XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9012

Influência da relação água/cimento e da adição de superplastificantes na fluidez de grautes cimentícios

Influence of Water/Cement Ratio and Superplasticizer Addition on the Fluidity of Cementitious Grouts

Ana Laura Marcheski Chiodi
Universidade Federal da Grande Dourados | Dourados-MS | Brasil | ana.chiodi084@academico.ufgd.edu.br
Christian Souza Barboza
Universidade Federal da Grande Dourados | Dourados-MS | Brasil | christianbarboza@ufgd.edu.br

Resumo

Grautes cimentícios são materiais amplamente utilizados em estruturas de concreto complexas, ancoragens de armaduras, chumbamentos e preenchimento de vazios, sendo a fluidez um fator determinante para o seu desempenho em estado fresco. Este estudo avaliou a influência da relação água/cimento em comparação com o uso de aditivos superplastificantes na fluidez de grautes no estado fresco. Foram produzidas misturas com traço em massa 1:3 (cimento:agregado), variando a relação água/cimento (a/c) entre 0,5 e 0,85 e dois superplastificantes, nomeados como SP1 e SP2, utilizando os teores de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 por cento em relação a massa de cimento. O agregado miúdo foi caracterizado por análise granulométrica e propriedades físicas. A fluidez foi avaliada pelo método de *Flow Table*, com observações de segregação e exsudação. Verificou-se o aumento do espalhamento com o aumento da relação água/cimento, porém com perda de estabilidade em valores elevados. O SP1 apresentou maior estabilidade e uniformidade que o SP2. A relação a/c 0,6 com 0,2% de SP apresentou melhor equilíbrio entre fluidez e estabilidade.

Palavras-chave: Graute. Fluidez. Superplastificante. Relação água/cimento.

Abstract

Cementitious grouts are widely used in complex concrete structures, reinforcement anchorage, bolt grouting, and void filling, where fluidity is a determining factor for fresh-state performance. This study evaluated the influence of the water-to-cement ratio in comparison with the use of superplasticizer admixtures on the fluidity of grouts in the fresh state. Mixtures were produced with a 1:3 mass ratio (cement:aggregate), varying the water-to-cement ratio (w/c) from 0.5 to 0.85 and using two superplasticizers, designated SP1 and SP2, at dosages of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8% by cement mass. The fine aggregate was characterized through particle size distribution analysis and physical property tests. Fluidity was evaluated using the Flow Table method, with visual observations of segregation and bleeding. The results showed an increase in spread diameter with increasing water-to-cement ratio; however, higher values led to a loss of mixture stability. SP1 exhibited greater stability and more uniform performance than SP2. The mixture with a w/c ratio of 0.6 and 0.2% superplasticizer presented the best balance between fluidity and stability.

Keywords: Grout. Fluidity. Superplasticizer. Water/cement ratio

CHIODI, A. L. M. e BARBOZA, C. S. Influência da Relação Água/Cimento e da adição de superplastificantes na fluidez de grautes cimentícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21., 2026, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9012

INTRODUÇÃO

No campo da engenharia civil, observa-se uma demanda crescente por materiais cimentícios de alto desempenho, diante de requisitos cada vez mais rigorosos de durabilidade, eficiência e resistência. A busca por soluções construtivas mais seguras, econômicas e sustentáveis impulsiona o desenvolvimento de composições que atendam às exigências técnicas modernas e ofereçam maior confiabilidade durante a execução das obras.

Nesse contexto, o concreto destaca-se como um dos materiais mais utilizados na construção civil devido à sua versatilidade e capacidade de adaptação a diferentes aplicações estruturais e não estruturais. No entanto, o concreto convencional apresenta limitações relacionadas à fluidez, trabalhabilidade e capacidade de preenchimento, especialmente em elementos com alta densidade de armaduras ou geometrias complexas. Essas restrições impulsionam o desenvolvimento de materiais cimentícios com desempenho aprimorado [1].

Entre essas evoluções, destacam-se as argamassas especiais, desenvolvidas para proporcionar maior plasticidade, fluidez e capacidade de preenchimento. Elas combinam desempenho mecânico e comportamento reológico adequado, permitindo preenchimento homogêneo, redução de vazios e melhor transferência de esforços em aplicações específicas [2].

Dentre os materiais cimentícios de alta fluidez, destaca-se o graute, desenvolvido para aplicações que exigem elevado desempenho de preenchimento, redução de vazios e adequada transferência de esforços. Composto principalmente por cimento, agregados miúdos, água e aditivos, o graute pode apresentar diferentes formulações conforme a aplicação desejada. Sua elevada capacidade de escoamento permite o preenchimento de regiões confinadas e de difícil acesso sem necessidade de vibração mecânica [3].

A alta fluidez é uma das propriedades mais relevantes do graute, uma vez que o material deve escoar espontaneamente, garantindo a ocupação integral de cavidades, frestas e regiões confinadas. O comportamento reológico, portanto, desempenha papel central na avaliação do material, pois determina sua capacidade de deformação e escoamento [4].

Entre os parâmetros mais importantes estão a viscosidade, associada à resistência interna ao movimento; a tensão de escoamento, que representa a tensão mínima necessária para que o material deixe de se comportar como sólido e comece a fluir; e o espalhamento, que expressa o grau de deformação inicial e indica o nível de fluidez obtido após o preparo da mistura. A análise conjunta dessas propriedades permite prever o desempenho no estado fresco e garantir que o material atenderá às exigências da aplicação proposta [5].

Uma das principais estratégias para otimizar as propriedades de fluidez e trabalhabilidade de matrizes cimentícias, sem induzir a perda de resistência mecânica e assegurando a estabilidade reológica contra a segregação, consiste na incorporação

de aditivos químicos, com destaque para os superplastificantes redutores de água de alta eficiência. A ação desses aditivos permite a desaglomeração das partículas de cimento e a liberação da água aprisionada no sistema, reduzindo a viscosidade em estado fresco sem a necessidade de elevar a quantidade de água de amassamento. Consequentemente, viabiliza-se a produção de grautes com elevada capacidade de preenchimento que mantêm uma matriz densa, estável e com alto desempenho mecânico no estado endurecido [6].

Dessa forma, o graute se apresenta como uma solução tecnologicamente avançada e alinhada às necessidades contemporâneas da engenharia civil, combinando propriedades reológicas favoráveis no estado fresco. A compreensão integrada de suas características e comportamentos é fundamental para otimizar seu uso, garantir a qualidade das intervenções e ampliar a eficiência das estruturas que dependem desse material.

Sob a perspectiva técnica, a compreensão das propriedades de fluidez dos grautes cimentícios possibilita a otimização do desempenho no estado fresco, contribuindo para a redução de patologias associadas à porosidade, segregação, exsudação e falhas de aderência. Além disso, o adequado controle da fluidez influencia diretamente a capacidade de preenchimento, a homogeneidade da mistura e a qualidade final do material aplicado [7].

No âmbito científico, investigações voltadas ao comportamento reológico de grautes de alta fluidez contribuem para o avanço do conhecimento na área de materiais cimentícios, ampliando a fundamentação teórica e experimental necessária ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de normas técnicas, diretrizes de aplicação e composições industriais. Nesse contexto, o estudo das variáveis que influenciam a fluidez torna-se relevante para a compreensão dos mecanismos que governam o comportamento do material no estado fresco.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a influência da relação água/cimento e de aditivos superplastificantes na fluidez de grautes cimentícios no estado fresco, avaliando-se a influência da relação água/cimento sobre o espalhamento dos grautes cimentícios; os efeitos de diferentes dosagens de aditivos superplastificantes na fluidez das misturas; limites de estabilidade associados à ocorrência de exsudação; e o desempenho de aditivos, visando adequar o uso do composto para o município de Dourados-MS.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa e procedimento experimental, tendo analisado o comportamento de diferentes composições de graute no estado fresco por meio de ensaios laboratoriais. O desenvolvimento experimental foi dividido em cinco etapas principais: revisão bibliográfica, caracterização dos materiais, definição e produção dos traços, ensaios no estado fresco e análise comparativa dos resultados.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9012

MATERIAIS UTILIZADOS

Foi utilizado cimento Portland CP II-Z-32 como aglomerante principal e água potável da rede pública para o preparo das misturas. A areia, proveniente do Depósito Primavera (Dourados-MS), foi previamente seca e submetida aos seguintes ensaios de caracterização: granulometria [8], massa unitária [9], massa específica aparente [10] e teor de materiais pulverulentos [11].

Para modificação das propriedades de fluidez das misturas foram utilizados dois aditivos superplastificantes comerciais, denominados SP1 e SP2. O SP1 (MC-Bauchemie, "Aditivo Redutor de Água Tipo 2 – RA2") é um superplastificante de pega normal que aumenta a trabalhabilidade sem acréscimo de água, reduz a segregação e melhora o acabamento. O SP2 (CN Revestimentos, "Silicon Premix 4020"), ambos à base de éter policarboxilato, apresenta elevado poder de dispersão, aumentando a trabalhabilidade e permitindo a redução da relação água/cimento.

DEFINIÇÃO DOS TRAÇOS

Os traços experimentais foram definidos com o objetivo de avaliar a influência da relação água/cimento e da dosagem de aditivos superplastificantes sobre a fluidez e estabilidade dos grautes no estado fresco. Para isso, foram adotadas diferentes relações água/cimento e distintos teores de aditivos, buscando analisar o comportamento das misturas, a fim de determinar a faixa de fluidez adequada do material.

Dessa forma, adotou-se como traço base a proporção de 1:3 (cimento:agregado miúdo), fundamentada em estudos com composições semelhantes [12]. Considerando a utilização de apenas um tipo de agregado miúdo na presente pesquisa, foram realizados ajustes na composição originalmente proposta pelo autor.

Inicialmente, variou-se o teor de A/C em 0,5, 0,6, 0,7, 0,75, 0,8 e 0,85 para definição preliminar da faixa de fluidez, buscando, posteriormente, atingir esse parâmetro com a utilização dos aditivos. Para incorporação dos superplastificantes foi utilizado o mesmo traço, com 3 relações de água/cimento, 0,5, 0,6 e 0,7, e adição do SP1 e SP2, em porcentagem baseada na massa de cimento, os teores de 0,2, 0,4, 0,6 e 0,8, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis experimentais adotadas

Parâmetro	Valores utilizados
Relação água/cimento: traço inicial	0.5; 0.6; 0.7; 0,75; 0,8; 0,85
Relação água/cimento: adição de SP	0,5; 0,6 e 0,7
Teor de SP (%)	0,2; 0,4; 0,6; 0,8
Aditivos avaliados	SP1 e SP2

Fonte: os autores (2026).

Para cada relação água/cimento foram avaliados diferentes teores de aditivos superplastificantes, utilizando-se os aditivos SP1 e SP2. Em misturas que apresentaram exsudação excessiva, a continuidade do aumento da dosagem foi interrompida devido à perda de estabilidade da mistura.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As misturas foram produzidas em argamassadeira com capacidade de 5 litros, realizando-se inicialmente a homogeneização dos materiais secos para posterior adição da água de amassamento e dos aditivos superplastificantes.

Para os ensaios sem utilização de aditivos, variou-se diretamente a quantidade de água com o objetivo de atingir as diferentes relações água/cimento previamente definidas. Já para os ensaios com superplastificantes, manteve-se fixa a relação água/cimento de cada mistura, promovendo-se a incorporação gradual dos aditivos em diferentes teores. Para cada variação da relação foi produzida uma nova mistura.

A avaliação da fluidez foi feita com base no ensaio de *Flow table*, utilizando mesa de consistência [13] após a estabilização do material, foram realizadas duas medições ortogonais do espalhamento, sendo o resultado determinado pela média entre os valores obtidos.

Durante os ensaios, foram avaliados visualmente a segregação e a exsudação da mistura, em composições que apresentaram indícios de instabilidade, o procedimento foi interrompido, não sendo realizado aumento da dosagem de superplastificantes.

Os resultados obtidos foram organizados graficamente para análise da influência da relação água/cimento e da adição de superplastificantes sobre a fluidez da mistura.

Como forma complementar à avaliação da fluidez das misturas, foi realizado o ensaio de canaleta de fluxo na composição selecionada como referência a partir dos resultados preliminares do ensaio de *Flow Table*. A mistura escolhida correspondeu à relação água/cimento de 0,80, por apresentar elevado espalhamento associado à estabilidade visual da mistura.

O ensaio foi conduzido conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 17211-2 [14], sendo avaliada a capacidade de escoamento do material ao longo da

canaleta. Os resultados obtidos foram posteriormente comparados aos limites especificados pela norma, permitindo uma avaliação complementar da capacidade de preenchimento da mistura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos permitiram avaliar a influência da relação água/cimento e da utilização de aditivos superplastificantes sobre a fluidez e estabilidade dos grautes no estado fresco. A análise foi realizada com base nos valores de espalhamento obtidos no ensaio de *Flow Table*, além da observação visual da estabilidade das misturas durante os ensaios.

CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO

A caracterização do agregado miúdo indicou módulo de finura igual a 3,06 e dimensão máxima característica de 1,2 mm (Tabela 2), evidenciando distribuição granulométrica adequada para aplicação em misturas de graute de alta fluidez. De acordo com a classificação estabelecida pela ABNT NBR 17211-1 [15], o material enquadra-se na faixa correspondente à areia média, próxima a faixa de areia grossa, apresentando granulometria compatível com aplicações que demandam adequado empacotamento das partículas e redução do consumo de água. Além disso, trata-se de um agregado amplamente comercializado em depósitos de materiais de construção da região de Dourados-MS, sendo, porém, comercializado localmente como areia grossa. A escolha desse material buscou reproduzir condições de utilização compatíveis com a disponibilidade dos insumos empregados na construção civil regional.

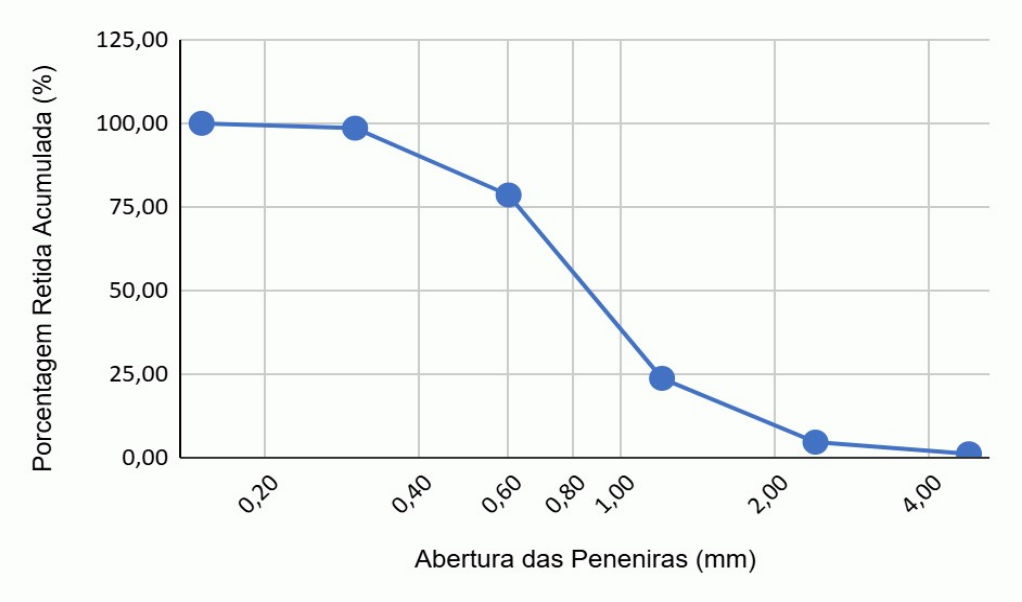
Tabela 2: Propriedades físicas do agregado miúdo

Propriedade	Resultados
Massa Unitária (kg/dm^3)	1,56
Dimensão máxima característica (mm)	1,20
Módulo de finura	3,06
Teor de Material pulverulento (%)	0,552
Massa específica (g/cm^3)	2,53

Fonte: os autores (2026).

Os resultados obtidos acerca da curva granulométrica do agregado são apresentados na Figura 2 por meio da curva granulométrica do material.

Figura 2: Curva granulométrica do agregado miúdo



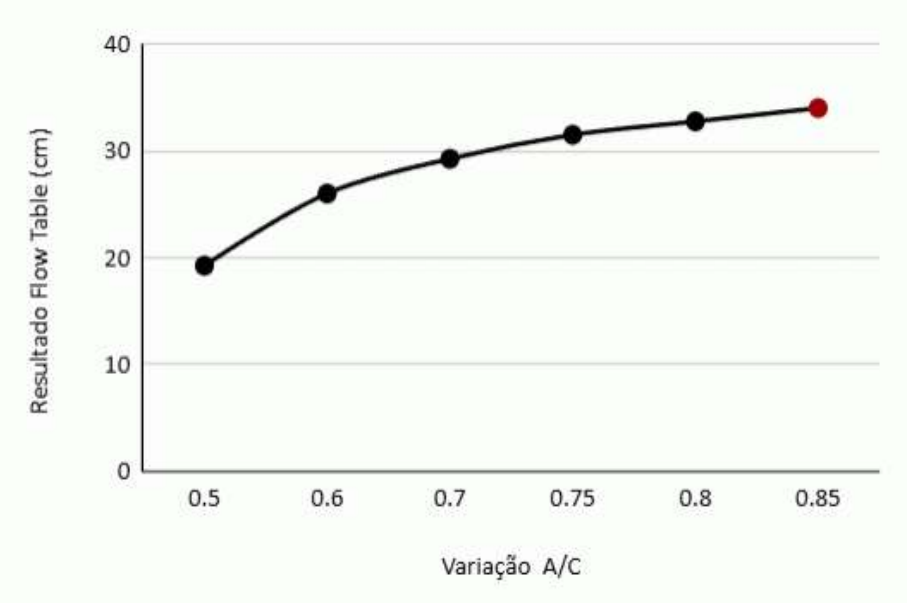
Fonte: os autores (2026).

O agregado apresentou distribuição granulométrica contínua e módulo de finura compatível com a aplicação proposta, mostrando-se adequado para utilização na produção dos grautes avaliados.

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO

A Figura 3 mostra a variação do espalhamento em função da relação de água/cimento sem a adição de aditivos.

Figura 3: Gráfico de espalhamento em função de A/C



Fonte: os autores (2026).

Os resultados mostram que, à medida que a relação água/cimento (A/C) aumenta, a

fluidez do material também aumenta de forma gradual, devido à redução da viscosidade e ao aumento da mobilidade das partículas no estado fresco. Entretanto, os resultados evidenciam a existência de um limite crítico para a adição de água de amassamento, a partir do qual ocorre instabilidade do sistema. Para a relação A/C de 0,85 — destacada em vermelho na Figura 3 — foi observada segregação e exsudação acentuadas, caracterizando possível perda significativa de estabilidade devido ao excesso de água livre na mistura.

Esse comportamento está associado ao fato de que o volume excessivo de água ultrapassa a capacidade de retenção da pasta, reduzindo as forças de coesão entre as partículas. Como consequência, a matriz perde sua capacidade de manter os agregados em suspensão de forma uniforme, favorecendo a sedimentação dos grãos mais densos e a migração da água para a superfície, o que compromete a homogeneidade do material e pode afetar negativamente suas propriedades mecânicas e sua aplicação em campo. Conforme a literatura clássica [16],

Entre as proporções avaliadas, a relação A/C de 0,8 apresentou o melhor desempenho em termos de escoamento e trabalhabilidade, alcançando um espalhamento médio de 32,75 cm sem sinais aparentes de perda de coesão, o que a torna adequada para aplicações que exigem elevado poder de preenchimento. Sendo assim, foi adotada como referência para a definição de uma faixa de fluidez, permitindo estabelecer um parâmetro comparativo de desempenho entre as misturas.

Com o objetivo de complementar a avaliação da fluidez e validar a escolha da mistura de referência, foi realizado o ensaio de canaleta de fluxo conforme os procedimentos estabelecidos [14]. A Figura 4 à esquerda apresenta a canaleta utilizada no ensaio, enquanto a Figura 4 à direita mostra o resultado obtido para a mistura analisada

Figura 4: Canaleta de fluxo utilizada nos ensaios, com a condição vazia e o resultado do ensaio para a mistura com relação água/cimento de 0,80.



Fonte: os autores (2026).

O resultado obtido foi de 225 mm, valor que, segundo os critérios de classificação apresentados no Quadro 1, enquadra a mistura na classe L2. [15]

Quadro 1: Classificação da abertura na canaleta segundo a ABNT NBR 17211-1.

Classificação	Trabalhabilidade (mm)
L1	L ≤ 200
L2	200 < L ≤ 350
L3	350 < L ≤ 500
L4	500 < L ≤ 650
L5	L > 650

Fonte: ABNT NBR 17211-1 (2024).

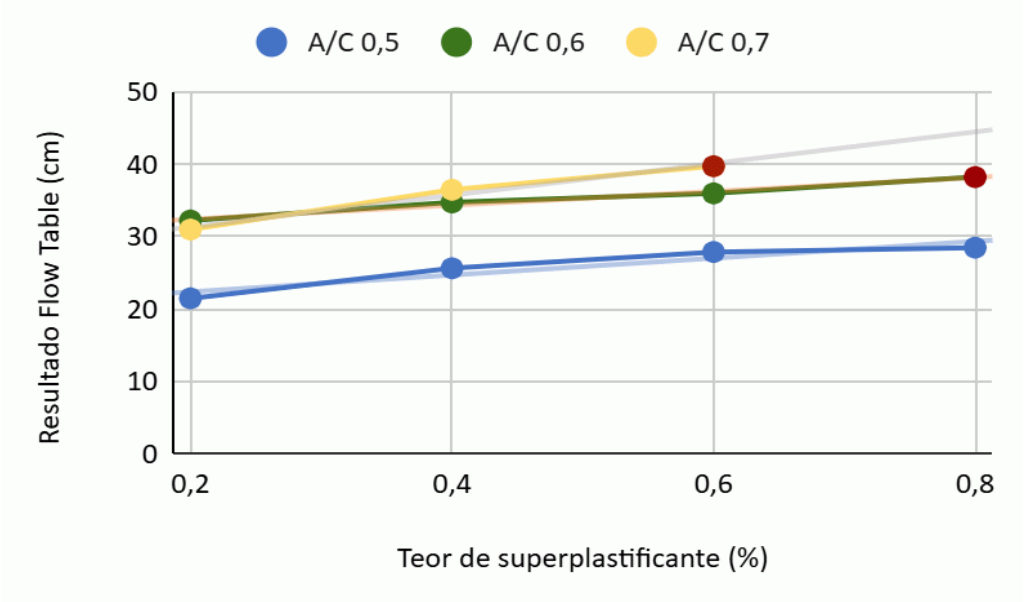
Verificou-se que a mistura com relação água/cimento de 0,80 enquadrou-se na faixa normativa correspondente à aplicação pretendida, indicando adequada capacidade de escoamento e preenchimento. Esse resultado reforça a escolha dessa composição como referência para o estudo dos aditivos superplastificantes, uma vez que a mistura apresentou desempenho satisfatório tanto no ensaio de *Flow Table* quanto na avaliação por canaleta de fluxo. Assim, a abertura obtida para essa composição foi adotada como parâmetro de referência para análise da eficiência dos aditivos SP1 e SP2, buscando reproduzir níveis de fluidez semelhantes com menores relações água/cimento.

INFLUÊNCIA DOS SUPERPLASTIFICANTES

A Figura 5 e a Figura 6 representam a variação do espalhamento através do método da *Flow Table*, com 4 diferentes teores de aditivo SP1 e SP2, para cada relação de água/cimento.

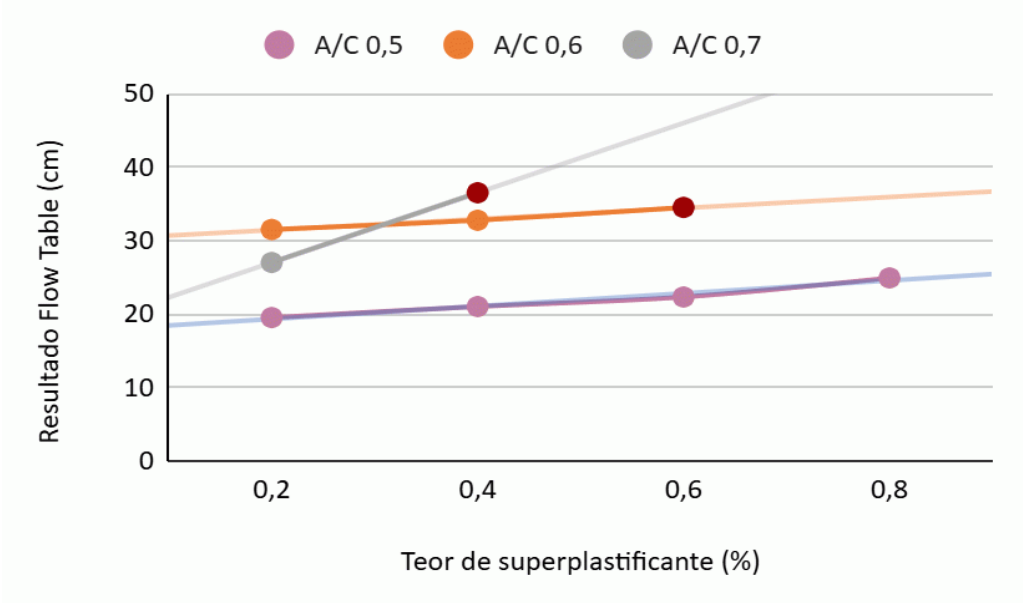
Os pontos destacados em vermelho representam composições que apresentaram instabilidade da mistura, ocorrência de exsudação ou segregação observadas visualmente durante os ensaios. A Figura 7 apresenta exemplos dessas ocorrências, evidenciando separação da água e perda de coesão das misturas em maiores teores de aditivo e relações água/cimento elevadas.

Figura 5: Resultado da ação do SP1 no ensaio de Flow Table e o Teor de superplastificante para cada relação A/C



Fonte: os autores (2026).

Figura 6: Resultado da ação do SP2 no ensaio de *Flow Table* e o Teor de superplastificante para cada relação A/C



Fonte: os autores (2026).

Figura 7: Fotografia do ensaio *Flow Table* com exsudação da mistura



Nota: à direita e à esquerda acima representam as relações de A/C de 0,8 e 0,85, as figuras à esquerda e à direita abaixo representam sucessivamente as adições de 0,8% do SP1 e 0,6% do SP2 com relação A/C de 0,6. Fonte: os autores (2026).

Com base nos resultados apresentados, observa-se que o SP1 apresentou melhor desempenho em relação ao SP2, proporcionando maior estabilidade à mistura e um aumento mais constante da fluidez. Essa diferença pode estar relacionada às características dos aditivos, uma vez que o SP2, mostrou maior sensibilidade às variações na relação água/cimento. Ademais, ambos são à base de policarboxilato de éter (PCE). Esse comportamento é compatível com a literatura, que indica que a estrutura molecular dos policarboxilatos influencia diretamente a adsorção das partículas e o comportamento reológico no estado fresco, podendo tornar sua eficiência de dispersão dependente da disponibilidade de água livre no sistema [17].

Em contrapartida, o SP2 apresentou grande instabilidade quando combinado a teores mais elevados de água/cimento, além de exibir um aumento linear da fluidez inferior ao observado com o SP1. Esse comportamento sugere que o SP2 pode exigir um controle mais rigoroso das condições de mistura ou faixas de dosagem mais restritas para garantir estabilidade.

Ambos os aditivos, no entanto, mostraram-se capazes de atingir a faixa de fluidez previamente estabelecida quando empregada a relação água/cimento de 0,6 associada ao teor de 0,2% de superplastificante. Esse resultado indica que, sob condições específicas, os dois produtos podem ser considerados adequados para aplicações que exijam fluidez moderada, embora o SP1 demonstre vantagens em termos de estabilidade e previsibilidade do comportamento reológico.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram avaliar a influência da relação água/cimento e da adição de superplastificantes sobre a fluidez e a estabilidade de grautes cimentícios no estado fresco.

Verificou-se que o aumento da relação água/cimento promoveu crescimento progressivo do espalhamento das misturas, conferindo maior fluidez. No entanto, relações água/cimento mais elevadas apresentaram segregação e perda de estabilidade, o que indica limites para a incorporação excessiva de água ao sistema.

A utilização dos aditivos superplastificantes mostrou-se eficiente para aumentar a fluidez sem necessidade de elevação excessiva da relação água/cimento. Entre os aditivos avaliados, o SP1 apresentou comportamento mais estável e aumento mais uniforme do espalhamento em comparação ao SP2, que demonstrou maior tendência à exsudação e instabilidade nos teores mais elevados.

Os resultados indicaram ainda que a relação água/cimento de 0,6, associada ao teor de 0,2% de superplastificante, foi suficiente para atingir a faixa de fluidez considerada adequada para as misturas analisadas.

Dessa forma, este estudo contribui para a compreensão da influência da relação água/cimento e dos aditivos superplastificantes no comportamento reológico de grautes cimentícios, fornecendo parâmetros experimentais que podem auxiliar no desenvolvimento de misturas com melhor desempenho no estado fresco.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo apoio financeiro e institucional, essencial para a realização desta pesquisa.

INCLUSÃO DE DECLARAÇÃO DE NÃO USO DE IA

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] BARBHUIYA, S. et al. Structural performance and implementation challenges of next-generation concrete materials. **Structures**, v. 81, p. 110169, nov. 2025.

[2] HÅKANSSON, U.; HÄSSLER, L.; STILLE, H. Rheological properties of microfine cement grouts. Tunnelling and Underground **Space Technology**, v. 7, n. 4, p. 453–458, out. 1992.

[3] DA ROCHA GOMES, S. et al. A comprehensive review of cementitious grouts: Composition, properties, requirements and advanced performance. **Construction and Building Materials**, v. 375, p. 130991, 24 abr. 2023.

[4] WANG, X. et al. Performance of the Cement Grouting Material and Optimization of the Mix Proportion. **Materials**, 2023.

[5] LI, S. et al. Investigation on fundamental properties of microfine cement and cement-slag grouts. **Construction and Building Materials**, v. 153, p. 965–974, out. 2017.

[6] MOHAMED, A. K. et al. Workability and Mechanical Properties of Superplasticized Microfine Cement Grouts. **Materials**, 2022.

[7] AHMAD, J. et al. Cementitious Grouts for Semi-Flexible Pavement Surfaces—A Review. **Polymers**, 2022.

[8] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 17054**: agregados — determinação da composição granulométrica — método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

[9] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16972:** agregados — determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

[10] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16916:** agregados — determinação da massa específica e da absorção de água de agregados miúdos. Rio de Janeiro, 2021.

[11] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16973:** agregados — determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2021.

[12] RODRIGUES, Silvio; SOUZA, Christian Barboza. Estudo de traços para grautes autoadensáveis com a adição de fibra de polipropileno. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) — **Universidade Federal da Grande Dourados**, Dourados, 2025.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

[14] **A**SSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17211-2:2024:** *Grautes cimentícios — Parte 2: Determinação da trabalhabilidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 2024

[15] **A**SSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17211-1:2024:** *Grautes cimentícios — Parte 1: Requisitos para classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2024

[16] NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

[17] WINNEFELD, J. et al. Effects of the molecular architecture of comb-shaped superplasticizers on their performance in cementitious systems. **Cement and Concrete Composites**, v. 29, n. 4, p. 251-262, 2007.