela NBR 15116 (ABNT, 2021). Ainda que não atendam integralmente a todas as recomendações, as composições 60/40 e 70/30 também se mostram enquadradas na maioria dos requisitos.

Para refinar a seleção das composições mais promissoras, a Figura 8 apresenta as curvas granulométricas das misturas avaliadas, delimitadas pelos limites teóricos propostos na literatura.

Figura 8. Curvas das composições de AMRCI e AGRCI: (a) Fernandes (2013) e (b) Pfeiffenberger (1985).



Fonte: os autores (2026).

Verifica-se que as composições 70/30 e 75/25 foram as que apresentaram melhor ajuste às curvas de referência. Entretanto, a composição 75/25 foi desconsiderada por não atender outros parâmetros previamente avaliados. A composição 65/35, embora ligeiramente acima dos limites recomendados, manteve-se próxima das faixas propostas por Fernandes (2013) e Pfeiffenberger (1985), sendo, portanto, mantida para avaliação experimental. Em geral, observaram-se pequenos excessos no percentual de agregado graúdo e na faixa granulométrica entre 0,6 e 1,2 mm, em relação aos limites de Pfeiffenberger (1985). Contudo, desvios moderados acima da faixa superior podem favorecer o desempenho mecânico de blocos de concreto seco (Fernandes, 2013). Dessa forma, as composições 70/30 e 65/35 foram selecionadas para a produção do concreto seco.

Resumidamente, as condições experimentais do concreto seco selecionadas para produção dos blocos são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Condições experimentais selecionadas para produção dos blocos.

Etapa	Parâmetro	Condição selecionada
Composição de agregados	%Miúdo/%Graúdo	70/30 e 65/35
Dosagem	Cimento:agregado	1:6, 1:8 e 1:10
Umidade de moldagem	Teor de água	7%
Aditivo	dosagem	0,2% do cimento

Fonte: os autores (2026).

3.2 Propriedades físicas dos blocos

3.2.1 Características dimensionais e densidade dos blocos

As propriedades físicas e dimensionais dos blocos estão resumidas na Tabela 4.

Para fins de simplificação, os blocos foram identificados pela notação Bxy–m/g, em que x:y representa a dosagem cimento:agregado e m/g a proporção miúdo/graúdo. Assim, por exemplo, B16–70/30 refere-se ao bloco com dosagem 1:6 e composição 70% miúdo e 30% graúdo.

Tabela 4. Propriedades físicas e dimensionais dos blocos.

Tipo de bloco – composição	Densidade específica seca (estufa) (kg/m³)	Área líquida (mm²)	Área Bruta (mm²)
B16 – 70/30	2051,70	30806,00	54809,09
B16 – 65/35	2089,80	31165,73	54798,34
B18 – 70/30	2046,26	31390,94	55358,77
B18 – 65/35	2051,70	30805,99	54809,09
B110 – 70/30	1959,18	31165,73	55255,04
B110 – 65/35	1907,10	30625,56	54816,06

Fonte: os autores (2026).

Os resultados de densidade seca dos blocos evidenciaram a influência do teor de ligante, com tendência de maiores valores nas composições de maior consumo de cimento. Conforme Fernandes (2013), blocos com agregados naturais apresentam densidades típicas entre 2.000 e 2.300 kg/m³, enquanto, para agregados reciclados, esses valores tendem a ser inferiores. Rodrigues *et al.* (2015) e Martín-Morales *et al.* (2017) apresentam resultados em uma faixa entre aproximadamente 1700 e 1900 kg/m³. Os resultados obtidos no presente trabalho (≈1900 a 2090 kg/m³) indicam que a densidade não depende apenas do tipo de agregado, mas também da dosagem.

Na Tabela 5 apresentam-se os aspectos dimensionais médios para cada dosagem e composição de bloco com ARCI.

Tabela 5. Aspectos dimensionais dos blocos.

Tipo de bloco – composição	Dimensões médias				
	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Paredes	
				L	Eq
				(mm)	(mm/m)
B16 – 70/30	195,12	141,33	391,71	26	79
B16 – 65/35	198,09	141,63	392,00	26	79
B18 – 70/30	201,50	142,02	392,50	26	80
B18 – 65/35	199,83	140,50	390,11	26	78
B110 – 70/30	196,66	141,01	391,85	26	79
B110 – 65/35	199,18	142,47	390,87	26	78

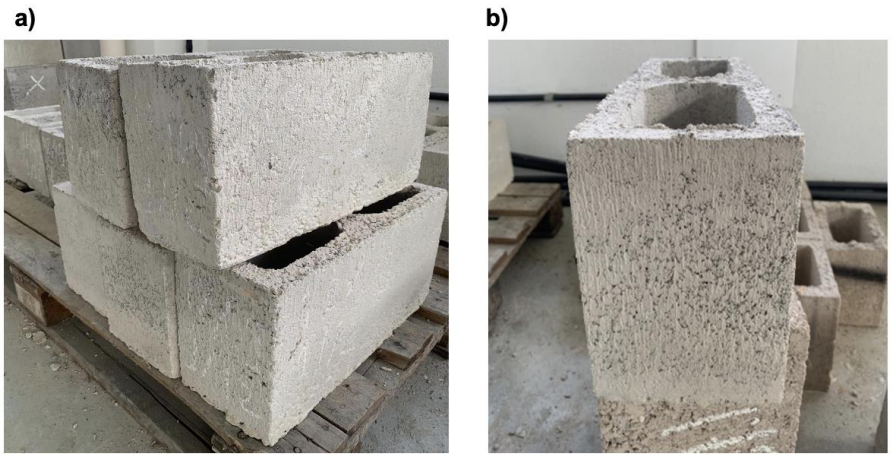
Notas com base na NBR 6136-1 (ABNT, 2026a):
- Tolerâncias de ±3 mm para altura e comprimento e ±2 mm para a largura.
- L – Espessura da parede longitudinal externa; valor mínimo: 25 mm ±1 mm.
- Eq – Espessura equivalente da seção; valor mínimo para Classe A e B: 65 mm.

Fonte: os autores (2026).

Em relação às dimensões: largura e comprimento, os blocos permaneceram dentro das tolerâncias estabelecidas pela NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), enquanto a altura apresentou valores ligeiramente superiores ao limite normativo. Por outro lado, as espessuras das paredes longitudinais, bem como a espessura equivalente, atenderam às exigências mínimas da norma.

Todos os blocos produzidos apresentaram aparência uniforme, com arestas bem definidas e coloração cinza, atribuída ao elevado teor de material cimentício presente na mistura (Figura 9). As “estrias” observadas nas superfícies externas dos blocos são indicativas de bom adensamento dos blocos (Fernandes, 2013), conforme mostrado na Figura 9b.

Figura 9. Aspecto visual dos blocos: (a) vista comprimento e (b) vista largura.

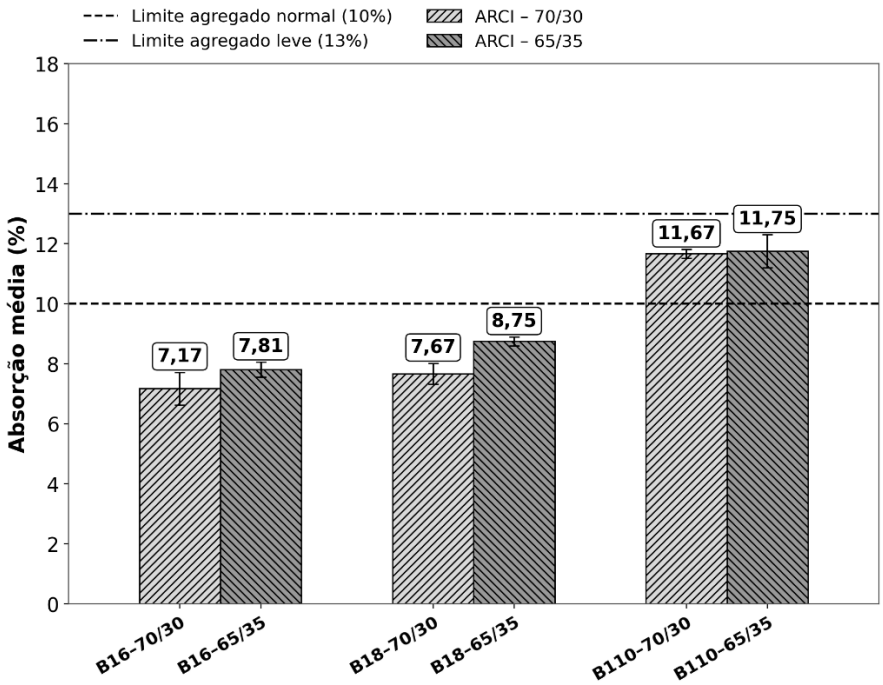


Fonte: os autores (2026).

3.2.2 Absorção de água

A Figura 10 apresenta os valores médios da absorção de água dos blocos com ARCI e os limites estabelecidos pela NBR 6136-1 (ABNT, 2026a) para blocos com agregado normal (10%) e agregados leves (13%).

Figura 10. Absorção de água dos blocos de concreto com ARCI.

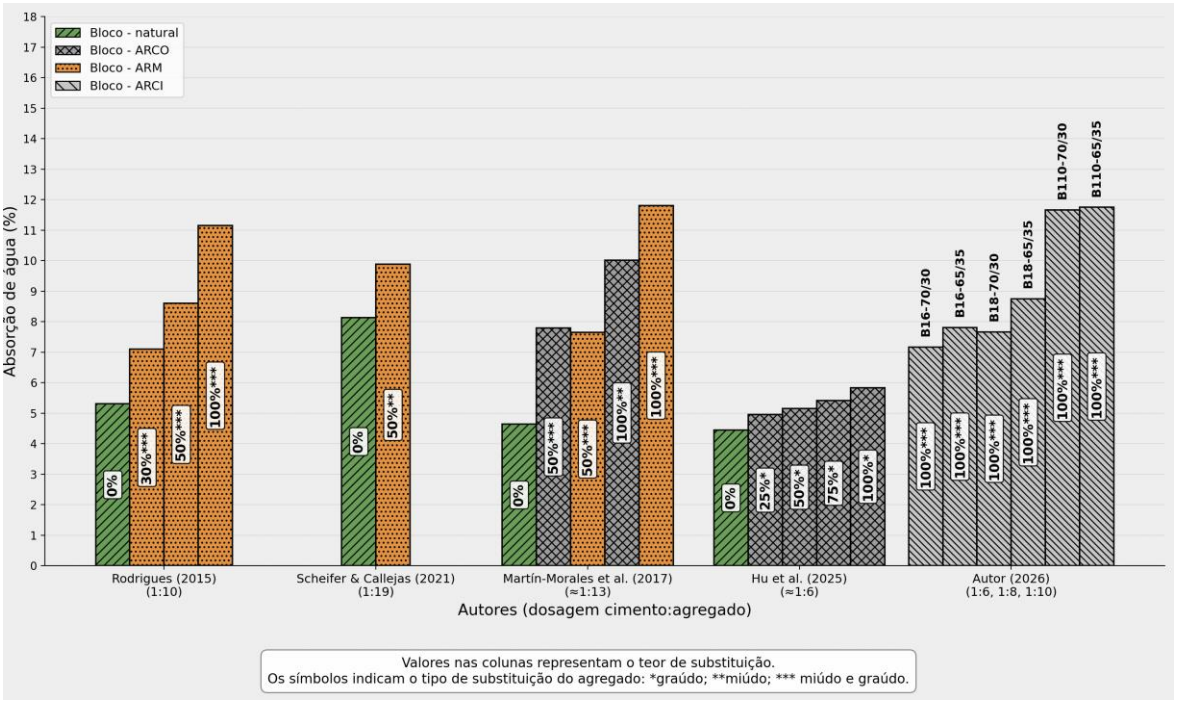


Fonte: os autores (2026).

Em relação à absorção de água média e individual, observa-se que nas dosagens 1:6 e 1:8 os blocos atenderam integralmente aos limites estabelecidos pela norma, tanto para agregados normais (≤10%) quanto para agregados leves (≤13%). Já na dosagem 1:10, os blocos apresentaram valores ligeiramente superiores ao limite para agregados normais, porém ainda inferiores ao limite para agregados leves. Esses resultados evidenciam a influência do teor de ligante na estrutura porosa do material.

A Figura 11 traz uma comparação da absorção de água dos blocos com ARCI desta pesquisa e de outros blocos com AR, bem como com AN, disponibilizados pela literatura.

Figura 11. Absorção de água de blocos vazados de concreto seco.



Fonte: os autores (2026).

A análise comparativa da absorção de água dos blocos com ARCI, frente aos resultados reportados na literatura para blocos produzidos com diferentes tipos de AR, permite identificar tendências quanto à influência tanto da natureza do agregado quanto do teor de cimento no desempenho final do bloco. De modo geral, os blocos produzidos nas dosagens mais ricas (1:6 e 1:8) apresentaram absorção de água inferior à da maioria dos estudos comparados, enquanto a dosagem mais pobre (1:10) revelou maior sensibilidade às características intrínsecas do agregado empregado, aspectos que serão detalhados a seguir.

Ao comparar os blocos desta pesquisa com os produzidos com ARM, Rodrigues (2015) — em dosagem equivalente de 1:10 — e Martín-Morales *et al.* (2017) — em dosagem mais pobre de 1:13 — reportaram valores de absorção de água próximos aos obtidos na dosagem 1:10 do presente estudo, em torno de 11% a 12%.

Essa proximidade pode estar associada às características intrínsecas dos agregados empregados: os autores citados utilizaram ARM com absorções respectivas da ordem de 6% a 8% (frações miúda e graúda) e aproximadamente 6% (composição de agregados), ao passo que o presente estudo adotou agregados com absorção intrínseca ligeiramente superior, em torno de 8%. Nas dosagens mais ricas (1:6 e 1:8), entretanto, verificou-se redução expressiva da absorção de água nos blocos desta pesquisa, evidenciando o papel determinante do teor de cimento na selagem de poros e na consequente redução da permeabilidade da matriz cimentícia, conforme discutido por Rahemi, Afzali e Nozad (2012).

Em relação aos blocos produzidos com ARCO, a comparação com Martín-Morales *et al.* (2017) na dosagem mais pobre (1:10) revelou valores de absorção de água superiores aos reportados por aquele estudo, mesmo considerando que o referido autor adotou uma dosagem ainda mais pobre (1:13). Esse resultado sugere influência direta da absorção intrínseca do ARCI empregado no presente trabalho, superior à do agregado utilizado por Martín-Morales *et al.* (2017), situada em torno de 5%. Nas dosagens mais ricas (1:6 e 1:8), entretanto, essa limitação foi superada, com os blocos desta pesquisa apresentando absorções inferiores às do referido autor, evidenciando novamente o papel determinante do teor de cimento na redução da conectividade dos poros.

A substituição parcial de AN por AR é uma estratégia interessante, pois permite combinar as propriedades de ambos os materiais, atenuando os efeitos negativos do agregado de menor qualidade. Nesse sentido, Hu *et al.* (2025) produziram blocos com substituição parcial de ARCO em dosagem 1:6, obtendo os menores valores de absorção de água entre os blocos produzidos com AR, da ordem de 5% a 6%. Esse desempenho favorável é resultado da combinação entre a baixa absorção intrínseca do AR empregado — em torno de 4% (ARCO) e 1% (AN) — e o elevado teor de cimento da dosagem adotada. Mesmo na mesma dosagem (1:6), os blocos produzidos com ARCI não atingiram os valores reportados por Hu *et al.* (2025), evidenciando que o desempenho em absorção de água é condicionado, de forma determinante, pela natureza e pela absorção intrínseca do agregado empregado.

De forma geral, os blocos produzidos exclusivamente com AN, com exceção do estudo de Scheifer e Callejas (2021), apresentaram absorção de água relativamente estável, em torno de 5%, independentemente da dosagem cimento:agregado adotada — variando entre 1:6 e 1:13 —, comportamento associado à baixa absorção intrínseca dos agregados naturais, tipicamente inferior a 1,5%. Em comparação, os blocos produzidos com ARCI apresentaram valores superiores em todas as dosagens analisadas, inclusive nas mais ricas em cimento, situando-se no mínimo 50% acima dos reportados para blocos com AN (Rodrigues, 2015; Martín-Morales *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2025). Esse resultado reforça que a absorção intrínseca elevada do ARCI, em comparação ao AN, constitui uma limitação não integralmente compensada pelo incremento do teor de cimento.

3.3 Resistência mecânica à compressão

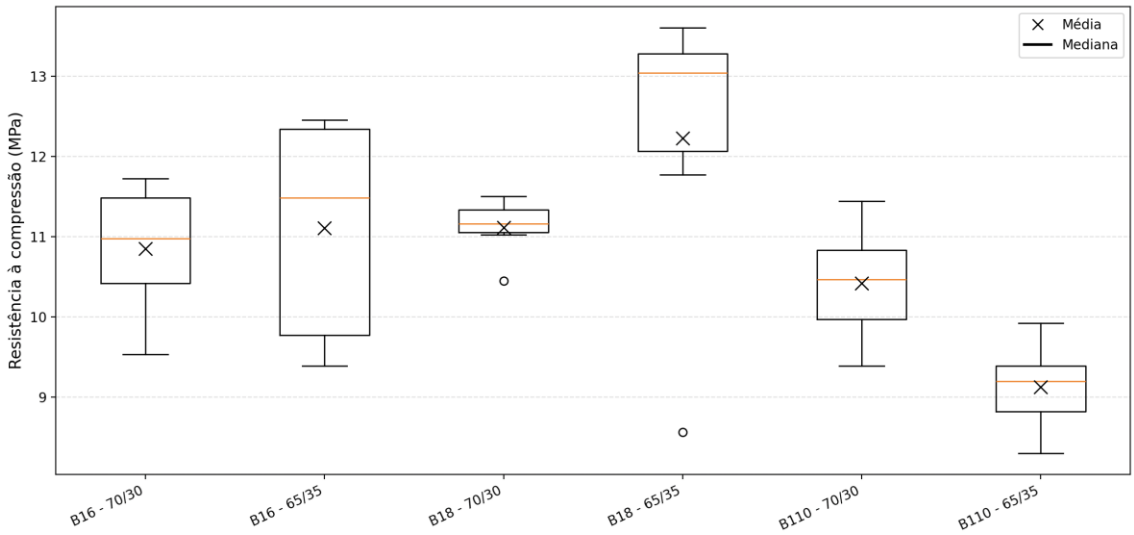
A Tabela 6 e a Figura 12 apresentam os parâmetros estatísticos da resistência à compressão simples dos blocos com ARCI para as diferentes dosagens e composições avaliadas.

Tabela 6. Resistência à compressão simples (28 dias)

Blocos – Composição	Resistência **mín** (MPa)	Resistência **máx** (MPa)	f_{bm} (MPa)	DP (MPa)	CV (%)
B16 – 70/30	9,53	11,72	10,85	0,89	8,20
B16 – 65/35	9,39	12,45	11,11	1,33	11,99
B18 – 70/30	10,45	11,50	11,11	0,38	3,42
B18 – 65/35	8,56	13,60	12,22	1,89	15,49
B110 – 70/30	9,39	11,44	10,42	0,75	7,19
B110– 65/35	8,30	9,92	9,13	0,61	6,68

Fonte: os autores (2026).

Figura 12. Boxplot dos experimentos: resistência à compressão aos 28 dias.



Fonte: os autores (2026).

A análise exploratória dos dados indicou a presença de dois valores discrepantes (outliers), identificados por meio do método do intervalo interquartílico (IQR), nos grupos B18 – 65/35 e B18 – 70/30. Esses valores foram mantidos na análise, uma vez que sua exclusão não altera de forma significativa as tendências gerais observadas.

Os testes de Shapiro–Wilk indicaram normalidade para a maioria dos grupos ($p > 0,05$), com exceção do bloco B18 – 65/35, influenciado por um outlier identificado pelo método IQR. O teste de Levene confirmou a homogeneidade das variâncias ($p = 0,2374$).

Para a composição 65/35, o maior valor médio foi obtido na dosagem 1:8 (12,22 MPa), seguido da dosagem 1:6 (11,11 MPa), não sendo observada diferença estatisticamente significativa entre essas dosagens ($p = 0,278$). A dosagem 1:10 apresentou a menor resistência média (9,13 MPa).

Já para a composição 70/30, as resistências médias apresentaram menor variação entre as dosagens, situando-se entre 10,42 MPa e 11,11 MPa, com a dosagem 1:8 também apresentando o maior valor médio, porém estatisticamente equivalente a dosagem 1:6 (p = 0,496). Os diagramas de caixa evidenciam ainda diferenças na dispersão dos resultados entre as composições, com maior variabilidade observada nos grupos 65/35.

Os resultados da ANOVA fatorial são apresentados na Tabela 7, visando avaliar a influência das variáveis dosagem de cimento e composição granulométrica sobre a resistência à compressão dos blocos.

Tabela 7. Anova fatorial tipo II.

Fonte de variação	Soma de quadrados (SQ)	gl	F	p-valor
Dosagem	22,049	2	8,912	0,0009
Composição	0,006	1	0,0048	0,9455
Dosagem × Composição	8,920	2	3,605	0,0395
Resíduo	37,111	30	–	–
Total	68,085	35	–	–

Fonte: os autores (2026).

Os resultados indicaram que o fator dosagem apresentou efeito estatisticamente significativo sobre a resistência à compressão (F = 8,912; p = 0,0009). Esse resultado evidencia que as diferentes proporções cimento:agregado influenciam de forma relevante o desempenho mecânico dos blocos, o que é consistente com o comportamento esperado para concretos secos, nos quais o aumento do teor de pasta tende a favorecer a ligação entre os agregados e a reduzir a porosidade da matriz. Tal tendência foi observada nas médias experimentais, especialmente nas comparações envolvendo a dosagem 1:10, que apresentou os menores valores de resistência média.

Por outro lado, o fator composição granulométrica não apresentou efeito estatisticamente significativo sobre a resistência (F = 0,0048; p = 0,9455), indicando que, dentro das condições estudadas, a variação da proporção entre as frações granulométricas dos AR não produziu diferenças relevantes na resistência média dos blocos.

Entretanto, observou-se interação estatisticamente significativa entre os fatores dosagem e composição (F = 3,605; p = 0,0395). Esse resultado indica que o efeito da dosagem sobre a resistência não é completamente independente da composição granulométrica, sugerindo que determinadas combinações entre teor de cimento e distribuição granulométrica podem influenciar de maneira diferenciada o desempenho mecânico do material. Em termos de contribuição relativa para a variabilidade total observada, a maior parcela da soma de quadrados foi associada ao fator dosagem (SQ = 22,049), seguido da interação dosagem × composição (SQ = 8,920). Esse comportamento reforça que o teor de cimento constitui o principal parâmetro de controle da resistência mecânica dos blocos analisados.

Além da análise das médias, a verificação do atendimento aos requisitos da NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), por meio da resistência característica à compressão (f_{bk}), permitiu

classificar os blocos nas classes estruturais A, B ou C. Os valores de f_{bk} obtidos para cada dosagem e composição, bem como a respectiva classificação normativa, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Classe dos blocos conforme ABNT NBR 6136-1 (2026a).

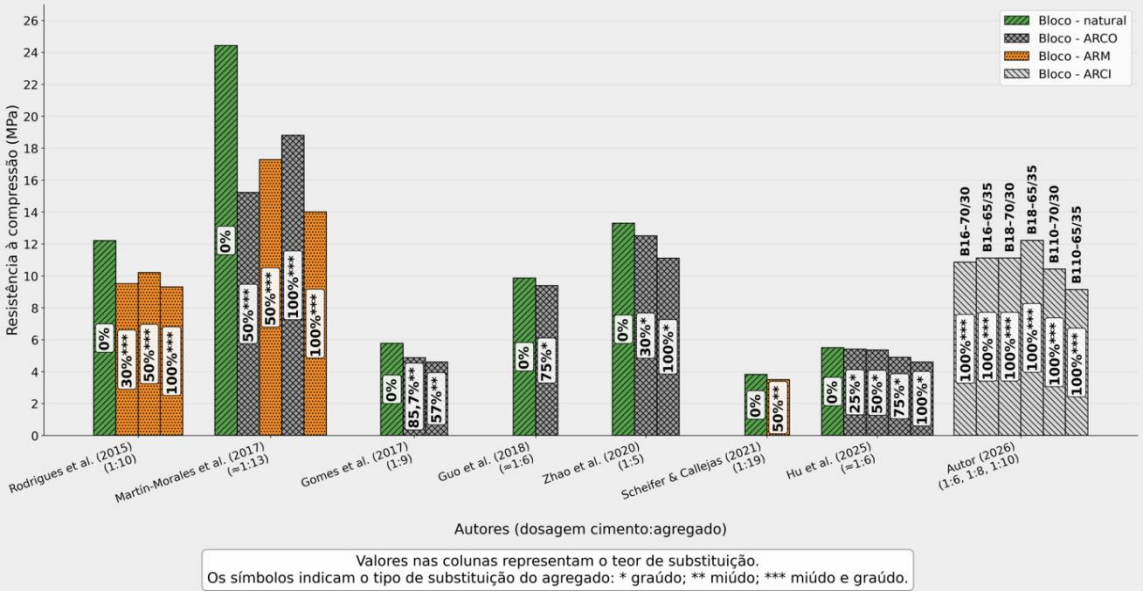
Dosagem	f_{bk}	Classificação normativa
B16 – 70/30	9,34	A
B16 – 65/35	8,02	A
B18 – 70/30	10,33	A
B18 – 65/35	7,38	B
B110 – 70/30	8,75	A
B110 – 65/35	8,06	A

Fonte: os autores (2026).

A maioria das combinações de dosagem e composição apresentou valores de f_{bk} superiores a 8 MPa, enquadrando-se na Classe A segundo a NBR 6136-1 (ABNT, 2026a). O maior valor foi observado para o bloco B18 – 70/30 (f_{bk} = 10,33 MPa). Por outro lado, o bloco B18 – 65/35, apesar da elevada resistência média, apresentou f_{bk} compatível com a Classe B. Nesse caso, um outlier inferior identificado pelo método do intervalo interquartílico (IQR) (Figura 12), influenciou diretamente o cálculo da resistência característica do grupo. Ressalta-se que o procedimento normativo de estimativa do f_{bk} é conservador e sensível aos menores valores da amostra, refletindo a penalização quando há dispersão dos resultados.

A Figura 13 apresenta a comparação entre os três maiores valores médios de resistência à compressão de cada dosagem obtidos neste estudo e aqueles reportados na literatura para blocos com agregados reciclados e naturais, aos 28 dias.

Figura 13. Resistência à compressão simples de blocos vazados de concreto seco.



Fonte: os autores (2026).

A análise da resistência à compressão indica que os blocos produzidos com ARCI apresentam, de modo geral, desempenho competitivo em relação aos resultados reportados na literatura para blocos com AR.

Em comparação aos blocos com ARM, observa-se uma tendência de desempenho superior, especialmente frente a estudos nacionais (Rodrigues *et al.*, 2015; Scheifer e Callejas, 2021). Tal comportamento pode ser atribuído, dentre outros fatores, à natureza dos agregados. Nesse contexto, a melhor qualidade dos ARCI em relação aos ARM — conforme discutido por Martín-Morales *et al.* (2017) — constitui um dos aspectos relevantes, mas não o único, para o desempenho observado.

Destaca-se, contudo, que os resultados apresentados por Martín-Morales *et al.* (2017) são significativamente superior aos obtidos nesta pesquisa. Essa diferença pode ser atribuída não apenas ao tipo de equipamento empregado, mas também à geometria dos blocos, uma vez que os autores utilizaram unidades com largura próxima de 20 cm, enquanto, neste estudo e na maioria dos trabalhos nacionais, essa dimensão é da ordem de 14 cm, influenciando diretamente a área resistente e, consequentemente, os níveis de tensão atuantes. Adicionalmente, a literatura aponta a forte influência da energia de compactação no desempenho mecânico (Fernandes, 2013), embora a maioria dos estudos não reporte esse parâmetro de forma detalhada; nesse contexto, Guo *et al.* (2018) indicam cargas da ordem de 40 tf, significativamente superiores às aplicadas neste estudo (1 tf).

Em relação aos estudos com ARCO (Guo *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2020; Hu *et al.*, 2025), os blocos com ARCI apresentam desempenho equivalente ou superior, indicando que, mesmo com maior heterogeneidade composicional, é possível alcançar níveis mecânicos compatíveis. Quando comparados aos blocos produzidos com AN, os resultados obtidos mantêm-se, na maioria dos casos, equivalentes, o que reforça o potencial técnico do ARCI. Esse desempenho também evidencia a relevância do controle dos parâmetros de produção, com destaque para a granulometria, o teor de finos, a definição do teor ótimo de umidade e o uso adequado do aditivo.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- Os blocos com agregado reciclado cimentício (ARCI) apresentaram tendência a menores taxas de absorção de água nas dosagens mais ricas em cimento; nas dosagens 1:6 e 1:8 atenderam aos limites para blocos com agregados normais, enquanto na dosagem 1:10 atendeu ao limite para blocos com agregados leves, conforme a NBR 6136-1 (ABNT, 2026a).
- Todas as composições e dosagens avaliadas para os blocos apresentaram resistências características compatíveis com as classes estruturais da NBR 6136-1 (ABNT, 2026a), não sendo identificadas limitações mecânicas impeditivas ao

elemento. Outras avaliações em prismas e paredes são recomendadas para avaliar o comportamento no subsistema das vedações verticais.

- O teor de cimento mostrou-se o principal fator de controle da resistência à compressão dos blocos. A composição granulométrica, isoladamente, não exerceu efeito significativo. No entanto, o controle de qualidade na obtenção do ARCI – incluindo a homogeneização adequada do material e a seleção de composições granulométricas com empacotamento otimizado – mostrou-se determinante para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos.
- A dosagem 1:8 mostrou-se uma alternativa tecnicamente viável para a produção de blocos com ARCI, combinando desempenho mecânico próximo ao da dosagem 1:6 e absorção de água em conformidade com a normativa. A dosagem 1:10, por sua vez, mostra-se mais eficiente ambientalmente, em razão do menor consumo de cimento, embora apresente algumas limitações em termos de absorção de água.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C.; ULSEN, C. **Resíduos de construção e demolição: fundamentos sobre gestão e reciclagem**. São Paulo: EPUSP, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116:** agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 16697:** cimento Portland – requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 16916:** agregado miúdo – determinação de densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 16917:** agregado graúdo – determinação de densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 16972:** agregados – determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 16973:** agregados – determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 7211:** agregados para concreto. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **NBR 17054:** agregados – determinação da composição granulométrica – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **NBR 9935:** agregados — terminologia. 4. ed. Rio de Janeiro, 2024.

_____. **NBR 6118:** projeto de estruturas de concreto. 5. ed. Rio de Janeiro, 2026.

_____. **NBR 6136-1:** blocos vazados de concreto para alvenaria – parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2026a.

_____. **NBR 6136-2:** blocos vazados de concreto para alvenaria – parte 2: métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2026b.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 415 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

CUDECKA-PURINA, N. *et al.* A comprehensive review on construction and demolition waste management practices and assessment of this waste flow for future valorization via energy recovery and industrial symbiosis. **Energies**, v. 17, n. 21, p. 5506, 2024.

FATIHA, A. *et al.* Enhancing performance of recycled aggregate concrete with supplementary cementitious materials. **Cleaner Materials**, [S.l.], v. 15, p. 100298, 2025.

FERNANDES, I. D. **Blocos e pavers: produção e controle de qualidade**. 4. ed. São Paulo: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais, 2013.

FRASSON JR., A.; OLIVEIRA, A. L.; PRUDÊNCIO JUNIOR, L. R. Metodologia de dosagem para blocos de concreto empregados em alvenaria estrutural. **Revista Prisma**, Caderno Técnico 10. Mandarim, 2008.

GOMES, P. C. *et al.* Comminution and sizing processes of concrete block waste as recycled aggregates. **Waste Management**, [S.l.], v. 45, p. 171-179, 2015.

GOMES, P. C. C. *et al.* Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 267-280, jul. 2017.

GONÇALVES, P.; BRITO, J. Recycled aggregate concrete (RAC) – comparative analysis of existing specifications. **Magazine of Concrete Research**, v. 62, n. 5, p. 339-346, 2010.

GUO, Z. *et al.* Mechanical properties, durability and life-cycle assessment of concrete blocks incorporating recycled concrete aggregates. **Journal of Cleaner Production**, v. 199, p. 136-149, 2018.

HU, K. *et al.* Eco-friendly construction: integrating demolition waste into concrete masonry blocks for sustainable development. **Construction and Building Materials**, v. 460, p. 139797, 2025.

LIZÁRRAGA-MENDIOLA, L.; LÓPEZ-LEÓN, L. D.; VÁZQUEZ-RODRÍGUEZ, G. Municipal solid waste as a substitute for virgin materials in the construction industry: a review. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 16343, 2022.

MARTÍN-MORALES, M. *et al.* Effect of recycled aggregate on physical-mechanical properties and durability of vibro-compacted dry-mixed concrete hollow blocks. **Construction and Building Materials**, v. 145, p. 303-310, 2017.

MOHAJAN, H. Impacts of construction and demolition waste on environment: an overview. **Studies in Social Science & Humanities**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2025.

NIZA, D. A. **Concretos secos com agregados de RCD: a influência da otimização granulométrica e efeitos na compactação**. 2021. (Dissertação de Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEDRO, D.; DE BRITO, J.; EVANGELISTA, L. Performance of concrete made with aggregates recycled from precasting industry waste: influence of the crushing process. **Materials and Structures**, 2014.

PFEIFFENBERGER, C. **Metodologia de dosagem por faixas granulométricas ajustadas para blocos de concreto**. 1985.

PICCINALI, A.; DIOTTI, A.; PLIZZARI, G.; SORLINI, S. Impact of recycled aggregate on the mechanical and environmental properties of concrete: a review. **Materials**, v. 15, n. 5, p. 1818, 2022.

RAHEMI, N.; AFZALI, N.; NOZAD, N. Evaluation of cement content and W/C influence on mechanical behavior of concrete pavements. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCRETE PAVEMENTS: SUSTAINABLE SOLUTIONS TO GLOBAL TRANSPORTATION NEEDS**, 10., 2012. **Anais [...]**, 2012. p. 828-840.

RODRIGUES, C. B.; SUKAR, S. F.; COSTA E SILVA, A. J. Análise de blocos produzidos com agregados reciclados. **Construir Nordeste**, v. 75, p. 30-32, 2015.

RODRIGUES, C. B. **Blocos de concreto produzidos com agregados reciclados mistos: avaliação das propriedades físicas, mecânicas e térmicas**. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

RYŁKO-POLAK, I.; KOMALA, W.; BIAŁOWIEC, A. The reuse of biomass and industrial waste in biocomposite construction materials for decreasing natural resource use and mitigating the environmental impact of the construction industry: a review. **Materials**, v. 15, n. 12, p. 4078, 2022.

SALGADO, F. A.; SILVA, F. A. Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: a review. **Journal of Building Engineering**, v. 52, p. 104452, 2022.

SANTANA, C. V. *et al.* Obtenção e análise de propriedades de concreto seco com agregados reciclados. In: **HACBAC 2025 – VI CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE BETÕES ESPECIAIS**, 2025, Faro. **Anais [...]**. Faro: Universidade do Algarve, 2025.

SCHEIFER, D. M.; CALLEJAS, I. J. A. Caracterização física e mecânica de blocos de concreto com incorporação de areia de resíduo de construção civil. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 4, 2021.

SCHÜTZENHOFER, S.; KOVACIC, I.; RECHBERGER, H.; MACK, S. Improvement of environmental sustainability and circular economy through construction waste management for material reuse. **Sustainability**, v. 14, n. 17, p. 11087, 2022.

SILVA, O. F. **Estudo experimental e numérico de agregado graúdo reciclado**. 2020. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SOUTSOS, M. N.; TANG, K.; MILLARD, S. G. Concrete building blocks made with recycled demolition aggregate. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 2, p. 726-735, 2011.

TAFESSE, S.; GIRMA, Y.; DESSALEGN, E. Analysis of the socio-economic and environmental impacts of construction waste and management practices. **Heliyon**, v. 8, n. 5, p. e09169, 2022.

TANGO, C. E. Fundamentos de dosagem de concreto para blocos estruturais. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: [s. n.], 1994.

TEJAS, S.; PASLA, D. Assessment of mechanical and durability properties of composite cement-based recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, [S.l.], v. 387, p. 131620, 2023.

ULSEN, C. *et al.* Separability studies of construction and demolition waste recycled sand. **Waste Management**, v. 33, p. 656-662, 2013.

ZHAO, Z. *et al.* Use of recycled concrete aggregates from precast block for the production of new building blocks: an industrial scale study. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 157, p. 104786, 2020.