XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

USO DE FÉCULA DE MANDIOCA COMO BIOPOLÍMERO NA MODIFICAÇÃO REOLÓGICA DE ARGAMASSAS AUTONIVELANTES

Use of cassava starch as a biopolymer in the rheological modification of self-leveling mortars

VIEIRA[1], DELFINO[2], NÓBREGA[3], SANTOS[4], MAIA[5]
[1] Universidade Federal da Paraíba, vinicius.silva@academico.ifpb.br
[2] Universidade Federal da Paraíba, lucasmouradf@hotmail.com
[3] Universidade Federal de Campina Grande, alinefazeredo@gmail.com
[4] Universidade Federal da Paraíba, wesleyfeu@gmail.com
[5] Universidade Federal da Paraíba, flmr2@academico.ufpb.br

RESUMO
O artigo investigou pastas e argamassas autonivelantes contendo fécula de mandioca como aditivo modificador de viscosidade, a partir de características reológicas como fluidez, tendência à segregação e exsudação. Para isso, foi utilizado cimento CP V-ARI, água, e aditivos plastificante (P) e superplastificante (SP). No planejamento experimental, aplicou-se o método de Taguchi, analisando diferentes proporções de fécula, relações água/cimento, o tipo e o teor de aditivo em pastas cimentícias. Posteriormente, foram estudadas as argamassas com cimento, areia e fíler calcário, com proporções de 1:2:2, respectivamente. Os resultados indicaram que a argamassa com 1,5% de fécula aumenta a viscosidade, enquanto um percentual de 2,5% diminui, possibilitando uma redução do uso de aditivos químicos.

Palavras-chave: Biopolímero. Fécula de mandioca. Argamassa autonivelante.

ABSTRACT
The article investigated self-leveling pastes and mortars containing cassava starch as a viscosity-modifying additive, based on rheological characteristics such as fluidity, tendency to segregation and exudation. For this purpose, CP V-ARI cement, water, and plasticizer (P) and superplasticizer (SP) additives were used. In the experimental design, the Taguchi method was applied, analyzing different proportions of starch, water/cement ratios, and the type and content of additive in cement pastes. Subsequently, mortars with cement, sand, and limestone filler were studied, with proportions of 1:2:2, respectively. The results indicated that the mortar with 1.5% starch increases viscosity, while a 2.5% proportion decreases it, allowing for a reduction in the use of chemical additives.

Key-words: Biopolymer. Cassava starch. Self-leveling mortar.

Como citar:
VIEIRA, V. S.; Delfino, L. M.; Nóbrega, A. F.; Santos, W. F.; Maia, F. L. R. Uso de fécula de mandioca como biopolímero na modificação reológica de argamassas autonivelantes. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

O estudo das características reológicas dos materiais cimentícios é de fundamental importância na avaliação dos seus desempenhos no estado fresco, sobretudo do ponto de vista da trabalhabilidade [1]. Nesses materiais, a fase constituída de cimento e água é conhecida como pasta de cimento. Diante disso, o estudo da reologia dos concretos e argamassas pode ser avaliado a partir das características de fluidez das pastas de cimento [1].

Com pesquisas realizadas, é possível estabelecer critérios mínimos de consistência para esses materiais de acordo com as diferentes finalidades. Por exemplo, sabe-se que as argamassas de revestimento devem possuir uma fluidez que permita aderir bem ao substrato sem escorrer [2].

Nesse sentido, a argamassa autonivelante é um material cimentício que possui a capacidade de preencher os espaços vazios e se auto adensar sob a ação da gravidade e da sua própria capacidade de fluxo [3]. Uma característica intrínseca desse tipo de argamassa é a sua elevada fluidez, a qual necessita, muitas vezes, do uso de aditivos químicos redutores de água para sua fabricação.

Entretanto, devido à elevada fluidez, percebe-se uma maior tendência à segregação dos agregados ou exsudação da água nessas misturas, os quais podem ser controlados mediante a incorporação de materiais finos e/ou o uso de aditivos modificadores de viscosidade [4].

Por outro lado, sabe-se que a fabricação do cimento e outros materiais utilizados na construção civil, é responsável por grandes impactos ambientais, haja vista o inerente consumo de energia e emissão de CO_2 durante a transformação da matéria prima. Nesse contexto, observa-se que é de grande relevância o estudo da viabilidade do uso de materiais que causam menor impacto ambiental, tanto na sua extração quanto na sua reintegração na natureza, como os biopolímeros [5].

Ademais, o amido de mandioca ou cassava é um material amplamente disseminado na indústria nacional, sobretudo na região norte e nordeste, sendo de fácil obtenção e baixo custo de aquisição. Na produção de argamassas e concreto, como aborda Abalaka [6], observou-se que o material possui o potencial de aumentar as propriedades no estado fresco e endurecido das misturas quando empregado em determinadas proporções.

Desse modo, o trabalho tem o objetivo de avaliar a viabilidade técnica da utilização do amido de mandioca no preparo de argamassas autonivelantes, mediante a análise das características de consistência e fluidez, bem como a tendência à segregação e exsudação de misturas de pasta de cimento e argamassas.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Os materiais utilizados foram: aditivo plastificante Muraplast FK 260, aditivo superplastificante MC-Powerflow 4010, água destilada, areia de rio, cimento CP V ARI, fécula de mandioca e fíler calcário calcítico.

PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO DA PASTA CIMENTÍCIA

Nesta pesquisa, o método Taguchi foi utilizado como ferramenta de planejamento experimental. Um dos primeiros passos do método envolve o conhecimento e a seleção dos fatores e seus respectivos níveis, que influenciam as características a serem controladas. O objetivo deste estudo é analisar a influência da fécula de mandioca nas propriedades reológicas de argamassas autonivelantes. Para isso, foram analisados quatro fatores: a relação água/cimento (0,3, 0,4 e 0,5), o tipo (0 para o aditivo P, 1 para o aditivo SP e 2 para uma mistura dos dois em proporções iguais) e o teor de aditivo comerciais (0%, 0,25% e 0,50%) incluindo plastificante (P), superplastificante (SP) e uma mistura proporcional dos dois tipos, além do teor de fécula de mandioca (0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de planejamento experimental segundo o método Taguchi.

Fator	Água/cimento	Tipo de aditivo	Teor de aditivo	Fécula de mandioca
Nível 1	0,30	0	0,00	0,00
Nível 2	0,40	1	0,25	0,50
Nível 3	0,50	2	0,50	1,00
Nível 4	-	-	-	1,50
Nível 5	-	-	-	2,00
Nível 6	-	-	-	2,50
Diferença	0,10	-	0,25	0,5

Fonte: Os autores (2025)

De acordo com os fatores níveis do planejamento de Taguchi apresentados, foram preparadas um total de 18 misturas dependendo da matriz L18 (6^1 3^3), com 4 fatores e 18 ensaios. A escolha desta matriz atribui-se a possibilidade de se avaliar seis teores do aditivo pesquisado, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Detalhamento das dosagens de pastas a serem analisadas.

Misturas	FM(%)*	a/c**	Tipo de aditivo	Aditivo (%)
P03A	0,00	0,30	0	0,00
P04A25SP	0,00	0,40	1	0,25
P05A50SPP	0,00	0,50	2	0,50
P5FM3A25P	0,50	0,30	0	0,25
P5FM4A50SP	0,50	0,40	1	0,50
P5FM5A	0,50	0,50	2	0,00
P10FM3A	1,00	0,30	1	0,00
P10FM4A25SPP	1,00	0,40	2	0,25
P10FM5A50P	1,00	0,50	0	0,50

P15FM3A50SPP	1,50	0,30	2	0,50
P15FM4A	1,50	0,40	0	0,00
P15FM5A25SP	1,50	0,50	1	0,25
P20FM3A50P	2,00	0,30	1	0,50
P20FM4A	2,00	0,40	2	0,00
P20FM5A25P	2,00	0,50	0	0,25
P25FM3A25SPP	2,50	0,30	2	0,25
P25FM4A50P	2,50	0,40	0	0,50
P25FM5A	2,50	0,50	1	0,00

*Fécula de mandioca
**Relação água/cimento
Tipos de aditivos: "0" corresponde ao aditivo plastificante;
"1" corresponde ao aditivo superplastificante;
"2" corresponde a junção dos dois tipos de aditivos.

Fonte: Os autores (2025)

As pastas foram designadas por siglas específicas que indicam sua composição, facilitando a identificação e análise dos resultados. Por exemplo, a pasta P5FM3A corresponde a uma mistura com 5% de fécula de mandioca (FM) e relação água/cimento de 0,3, sem aditivos comerciais. Para avaliar a influência da fécula de mandioca e da relação água/cimento, foram variadas as porcentagens de fécula (5%, 10%, 15%, 20% e 25%) e as relações água/cimento, originando misturas como P5FM5A, P10FM3A, P15FM4A, P20FM4A e P25FM5A.

Almejando analisar a influência do aditivo superplastificante em combinação com a FM, foram preparadas pastas com teores variados de superplastificante (SP) e FM, utilizando relações a/c de 0,4 e 0,5, excluindo a relação de 0,3 devido ao maior volume de sólidos. As misturas formuladas foram: P5FM4A50SP (5% de FM e 5% de SP com a/c de 0,4), P15FM5A25SP (15% de FM e 2,5% de SP com a/c de 0,5) e P20FM5A25P (20% de FM e 2,5% de SP com a/c de 0,5). Adicionalmente, uma mistura sem adição de fécula foi preparada para observar o comportamento do aditivo sem a interferência da fécula (P4A25SP). Já para analisar a influência do aditivo plastificante (P), foram formuladas as seguintes misturas: P25FM4A50P (25% de fécula de FM e 5% de P com a/c de 0,4), P20FM3A50P (20% de fécula de FM e 5% de P com a/c de 0,4), P10FM5A50P (10% de fécula de FM e 5% de P com a/c de 0,5) e P5FM3A25P (5% de fécula de FM e 2,5% de P com a/c de 0,3).

Para analisar a influência da combinação dos dois tipos de aditivos (SPP), foram formuladas as misturas: P25FM3A25SPP (25% de FM, 5% de SPP e a/c de 0,3), P15FM3A50SPP (15% de FM, 5% de SPP e a/c de 0,3), P10FM4A25SPP (10% de FM, 2,5% de SPP e a/c de 0,4) e P05A50SPP (5% de FM, 5% de SPP e a/c de 0,5). Essas formulações permitem uma análise detalhada da influência de cada aditivo, individualmente e em combinação, nas propriedades reológicas das pastas, proporcionando uma compreensão abrangente dos efeitos dos aditivos e da fécula de mandioca nas misturas de cimento Portland.

Além disso, adaptando a metodologia de LI, Ning *et al*. [7], após o teste de Taguchi foi realizada a análise visual do gráfico de efeitos principais para Razões S/N como a sinal-ruído. Ao aplicar

o método Taguchi focando apenas nas pastas cimentícias, em vez de aplicá-las diretamente em argamassas, foi possível reduzir a quantidade de variáveis, permitindo uma visualização mais clara dos efeitos dos aditivos investigados, facilitando a exploração da relação entre os principais parâmetros que interferem na fluidez das pastas de cimento Portland.

Métodos de Análise no Estado Fresco das Pastas Cimentícias

Após identificadas as proporções ideais para obter melhores comportamentos reológicos, foram produzidas novas pastas cimentícias fixando-se a relação a/c em 0,5 e o teor de SP em 0,5%, almejando, assim, observar a influência da fécula no espalhamento das pastas, conforme observa-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Detalhamento das novas dosagens de pastas a serem analisadas.

Misturas	FM (%)	a/a	SP (%)
P00FM	0,0	0,5	0,5
P05FM	0,5	0,5	0,5
P10FM	1,0	0,5	0,5
P15FM	1,5	0,5	0,5
P20FM	2,0	0,5	0,5
P25FM	2,5	0,5	0,5
P30FM	3,0	0,5	0,5
P35FM	3,5	0,5	0,5
P40FM	4,0	0,5	0,5

Fonte: Os autores (2025)

As pastas foram identificadas por siglas específicas que refletem sua composição em relação ao teor de FM, facilitando a identificação e análise dos resultados. A mistura de referência, sem adição de FM, foi designada como P00FM. A adição de FM foi realizada gradativamente em incrementos de 0,5%, alcançando até 4,0%. Por exemplo, a mistura P05FM refere-se a uma pasta com 0,5% de FM, enquanto a mistura P40FM corresponde a uma pasta com 4,0% de FM.

As misturas foram preparadas utilizando um agitador mecânico a 500 rpm, respeitando-se o intervalo de 120s. Os 60s iniciais foram para mistura do cimento com a água e os 60s restantes para a mistura da pasta com os aditivos. Para finalizar o preparo a pasta aditivada foi misturada manualmente por 60s.

Para a análise das pastas no estado fresco, foi realizado o ensaio de mini cone, conforme a metodologia descrita por Kantro [8]. O ensaio consiste em preencher o molde tronco cônico com pasta erguendo-o verticalmente para cima após o fluido atingir a abertura superior.

O espalhamento da pasta foi medido sobre uma placa de superfície lisa, plana e nivelada, devendo ser registrado em milímetros, a caracterizar a mistura quanto a sua fluidez. O valor registrado para as misturas que não fluíram foi 38 mm que corresponde a medida inferior do mini cone.

Com base nos valores da relação sinal/ruído obtidos para o ensaio de espalhamento das nove amostras de pastas cimentícias, foram selecionados os teores de fécula de mandioca de 0,5%; 1,5% e 2,5% para a análise das argamassas, correspondentes às misturas A5FM, A15FM e A25FM. A escolha desses teores foi fundamentada na observação de que, dentro desse intervalo, a fécula atuou como modificador de viscosidade, reduzindo gradualmente o espalhamento sem comprometer a trabalhabilidade. Dessa forma, a seleção buscou preservar a coerência entre os resultados das pastas e das argamassas, permitindo uma análise comparativa mais consistente do efeito da fécula nas propriedades reológicas do material. A Tabela 4 apresenta os traços definidos para o estudo das argamassas.

Tabela 4 – Características das misturas de argamassas.

Misturas	Cimento (g)	Fíler (g)	Areia (g)	a/s*	SP (%)	FM (%)
REF	500,00	1000,00	1000,00	0,156	0,85	0,00
A5FM	500,00	1000,00	1000,00	0,156	0,85	0,50
A15FM	500,00	1000,00	1000,00	0,156	0,85	1,50
A25FM	500,00	1000,00	1000,00	0,156	0,85	2,50

*a/s: Relação água materiais secos

Fonte: Os autores (2025)

O método de preparo, que foi construído e adaptado com base na literatura e em experimentos prévios, consistiu em misturar os materiais em uma argamassadeira planetária durante um intervalo de tempo total de 5 minutos, em que nos 3 minutos iniciais foram realizadas as misturas dos componentes secos como cimento, areia e filler; em seguida, nos 2 minutos restantes foi adicionado água, aditivo superplastificante e a fécula de mandioca.

Para analisar o comportamento reológico das misturas, foram conduzidos os ensaios utilizando os métodos de Mini slump e Funil V [9].

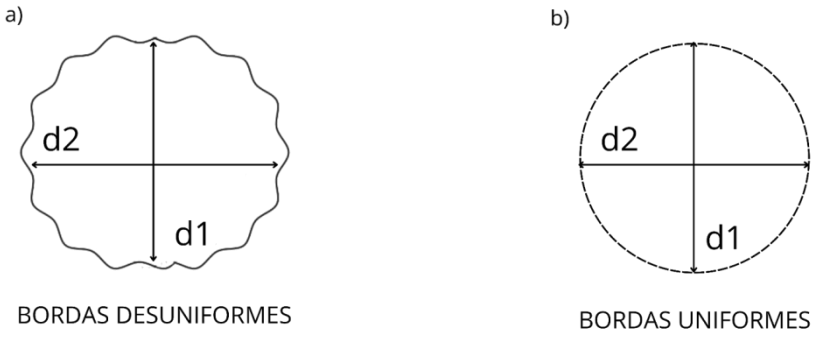
Para a determinação do espalhamento, utilizou-se o ensaio de Mini slump, que tem como objetivo verificar a consistência da argamassa através da média de dois diâmetros perpendiculares do espalhamento do material, avaliando a habilidade do material se espalhar e ocupar os espaços. A EFNARC [9] determina que para a classificação em argamassa autonivelante deve-se obter um diâmetro de espalhamento na faixa de 240-260 mm para o ensaio de espalhamento.

O ensaio de Funil V, mede a capacidade de fluxo de argamassa, avaliando a ausência de bloqueio no fluxo da mesma. De acordo com a EFNARC [9], o ensaio consiste em medir, com ajuda de um cronômetro, o tempo decorrido para o escoamento total da argamassa pelo orifício do equipamento. O tempo de queda da argamassa deve ser compreendido entre 7 a 11 segundos [9].

Além do espalhamento e escoamento, um parâmetro crucial na avaliação de argamassas autonivelantes, conforme destacado por Martins [2], é o aspecto visual das bordas das pastas submetidas a ensaios de espalhamento, uma vez que a espessura e conformidade das mesmas desempenham um papel fundamental na identificação de potenciais fenômenos de segregação ou exsudação. Consequentemente, caso as bordas apresentem variações ou

irregularidades, pode-se indicar instabilidades na composição da argamassa. A Figura 1 ilustra o parâmetro utilizado para avaliação visual das bordas na amostra ensaiada, além de fornecer uma representação gráfica das características observadas. Esse aspecto visual complementa de maneira significativa as medições quantitativas obtidas nos ensaios, proporcionando uma abordagem abrangente na avaliação do comportamento da argamassa.

Figura 1 – Exemplo de bordas obtidas no ensaio de índice de consistência: a) bordas desuniformes; b) bordas uniformes.



Fonte: Os autores (2025)

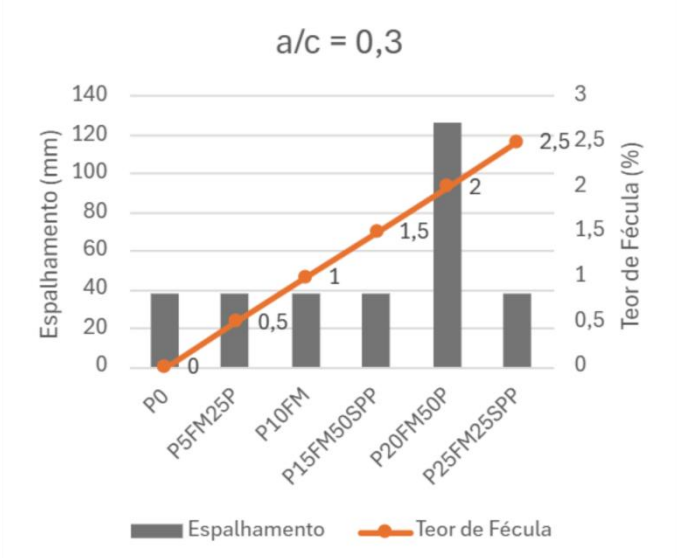
Na Figura 1a, são apresentados os aspectos visuais de um espalhamento de argamassa com bordas não uniformes, já a Figura 1b está representado um exemplo de borda uniforme. As medidas d1 e d2 representam as duas medições ortogonais com auxílio de um paquímetro, conforme recomenda a EFNARC [9]. Após as medições é calculado o espalhamento da argamassa, que corresponde à média das duas medidas de diâmetro, expressa em milímetros e arredondada ao número inteiro mais próximo. A análise das bordas revela se a argamassa segregará e/ou exsudará. Tendo em vista que quanto mais espessas e uniformes as bordas, mais coesão há entre os materiais, assim, não haverá segregação [10].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados do Planejamento Experimental das Pastas Cimentícias

Com base na matriz L18 (6^1 3^3), foram analisadas 18 misturas pelo ensaio de espalhamento com mini cone. Os resultados para a relação a/c de 0,3 são apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Resultados do ensaio de espalhamento para as pastas com relação a/c de 0,3.

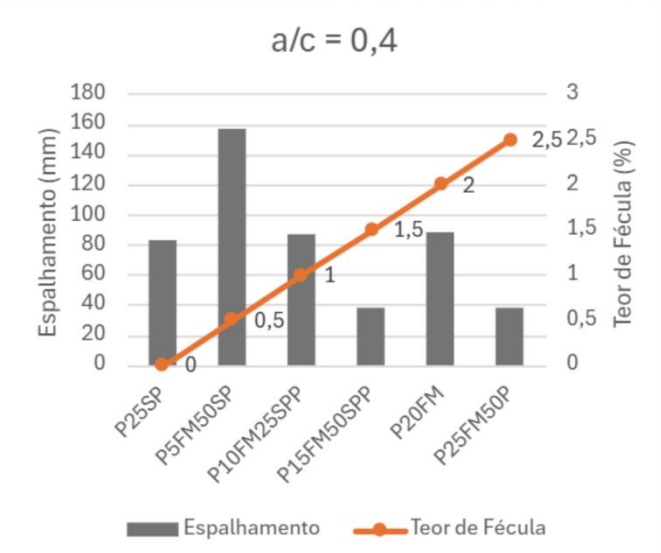


Fonte: Os autores (2025)

Observa-se um comportamento homogêneo, exceto para a mistura P20FM50P, que apresentou espalhamento de 125,95 mm, um aumento de 231,45% em relação à P0. Isso se deve à maior quantidade de aditivo plastificante, que reduziu a viscosidade e aumentou a fluidez. Já o aumento do teor de FM nas demais misturas reduziu o espalhamento, indicando maior concentração de sólidos.

Ainda tratando-se dos resultados dos espalhamentos médios, a Figura 3 apresenta os resultados para a relação a/c de 0,4 com diferentes percentuais de adição de FM e aditivos.

Figura 3 – Resultados do ensaio de espalhamento para as pastas com relação a/c de 0,4.

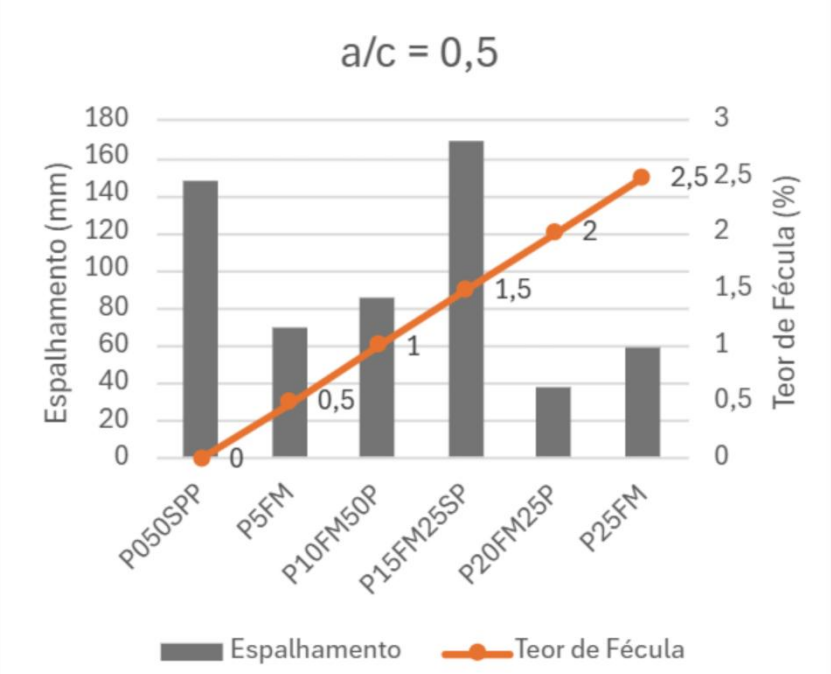


Fonte: Os autores (2025)

As misturas P25FM50P e P15FM50SPP, com 15% e 25% de FM, tiveram espalhamento mínimo (38 mm), mostrando que, mesmo com aditivos, não alcançaram fluidez adequada. Já a P04A25SP (sem FM) atingiu 82,34 mm, enquanto a P10FM4A25SPP (com 1% de FM) obteve 86,47 mm, sugerindo que a fécula pode contribuir levemente para a fluidez. A maior dispersão foi da P5FM4A50SP (156,53 mm), mas com sinais de exsudação.

Para análise dos resultados dos espalhamentos médios, com uma relação a/c de 0,4 com diferentes percentuais de adição de FM e aditivos, formulou-se o gráfico presente na Figura 4.

Figura 4 – Resultados do ensaio de espalhamento para as pastas com relação a/c de 0,5.



Fonte: Os autores (2025)

Observa-se que houve uma diferença nos valores de espalhamento presentes na Figura 4. A P15FM5A25SP teve o maior valor (168,71 mm), indicando que a combinação de superplastificante e FM promove alta fluidez. Já a P10FM5A50P (10% FM e 5% plastificante) obteve 85,62 mm, mostrando que o plastificante melhorou a fluidez, mas a alta viscosidade da fécula limitou o efeito. A P5FM5A (5% FM sem aditivos) teve 68,77 mm, reforçando a necessidade de aditivos. A P25FM5A (25% FM sem aditivos) apresentou 58,67 mm, confirmando que o alto teor de FM compromete a fluidez. A P20FM5A25P (20% FM e 2,5% plastificante) teve o menor espalhamento (38 mm), evidenciando que a fécula em alta concentração supera a ação do aditivo.

Por fim, a relação sinal-ruído (S/N) de cada mistura foi examinada, utilizando o software Minitab 21.4.2. Como critério de otimização no método Taguchi foi utilizado “Maior é melhor”. Este critério é aplicado quando o objetivo é maximizar a resposta desejada. Aplicado a essa pesquisa, este critério significa que se espera dos aditivos um aumento no

espalhamento. No cálculo da razão sinal-ruído no planejamento experimental, a fórmula é dada por -10xLog10(soma(1/y²)/n). Os resultados são apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Resposta para Razões sinal-ruído (Maior é melhor).



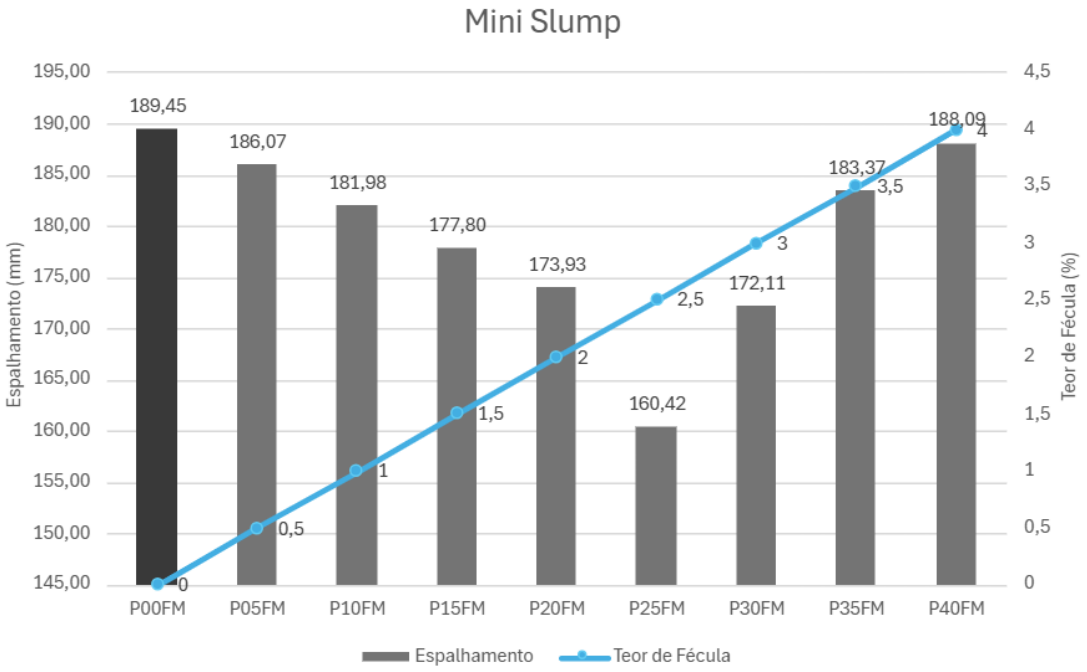
Fonte: Os autores (2025)

Os resultados indicam que a viscosidade aumenta com o teor de FM, reduzindo a fluidez até 1,5%. A melhor relação a/c para efeito autonivelante foi 0,5, e o superplastificante (0,5% sobre a massa de cimento) apresentou o melhor desempenho. Esses achados são fundamentais para otimizar a reologia das pastas cimentícias.

Análise das Pastas Cimentícias no Estado Fresco

Na Figura 6, encontram-se os resultados dos espalhamentos médios para as formulações ideais das pastas cimentícias a partir dos resultados obtidos com o planejamento experimental detalhados nos tópicos anteriores.

Figura 6 – Espalhamento médios para as novas pastas cimentícias.



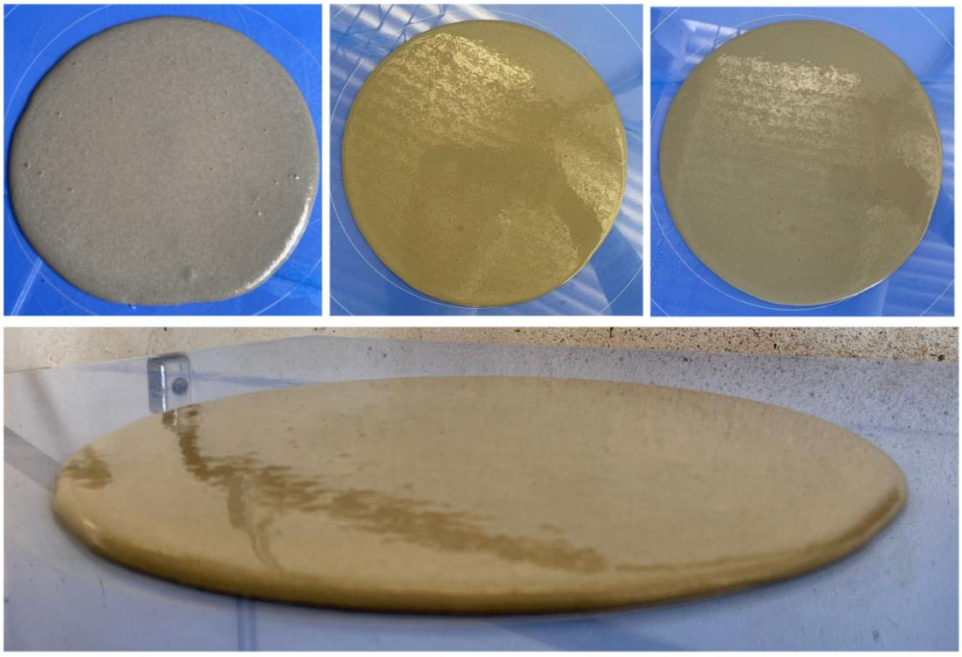
Fonte: Os autores (2025)

A mistura sem fécula de mandioca (P00FM) obteve o maior espalhamento (189,45 mm). O aumento do teor de fécula reduziu a fluidez, com um mínimo de 160,42 mm na P25FM. No entanto, para teores mais elevados, observou-se variação: a P30FM apresentou 172,11 mm, a P35FM, 183,37 mm, e a P40FM, 188,09 mm. Pastas com mais de 2,5% de fécula exibiram sinais de exsudação, indicando impacto na consistência. Com base nesse comportamento, os teores de 1,5%, 2,0% e 2,5% foram selecionados para análise em argamassas, visando um controle mais preciso da fluidez. Esses valores foram escolhidos para avaliar a fécula como aditivo modificador de viscosidade, buscando otimizar as propriedades reológicas e reduzir a exsudação em aplicações práticas.

Análise das Argamassas no Estado Fresco

A análise visual das argamassas autonivelantes, apresentada na Figura 7, revelou bordas uniformes e espessas, sem sinais de segregação ou exsudação.

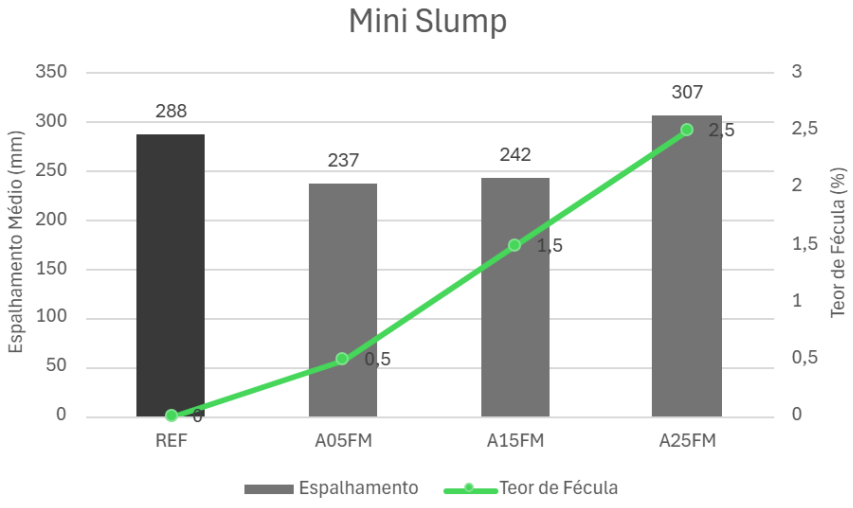
Figura 7 – Análise visual das argamassas.



Fonte: Os autores (2025)

A Figura 8 mostra os resultados do espalhamento das argamassas com diferentes teores de fécula.

Figura 8 – Espalhamento das argamassas pelo ensaio de Mini Slump.

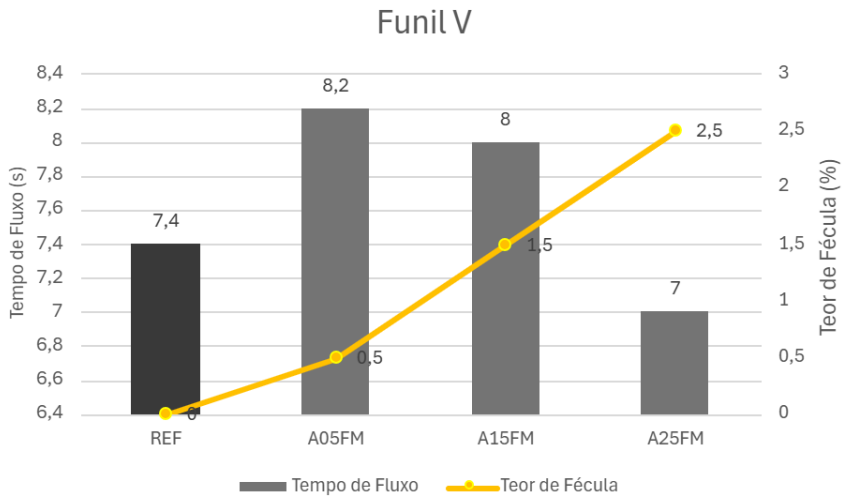


Fonte: Os autores (2025)

Percebe-se que o aumento da fécula levou a uma variação no espalhamento: as misturas com 0,5% e 1,5% de fécula apresentaram redução de 17,7% e 16%, respectivamente, em relação à mistura de referência, indicando efeito modificador de viscosidade. Por outro lado, a mistura com 2,5% de fécula apresentou aumento de 6,6% no espalhamento, evidenciando maior fluidez.

A Figura 9 apresenta os resultados do tempo de fluxo pelo ensaio de Funil V.

Figura 9 – Fluxo das argamassas pelo ensaio de Funil V.



Fonte: Os autores (2025)

Dado o padrão observado no gráfico da Figura 9, pode-se afirmar que a variação no teor de fécula também afetou o tempo de fluxo, reduzindo em 10,8% e 8,1% para 0,5% e 1,5% de fécula, respectivamente. Para 2,5% de fécula, o tempo de fluxo diminuiu em 0,4 s, indicando maior fluidez.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que nas pastas, o teor de fécula pode funcionar como um modificador de viscosidade, diminuindo a fluidez do material. Contudo, a partir de 3,0%, ocorre um efeito inverso, onde a fécula inicia a devolução da fluidez até 4%.

Já nas argamassas, a inserção de fécula de mandioca apresentou coerência com o comportamento nas pastas. Os teores de até 1,5% funcionam com características de aditivo modificador de viscosidade, diminuindo o espalhamento e aumentando o tempo de escoamento. Porém, com teores de 2,5% se apresenta como um plastificante, gerando maior fluidez.

REFERÊNCIAS

[1] BETIOLI, A. M. *et al.* Caracterização reológica de pasta cimentícia: associação de técnicas complementares. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 37-48, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212009000400516.

[2] MARTINS, R. M. **Reologia de pasta de cimento com aditivos superplastificantes e modificador de viscosidade.** Dissertação – Mestrado. Universidade Federal De Itajubá. Itajubá, 2011.

[3] RUBIN, A. P. **Argamassas autonivelantes industrializadas para contrapiso: análise do desempenho físico-mecânico frente às argamassas dosadas em obra.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –Escola de engenharia da Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

[4] EVARISTO, W. F. O.; ALMEIDA, V. L.; CAPUZZO, V. M. S. Influência do aditivo modificador de viscosidade nas propriedades do concreto autoadensável. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 1-17, 2021.

[5] PIPOLO, L. F. G. *et al.* Uso de biopolímeros em pastas de cimento: revisão sistemática da literatura. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.L.], 2022.

[6] ABALAKA, A. E. Comparative effects of cassava starch and simple sugar in cement mortar and concrete. **ATBU Journal of Environmental Technology**, v. 4, n. 1, p. 13-22, 2011.

[7] LI, N. *et al*. A mixture proportioning method for the development of performance-based alkali-activated slag-based concrete. **Cement And Concrete Composites,** [S.L.], v. 93, p. 163-174, out. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.07.009.

[8] KANTRO, D. L. Influence of Water-Reducing Admixtures on Properties of Cement Paste - A Miniature Slump Test. **Cement, Concrete, and Aggregates**, v. 2, n. 2, p. 95–102, 1980.

[9] EFNARC. **The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification.** Production and Use, Hampshire, UK, 2002.

[10] PASSOS, M. G. **Análise Comparativa do Potencial de Utilização de Resíduo de Mineração em Argamassa Autonivelante.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/19571. Acesso em: 13 mar. 2024.