De 24/06/2026 a 27/06/2026
São Paulo
https://doi.org/10.67775/ahg0cp80

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

# AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE SOLUÇÕES PARA A UNIÃO DE CONCRETOS COM IDADES DISTINTAS

Gabriela Dalfollo Brackmann[1]*, Lucas Zampieri[1], Daiane Della Libera Leite[2], Thaís Karol Heck Schmitt[1], Rafaela Sebben Eckhardt[1], José Maria de Moura Júnior[1], Ângela Gaio Graeff [3], Denise Carpena Coitinho Dal Molin[3], João Ricardo Masuero[3]
Autor de contato: gabrielabrackmann@gmail.com

[1] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
[2] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
[3] Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

## RESUMO

Intervenções em estruturas de concreto armado, tais como reparos, reforços, ampliações ou concretagens executadas em etapas distintas, frequentemente demandam a solidarização entre concretos com idades diferentes, sendo a resistência de aderência na interface parâmetro determinante para o adequado desempenho estrutural. Este estudo investigou a eficiência do material de ligação utilizado nas juntas de concretagem, bem como do preparo da superfície, por meio de ensaios de compressão axial em corpos de prova prismáticos moldados em duas etapas sucessivas, com uma junta inclinada a 60° e um intervalo de 21 dias entre as etapas. Foram investigadas três variantes de resina epóxi, graute cimentício, argamassa colante AC III e um adesivo para argamassa, além das condições de união com e sem apicoamento. Os maiores valores de resistência à compressão foram obtidos com adesivos epóxi (≈21,6–21,9 MPa), graute e apicoamento (21,47 MPa), próximos ao limite superior correspondente ao concreto monolítico (21,92 MPa). A análise da variância indicou diferença significativa entre os tratamentos avaliados, e demonstrou que não houve diferença estatística entre epóxi, graute e apicoamento. As soluções com argamassa colante e adesivo para argamassa apresentaram resistências inferiores (11,93–13,94 MPa). Concluiu-se que o preparo da interface com apicoamento superficial é suficiente para garantir a continuidade estrutural e configura-se como solução tecnicamente adequada e economicamente racional para a união de concretos de idades distintas.
*Palavras-chave: aderência concreto-concreto; materiais de ligação, preparo superficial; apicoamento.*

## ABSTRACT

Interventions in reinforced concrete structures, such as repairs, strengthening, expansions, or concreting operations executed in distinct stages, often require the bonding of concretes of different ages, being the bond strength at the interface a determining parameter for adequate structural performance. This study investigated the efficiency of the bonding material used in the concreting joints, as well as the surface preparation, through axial compression tests on prismatic specimens molded in two successive stages, with 60° inclined joints and a 21-day interval between stages. Three variants of epoxy resin, a cementitious grout, AC III adhesive mortar, and mortar adhesive were evaluated, in addition to the bonding conditions with and without chipping. The highest compressive strength values were obtained with epoxy adhesives (≈21.6–21.9 MPa), grout, and chipping (21.47 MPa), close to the upper limit corresponding to monolithic concrete (21.92 MPa). Analysis of variance indicated a significant difference among the treatments evaluated, and demonstrated that there was no statistical difference between epoxy, grout and chipping. Adhesive mortar and mortar adhesive solutions exhibited lower strengths values (11.93–13.94 MPa). It was concluded that interface preparation with surface chipping is sufficient to guarantee structural continuity and constitutes a technically adequate and economically rational solution for bonding concretes of different ages.
*Keywords: concrete-to-concrete bond; bonding agents; surface preparation; chipping.*

## 1. INTRODUÇÃO

A integridade da aderência entre concretos de diferentes idades representa um dos principais desafios da engenharia civil contemporânea, constituindo fator determinante para o êxito de reforços estruturais, reabilitações de estruturas degradadas e ligações entre elementos pré-moldados e moldados *in loco* (Doria, Sales e Andrade, 2015; El Afandi *et al.*, 2023; Santos, Santos e Dias-da-Costa, 2012). Nessas intervenções, a interface entre o substrato e o concreto de reparo configura-se como a região de maior vulnerabilidade estrutural. A ocorrência de falhas nesse plano compromete o comportamento monolítico do elemento, podendo induzir ao descolamento prematuro (*debonding*) e à redução da capacidade resistente do sistema (Kaur *et al*., 2023; Zhao *et al.*, 2023).

Nas intervenções que envolvem a solidarização entre concretos de idades distintas, Doria, Sales e Andrade (2015) ressaltam a necessidade de compreensão dos mecanismos e parâmetros que condicionam a resistência da interface estabelecida entre o substrato existente e o concreto de reparo. Segundo os autores, discrepâncias nas propriedades reológicas e mecânicas (especialmente no que se refere às deformações diferidas e à retração) podem induzir estados tensionais significativos na zona de ligação, sobretudo em decorrência de retrações diferenciais.

Conforme exposto por Li e Li (2011), a compatibilidade dimensional entre o concreto de reparo e o substrato refere-se à capacidade do material de recuperação de redistribuir as tensões desenvolvidas na interface de contato, oriundas das diferenças de deformabilidade entre os materiais, sem que se verifiquem destacamentos ou a formação de fissuras. A ausência de compatibilidade é apontada como um dos principais fatores associados à ocorrência de falhas prematuras em estruturas reparadas, podendo comprometer significativamente a durabilidade e o desempenho do sistema reabilitado. De modo complementar, Beushausen e Alexander (2008) destacam que a solidarização entre concretos de idades distintas constitui situação recorrente tanto em intervenções de reparo quanto nas ligações entre elementos pré-moldados de concreto.

Bissonnette *et al.* (2013) ressaltam que o preparo da superfície de união constitui uma etapa determinante para o desempenho satisfatório da interface. Tal preparo não se restringe às operações realizadas imediatamente antes da aplicação do novo material, abrangendo um conjunto de procedimentos integrados, como a adequada limpeza da base, o correto lançamento do concreto de reparo e a condução rigorosa do processo de cura. Segundo os autores, essas etapas devem ser executadas de forma criteriosa, a fim de possibilitar o desenvolvimento de resistência de aderência suficiente para a redistribuição e acomodação das tensões atuantes na zona de transição. A transferência de esforços na interface é descrita pela teoria do atrito-cisalhamento (*shear-friction theory*), fundamentando-se na interação entre três mecanismos principais: adesão química, intertravamento mecânico e atrito (Costa *et al*., 2018; Papoulidou *et al.*, 2025; Xia *et al*., 2021).

A perda de aderência pode manifestar-se na interface entre concretos de idades distintas, particularmente nas juntas de concretagem, comprometendo o mecanismo de transferência de esforços e resultando em desempenho estrutural insatisfatório (Souza e Ripper, 2005). Diversas técnicas têm sido empregadas para a otimização da resistência de aderência, destacando-se o preparo mecânico da superfície com o objetivo de aumentar a rugosidade, como o apicoamento manual (*chipping* ou *hand chiseling*), a escovação e o jateamento (El Afandi *et al.*, 2023; Kaur *et al.*, 2023). Paralelamente, o emprego de agentes de ligação (*bonding agents*), como resinas epóxi e adesivos cimentícios, tem sido amplamente explorado com o intuito de estabelecer uma ponte de

aderência (Santos, Santos e Dias-da-Costa, 2012; Zhao *et al.*, 2023). Além disso, existem outras técnicas como o corte verde, o vassouramento da superfície, barras extras de ligação e o salgamento da superfície com agregado graúdo (ABNT, 2023; Andrade *et al.*, 2023).

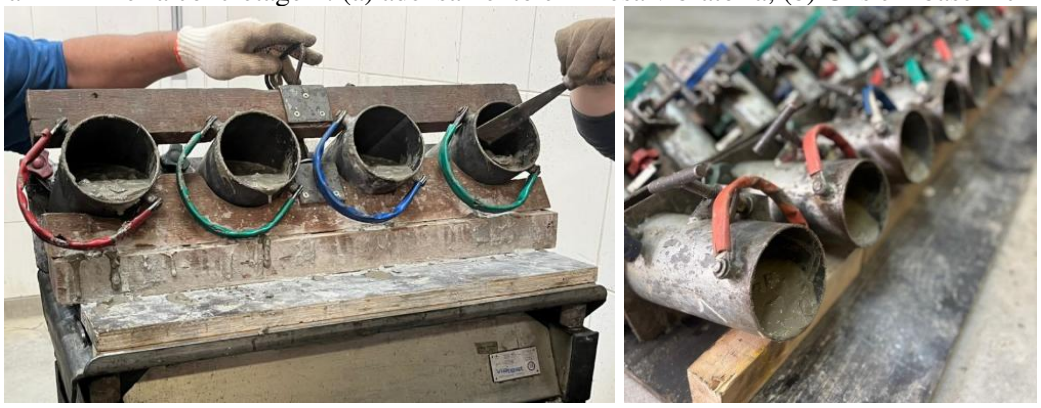
Diante desse panorama, torna-se importante a realização de avaliações experimentais que avaliem o desempenho dos procedimentos de preparo da superfície e tratamento da interface entre substrato e concreto de reparo. Esses aspectos são determinantes para assegurar a adequada interação mecânica entre os materiais envolvidos em intervenções de recuperação e reforço de estruturas de concreto armado (Souza e Ripper, 2005). Nesse sentido, o presente estudo buscou investigar a resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos moldados em duas etapas sucessivas, com interface de união inclinada a 60°, analisando o comportamento de diferentes tratamentos superficiais sob essa configuração geométrica específica. Comparou-se a eficiência de três variantes de resina epóxi, bem como de argamassa colante AC III, graute cimentício e adesivo para argamassa, confrontando-os com o método convencional de apicoamento manual e com uma superfície sem tratamento.

## 2. METODOLOGIA

Para avaliar eficiência do material de ligação utilizado nas juntas de concretagem, bem como do preparo da superfície, foram moldados 24 corpos de prova cilíndricos (10 x 20 cm) moldados em duas etapas sucessivas, com um intervalo de 21 dias. A junta de concretagem possuía inclinação de 60°, para simular a pior situação de cisalhamento na interface. Além disso, também foram moldados mais 6 corpos de prova cilíndricos (moldados em uma etapa), para o controle da resistência à compressão dos concretos produzidos na primeira e na segunda concretagem.

O concreto utilizado teve o traço em massa de 1:2,9:3,6 (cimento Portland CP V-ARI, areia natural média e brita basáltica tipo 1), e relação água/cimento de 0,58 na primeira concretagem e 0,6 na segunda. A relação água/cimento da primeira concretagem foi reduzida de 0,6 para 0,58 devido a questões de trabalhabilidade do concreto. As moldagens foram realizadas com mistura do concreto em betoneira e execução de ensaio de abatimento, conforme NBR 16889 (ABNT, 2020), e resultaram em 121 mm e 141 mm para a primeira e segunda concretagens, respectivamente. Para a moldagem dos corpos de prova o concreto foi colocado em fôrmas preparadas com desmoldante, e após adensados em mesa vibratória, mantendo-se a inclinação da fôrma em 60º, conforme a Figura 1 (a). Para o processo de cura os corpos de prova foram armazenados em uma base inclinada, como mostra a Figura 1 (b), em ambiente natural por 21 dias.

Figura 1 - Primeira concretagem: (a) adensamento em mesa vibratória; (b) CPs em base inclinada.



(a) (b)

Fonte: os autores.

Na Figura 2 (a) é possível ver os CPs após a desmoldagem, com a superfície inclinada. Decorridos 21 dias da primeira concretagem os corpos de prova foram apicoados manualmente com haste metálica (Figura 2b) a fim de retirar a nata do cimento e gerar rugosidade na superfície de união entre os concretos, para melhorar a aderência com a nova camada. Apenas 3 CPs não receberam apicoamento, conforme Figura 2 (c), pois essa foi uma opção a ser avaliada. Os intervalos de 21 dias foram definidos para que os ensaios pudessem ocorrer durante o período letivo de uma disciplina de pós-graduação.

Figura 2 – (a) CPs com a superfície inclinada; (b) com apicoamento; (c) sem apicoamento.



(a) (b) (c)

Fonte: os autores.

A Tabela 1 especifica os diferentes tratamentos que foram aplicados na face inclinada dos corpos de prova, a fim de avaliar sua eficiência em melhorar a aderência entre os concretos de idades diferentes. Foram ensaiados 3 corpos de prova para cada solução. A mistura das resinas seguiu a orientação dos fabricantes, com homogeneização individual de cada componente e posterior mistura dos dois componentes até sua completa homogeneização. A argamassa colante AC III foi misturada em argamassadeira, conforme a NBR 16541 (ABNT, 2016), adicionando 400 ml de água para 2 kg de material seco. O graute recebeu a mistura com água e foi homogeneizado conforme orientação do fabricante. O adesivo para argamassa foi misturado com água (1 parte de adesivo para 2 partes de água) e então adicionado à argamassa de traço cimento:areia média (1:3).

Tabela 1 – Soluções avaliadas para o tratamento da interface.

| Soluções para a interface |
|---|
| Adesivo epóxi A |
| Adesivo epóxi B |
| Adesivo epóxi C |
| Argamassa colante AC-III |
| Graute |
| Adesivo para argamassa |
| Com apicoamento |
| Sem apicoamento |

As soluções foram aplicadas em toda a superfície de união, com auxílio de pincel ou espátula, conforme a Figura 3 (a). Na sequência os corpos de prova foram posicionados dentro das fôrmas, preparadas anteriormente com desmoldante, receberam a nova camada de concreto até seu preenchimento, e foram vibrados em mesa vibratória, como mostra a Figura 3 (b). Os corpos de prova permaneceram em ambiente natural por mais 21 dias até a realização dos ensaios de

compressão axial, que foram realizados em uma prensa hidráulica servo-controlada da marca Shimadzu, com capacidade de 2000 kN.

Figura 3 – (a) aplicação de argamassa colante na superfície de união entre os concretos de idades diferentes; (b) adensamento na mesa vibratória.



Fonte: os autores.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentados e discutidos os resultados obtidos nos ensaios experimentais, inicialmente através da caracterização mecânica dos concretos de referência, seguido pelos corpos de prova com interface de união entre concretos de idades distintas. A análise compreende a interpretação dos valores médios, dos modos de ruptura e dos resultados estatísticos, possibilitando a comparação de diferentes soluções.

### 3.1 Concretos de referência

Inicialmente, foram realizados os ensaios de caracterização mecânica dos concretos utilizados em cada etapa, ou seja, concreto da primeira concretagem e concreto da segunda concretagem, por meio do ensaio de compressão axial conforme a NBR 5739 (ABNT, 2018). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de compressão axial dos concretos de referência.

| Concretos de referência | CP n° | Tensão (MPa) | Média (MPa) | Desvio padrão | Forma de ruptura |
|---|---|---|---|---|---|
| Primeira concretagem | 1 | 27,31 | 27,01 | 0,46 | Esmagamento |
| | 2 | 26,48 | | | Esmagamento |
| | 3 | 27,25 | | | Esmagamento |
| Segunda concretagem | 1 | 20,94 | 21,92 | 1,58 | Esmagamento |
| | 2 | 23,75 | | | Esmagamento |
| | 3 | 21,07 | | | Esmagamento |

O concreto da primeira concretagem, ensaiado aos 42 dias, apresentou resistência média superior ao concreto da segunda etapa, rompido aos 21 dias. Esse resultado pode ser explicado em função das diferentes idades das amostras e relações água/cimento. Apesar de ter sido utilizado o cimento

CP V-ARI, existe alguma influência do processo de hidratação do cimento ao longo do tempo na resistência do concreto. A ruptura de todos os corpos de prova ocorreu por esmagamento. Ademais, com coeficientes de variação de 1,70% e 7,22%, respectivamente, os resultados indicam homogeneidade entre os corpos de prova.

### 3.2 Corpos de prova com interface de união

Os resultados obtidos no ensaio de compressão axial dos corpos de prova com interface de união entre concretos com idades distintas são apresentados na Tabela 3, e indicam diferenças de desempenho mecânico em função do tratamento adotado na junta de concretagem.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de compressão axial para diferentes soluções de tratamento da interface.

| Tratamento da interface | CP n° | Tensão (MPa) | Média (MPa) | Desvio padrão | Forma de ruptura |
|---|---|---|---|---|---|
| Adesivo epóxi A | 1 | 18,72 | 21,04 | 2,04 | Esmagamento |
| | 2 | 21,87 | | | Deslizamento |
| | 3 | 22,54 | | | Esmagamento |
| Adesivo epóxi B | 1 | 20,44 | 21,58 | 1,01 | Deslizamento |
| | 2 | 22,35 | | | Esmagamento |
| | 3 | 21,96 | | | Esmagamento e deslizamento |
| Adesivo epóxi C | 1 | 21,26 | 21,88 | 2,14 | Esmagamento |
| | 2 | 20,12 | | | Deslizamento |
| | 3 | 24,26 | | | Esmagamento e deslizamento |
| Argamassa colante AC-III | 1 | 14,77 | 13,94 | 1,60 | Deslizamento |
| | 2 | 12,10 | | | Deslizamento |
| | 3 | 14,96 | | | Deslizamento |
| Graute | 1 | 22,54 | 21,54 | 1,09 | Esmagamento e deslizamento |
| | 2 | 21,71 | | | Esmagamento e deslizamento |
| | 3 | 20,37 | | | Esmagamento e deslizamento |
| Adesivo para argamassa | 1 | 10,95 | 11,93 | 2,44 | Deslizamento |
| | 2 | 14,71 | | | Deslizamento |
| | 3 | 10,12 | | | Deslizamento |
| Com apicoamento | 1 | 21,20 | 21,48 | 1,77 | Deslizamento |
| | 2 | 23,36 | | | Deslizamento |
| | 3 | 19,86 | | | Deslizamento |
| Sem apicoamento | 1 | 16,17 | 18,42 | 2,82 | Deslizamento |
| | 2 | 21,58 | | | Esmagamento e deslizamento |
| | 3 | 17,51 | | | Deslizamento |

Ao analisar o modo de ruptura dos corpos de prova, observa-se a predominância do deslizamento na interface (58,33%). Nesses casos, a solução adotada no tratamento da interface entre os concretos de idades distintas passou a ser um fator determinante para a ruptura. Nos corpos de prova que a ruptura se deu por esmagamento (16,67%), a solução adotada foi tão eficiente na união dos concretos que permitiu o aproveitamento da resistência à compressão. Em 25% dos casos a ruptura foi mista, com características de esmagamento e deslizamento. A Figura 4 apresenta o registro fotográfico realizado durante os ensaios das três formas de ruptura dos CPs.

Figura 4 – Registro dos CPs rompidos: (a) por esmagamento; (b) por deslizamento; (c) por esmagamento e deslizamento.



(a) (b) (c)

Fonte: os autores.

A partir dos resultados da Tabela 3, determinaram-se as resistências médias de cada tratamento e as demais análises estatísticas necessárias, permitindo a comparação global dos valores conforme as diferentes soluções avaliadas. Desta forma, a Figura 5 apresenta a síntese das médias obtidas e o desvio padrão associado a cada tratamento da interface de união. Vale destacar que a resistência obtida na segunda concretagem (21,92 MPa) é o limite superior de desempenho esperado. Conforme observado no gráfico, as interfaces tratadas com adesivos epóxi (B e C), graute e com apicoamento apresentaram valores muito próximos a este patamar, com diferenças numéricas pequenas (menores que 0,5) diante da margem de erro estatística. Ou seja, estas soluções foram capazes de garantir, com grande eficiência, a monoliticidade do concreto, com os corpos de prova resistindo como um elemento único, maciço e sem juntas ou divisões significativas que comprometessem sua resistência, transferindo de forma eficiente os esforços.

Ao realizar a análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 5%, verificou-se diferença significativa entre os grupos com um valor-P de $1{,}63x10^{-7}$. O teste F resultou em 16,94, superando fortemente o F crítico de 2,39. Ou seja, o tipo de tratamento superficial influencia o desempenho mecânico da interface concreto-concreto. Após essa constatação foi realizada a comparação múltipla de médias com o teste de Tukey (para k=10 e gl=20). A Figura 6 apresenta as comparações múltiplas de médias, em que as linhas horizontais contínuas vermelhas indicam a formação de grupos estatisticamente equivalentes, a ser explicado na sequência.

Figura 5 – Resistências médias à compressão e desvios padrão.

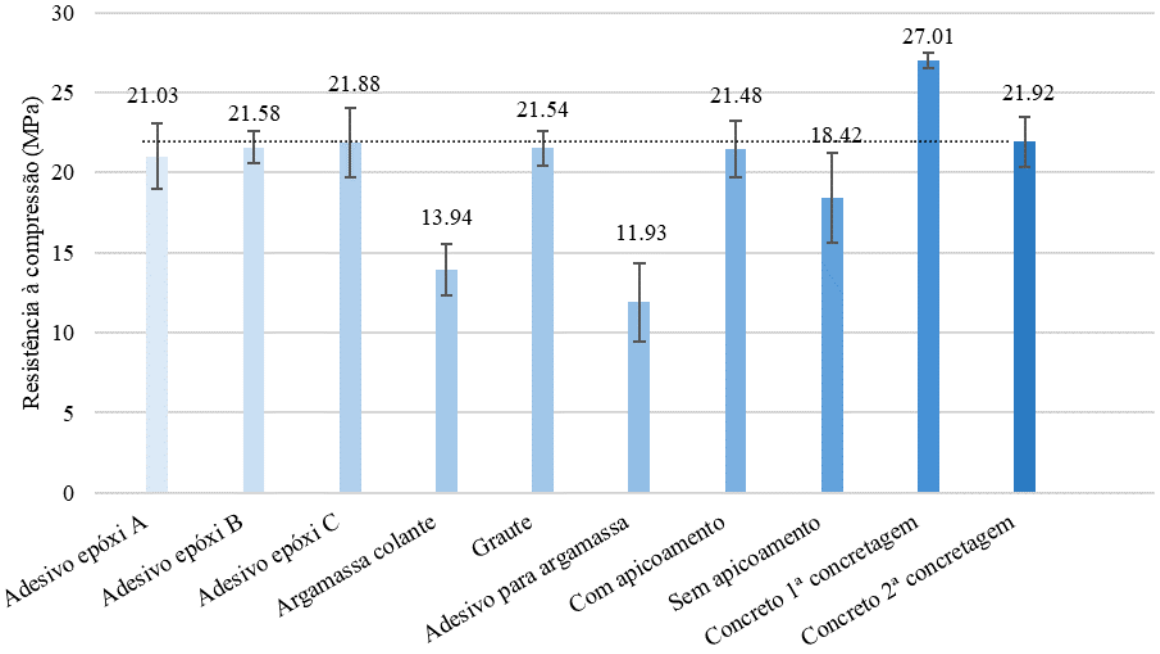
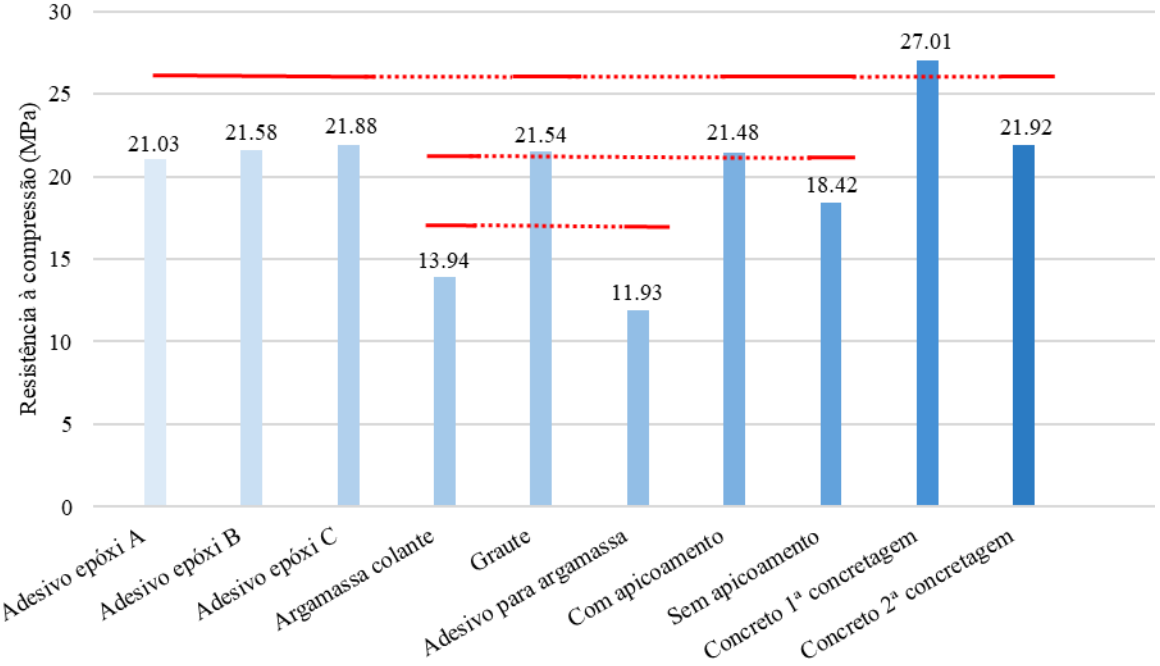



Figura 6 – Comparação entre as médias de resistência e identificação de grupos de equivalência.




Sob o ponto de vista estatístico, os resultados indicam que as soluções com adesivo epóxi (A, B e C), graute, com apicoamento e sem apicoamento são equivalentes entre si, caracterizando o grupo de melhor desempenho. Nos limites inferiores, o adesivo para argamassa e a argamassa colante são estatisticamente equivalentes entre si, mas ambos são diferentes (inferiores) de todas as outras soluções. Apesar da solução com apicoamento (21,48) ser estatisticamente equivalente à solução sem apicoamento (18,42) - e aos adesivos epóxi e ao graute - a solução sem apicoamento mostra sinais de fraqueza, aproximando-se, estatisticamente, dos limites inferiores, sendo também equivalente estatisticamente à argamassa colante. Assim, esta condição situa-se em uma zona de

transição: não é suficientemente inferior para ser declarada diferente dos adesivos epóxi, contudo também não é suficientemente superior para se distanciar da argamassa colante.

Portanto, as análises demonstraram que o uso de adesivos epóxi (A, B ou C) ou de material cimentício do tipo graute resultaram em um desempenho estatisticamente equivalente, não havendo superioridade de um material sobre o outro. Além disso, a aplicação de agentes de ligação não proporcionou ganho estatisticamente significativo em relação ao simples preparo mecânico da superfície com apicoamento. Observa-se que, numericamente, algumas soluções cimentícias apresentaram desempenho inferior, como verificado para o adesivo para argamassa e para a argamassa colante. Apesar de o teste de Tukey não ter indicado diferença estatisticamente significativa entre as condições com e sem apicoamento, verificou-se redução de 14,24% na resistência média à compressão quando a superfície não foi apicoada.

Embora manter a superfície natural da concretagem - não apicoar - não tenha resultado em uma perda de resistência estatisticamente absoluta em comparação ao grupo de melhor desempenho, sua proximidade com os valores das argamassas colantes sugere uma menor margem de segurança estrutural. Sob este aspecto, tecnicamente recomenda-se a execução do apicoamento manual. Esta solução assegura um desempenho equivalente ao dos adesivos estruturais - de alto custo - e ao limite de resistência do concreto de segunda etapa de concretagem (limite superior de resistência), configurando-se como a alternativa mais eficiente em termos de custo-benefício e confiabilidade para a união entre concretos de idades distintas.

## 4. CONCLUSÕES

Nos corpos de prova analisados nesse estudo os maiores valores de resistência à compressão foram obtidos com adesivos epóxi, graute e apicoamento, e a análise de variância demonstrou que não houve diferença estatística entre os resultados obtidos por essas soluções. Algumas soluções cimentícias apresentaram desempenho inferior do que a opção sem apicoamento, ou seja, em alguns casos, tentar aplicar um tratamento na interface de união foi mais prejudicial do que benéfico. Concluiu-se que o preparo da interface apenas com o apicoamento superficial é uma solução que pode garantir, com grande eficiência, a monoliticidade do concreto e a continuidade estrutural, e que se configura como uma solução tecnicamente adequada e economicamente racional para a união de concretos de idades distintas. Ressalta-se que os resultados obtidos são válidos apenas para a amostra analisada, e mais estudos são necessários para conclusões mais definitivas.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelos materiais concedidos e pela disponibilidade de uso da infraestrutura do laboratório para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. *et. al.* **Estudo comparativo da eficiência entre diferentes tipos de tratamento de juntas de concretagem**. *In*: Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XVIX Congreso de Control de Calidad en la Construcción, CONPAT 2023. Santa Cruz de la Sierra (BOL), (pp. 10). DOI: https://doi.org/10.21041/CONPAT2023/V1CC1920.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.931: **Execução de estruturas de concreto, protendido e com fibras - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2023.

BEUSHAUSEN, H.; ALEXANDER, M. G. **Bond strength development between concretes of different ages**. Magazine of Concrete Research, v. 60, n. 1, p. 65-74, 2008.

BISSONNETTE, B.; COURARD, L.; BEUSHAUSEN, H.; FOWLER, D.; TREVINO, M.; VAYSBURD, A. **Recommendations for the repair, the lining or the strengthening of concrete slabs or pavements with bonded cement-based material overlays**. Materials and Structures, v. 46, p. 481- 494, 2013.

COSTA, H.; CARMO, R. N. F.; JÚLIO, E. **Influence of lightweight aggregates concrete on the bond strength of concrete-to-concrete interfaces**. Construction and Building Materials, v. 180, p. 519–530, 2018.

DORIA, M. R.; SALES, A. T. C.; ANDRADE, N. F. A. **Aderência aço-concreto e entre concretos de diferentes idades em recuperação de estruturas**. IBRACON Structures and Materials Journal, v. 8, n. 5, p. 615-624, 2015.

EL AFANDI, M. *et al.* **Concrete-to-concrete bond strength: a review**. Construction and Building Materials, v. 363, 129820, 2023.

KAUR, M.; CHAWLA, H.; KWATRA, N**. Effect of GO-modified epoxy on the bond behavior of old-new concrete and comparison with different surface preparation techniques**. Construction and Building Materials, v. 396, 132369, 2023.

LI, M.; LI, V. C. **High-early-strength engineered cementitious composites for fast, durable concrete repair – material properties**. ACI Materials Journal, v. 108, n. 1, January-February 2011.

PAPOULIDOU, S. *et al.* **Concrete-to-concrete interfaces: interlocking architecture for improved toughness**. Engineering Fracture Mechanics, v. 329, 111547, 2025.

SANTOS, D. S.; SANTOS, P. M. D.; DIAS-DA-COSTA, D. **Effect of surface preparation and bonding agent on the concrete-to-concrete interface strength**. Construction and Building Materials, v. 37, p. 102–110, 2012.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2005.

XIA, J. *et al.* **Shear-friction behavior of concrete-to-concrete interface under direct shear load**. Engineering Structures, v. 238, 112211, 2021.

ZHAO, K. *et al.* **Effect of roughness and adhesive on the strength of concrete-to-concrete interfaces cast from 3D-printed prefabricated plastic formworks**. Construction and Building Materials, v. 368, 130423, 2023.