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

INFLUÊNCIA DA MALTODEXTRINA E MANIPUEIRA COMO BIOADITIVO NO COMPORTAMENTO DE PASTAS CIMENTÍCIAS PARA ARGAMASASS AUTONIVELANTES

Influence of maltodextrin and manipueia as a bioadditive on the behavior of cement pastes for self-leveling mortar

ALINE FIGUEIREDO DA NOBREGA[1], ANDERSON DINIZ SABINO[2], DANIEL COSTA DA SILVA[3], JOSIVAN PEREIRA DO NASCIMENTO JUNIOR[4], UESLEI SILVA NUNES[5] , WESLEY FEU DOS SANTOS[6]

[1]Profª Drª, UFCG, alinefnobrega@hotmail.com
[2]Mestrando, UFPB, andersonsabino.eng@gmail.com
[3]Doutorando, UFPB, dan.costa.silva.25@gmail.com
[4]Mestrando, UFPB, josivanjunior.j15@gmail.com
[5]Doutorando, UFPB, uesleisilvanunes3@gmail.com
[6]Doutorando, UFPB, wesleyfeu@gmail.com

RESUMO

A argamassa autonivelante (AA) é capaz de adensar-se pela gravidade, exigindo o uso de aditivos para alcançar a fluidez. Como alternativa sustentável ao uso dos aditivos convencionais, tem-se os biopolímeros. Portanto, esta pesquisa investiga a eficácia da maltodextrina e manipueira como bioaditivos plastificantes em pastas para argamassas autonivelantes. Comparou-se os efeitos com dois aditivos comerciais, por meio do planejamento de experimentos, que gerou diferentes proporções entre os aditivos e a relação água-cimento. A fluidez foi avaliada por ensaio do espalhamento através do minicone. Os resultados mostraram que a maltodextrina não tem efeito significativo na fluidez, enquanto a manipueira a reduziu.

Palavras-chave: Biopolímeros. Argamassa autonivelante. Reologia. Fluidez

ABSTRACT

Self-leveling mortar (SA) can set by gravity, requiring the use of additives to achieve fluidity. Biopolymers are a sustainable alternative to conventional additives. Therefore, this research investigates the effectiveness of maltodextrin and manipueira as plasticizing bioadditives in self-leveling mortar pastes. The effects were compared with two commercial additives using a design of experiments, which generated different proportions between the additives and the water-cement ratio. Fluidity was assessed using the minicone spreading test. The results showed that maltodextrin had no significant effect on fluidity, while manipueira reduced it.

Key-words: Biopolymers. Self-leveling mortar. Rheology. Fluidity.

Como citar:
NOBREGA, F. A. SABINO, A. D. SILVA, D. C. NASCIMENTO JUNIOR, J. P. NUNES, U. S. SANTOS, W. F. Influência da maltodextrina e manipueira como bioaditivo no comportamento de pastas cimentícias para argamassas autonivelantes. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm sido realizados com a incorporação de materiais biosustentáveis e naturais, visando reduzir o impacto ambiental e aprimorar as propriedades de pastas de cimento. Esses estudos mostram que os produtos cimentícios podem incorporar materiais de potencial até então desconhecido e/ou considerados subprodutos de processos de outras indústrias. Os polímeros naturais, geralmente conhecidos como biopolímeros, se apresentam como uma alternativa para a produção de materiais de construção, pois são extraídos de fontes renováveis e biodegradáveis [1].

A manipueira, um subproduto da mandioca, é gerada em uma proporção de 3:1 durante o processo de beneficiamento da mandioca, em outras palavras, a cada 3 kg de mandioca prensada é produzido 1 litro desse extrato [2]. Portanto, a destinação final desse material produzido em grandes quantidades torna-se uma preocupação, já que sua disposição inadequada pode causar sérios problemas ambientais, devido à sua elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e alta concentração de ácido cianídrico (HCN) em sua composição [3]. De acordo com sua concentração aplicada em uma mistura e de sua natureza, suas propriedades físico-químicas podem modificar a viscosidade, comportamento de fluxo, agindo também como um agente estabilizador ou espessante [4].

Já as maltodextrinas são produtos que resultam da hidrólise parcial do amido e podem ser obtidas a partir de diversas origens vegetais, estando disponíveis comercialmente na forma de pó e em soluções concentradas solúveis em água [5]. Esses carboidratos complexos possuem grande uso na indústria, em destaque na alimentícia, devido suas propriedades reológicas onde dentre elas descreve-se sua capacidade de alterar significativamente, acordo com grau de hidrólise (DE), a viscosidade de uma mistura e o comportamento de fluxo, onde pode alternar em newtoniano ou não-newtoniano de acordo com seu DE [6].

A pesquisa sobre biopolímeros na construção civil é algo que ainda carece de estudos. Izuguirre, Lanas e Álvarez (2010) [7] utilizaram o amido da batata como aditivo modificador de viscosidades em argamassas de base cal. Em dosagens de até 0,30% da massa de cal, houve uma atuação como espessante, porém, a partir de 0,50% houve um comportamento de plastificante. A pesquisa de Souza R. (2019) [8] avaliou o comportamento de argamassas no estado fresco e endurecido a substituição de agregado miúdo resíduo de scheelita e água de hidratação por manipueira. O autor encontrou como um dos resultados a diminuição da relação água-cimento em suas composições quando substituía a água de hidratação por manipueira. Souza J. (2019) [9] desenvolveu tijolos de solo-cimento utilizando a manipueira como água de hidratação e verificou que o aditivo teve um papel de incorporação de ar. No mesmo caminho, Pipolo (2021) [10] verificou que o efeito da substituição (parcial e total) da água de hidratação por manipueira em pastas cimentícias retarda o tempo de pega e tem efeito plastificante. Amorim Júnior (2024) [11] desenvolveu um sistema microesferas realcalinizantes biopoliméricas utilizando maltodextrina e quitosana. Já Lei, Li e Fuddin (2020) [12] observaram que a maltodextrina tem um papel de retardar as reações de hidratação do cimento Portland.

Essas propriedades da manipueira e da maltodextrina se mostram potenciais materiais para aplicação em produtos cimentícios e assim oferecem caminhos para inovações na formulação

desses produtos. A aplicabilidade desses materiais não apenas pode contribuir para a sustentabilidade ambiental, mas também pode levar ao desenvolvimento de materiais de construção com propriedades aprimoradas. Nesse aspecto, diferentemente dos trabalhos apresentados, esta pesquisa traz como diferencial a avaliação de dois bioaditivos: a maltodextrina e manipueira como aditivos plastificantes. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo analisar o emprego da maltodextrina e da manipueira como bioaditivos em pastas de cimento a partir da fluidez através do método Taguchi.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

A Tabela 1 ilustra os materiais utilizados nas pastas de cimento.

Tabela 1 - Materiais utilizados.

Cimento	Água	Aditivos plastificantes	Bioaditivos
CP V ARI	Destilada	Muraplast FK 260	Manipueira (MS)
		MC-Powerflow 4010	Maltodextrina (MA)

Fonte: Os autores (2025).

Utilizou-se o cimento CP V ARI, caracterizado por seu elevado teor de clínquer e reduzido conteúdo de adições em comparação a outros tipos de cimentos comerciais. Os aditivos plastificantes foram fornecidos pela empresa MC-Bauchemie Indústria e Comércio Ltda. O Muraplast FK 260 é um aditivo plastificante multifuncional, enquanto o MC-Powerflow 4010 é um superplastificante à base de PCE (éter policarboxilato), ambos com tempo de pega normal.

Em relação aos bioaditivos investigados, a manipueira foi coletada na indústria de farinha e fécula "Farinha dos Anjos", situada no distrito de Cobé, no município de Vera Cruz/RN. Este resíduo foi submetido ao processo de secagem por vaporização atômica utilizando a técnica do Spray Dryer. Esse método é o mais utilizado para a secagem de materiais termicamente sensíveis, apresenta um menor custo quanto às outras [11] e é a que se teve acesso na infraestrutura onde foi desenvolvida esta pesquisa. A maltodextrina, por sua vez, foi adquirida de forma comercial.

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

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 esta pesquisa esse critério significa que se busca dos aditivos um aumento do espalhamento das pastas. Contudo, o aumento do espalhamento das pastas deliberadamente pode causar o efeito de segregação. Por isso, foram realizadas observações visuais para constatar a presença de exsudação nas misturas. Esses efeitos foram considerados de forma qualitativa na performance dos bioaditivos.

Nesta presente pesquisa, o método Taguchi foi utilizado para explorar a relação existente entre os principais parâmetros e a fluidez das pastas de cimento Portland. Assim, as variáveis utilizadas foram a relação água/cimento variando entre 0,3, 0,4 e 0,5; os aditivos comerciais aplicados na mistura foram o plastificante Muraplast (0), superplastificante MC-powerflow (1) e combinação igualitária de ambos (2); e teores de 0%, 0,25%,0,50%. Os teores do aditivo de polímeros variaram individualmente (0%; 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%), conforme é ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação e combinações das misturas das pastas.

Fator	nível 1	nível 2	nível 3	nível 4	nível 5	nível 6	Diferença
a/c	0,3	0,4	0,5				0,1
Plastificante	0	1	2				-
%Plastificante	0	0,25	0,50				0,25
%Aditivo Pesquisado	0	0,50	1,0	1,50	2,0	2,5	0,5

Fonte: Os autores (2025).

Adaptando a metodologia de LI et al. (2018) [13], após o teste de Taguchi foi realizada a análise visual do gráfico de efeitos principais para Razões S/N (Média de Razões S/N X Nível). Com base no gráfico obtido, foram identificados os fatores principais na Tabela de resposta para Razões sinal-ruído e Análise de Variância.

MISTURA DAS PASTAS

De acordo com os níveis do planejamento de Taguchi, ilustrado na Tabela 2, um total de 18 misturas foram preparadas 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. A tabela 3 mostra os parâmetros dos componentes utilizados para cada mistura (P1 – P18).

Tabela 3 - Parâmetros dos componentes das misturas.

N°	%Aditivo pesq.	a/c	Plastificante	%Plastificante
P1	0,0	0,3	0	0,00
P2	0,0	0,4	1	0,25
P3	0,0	0,5	2	0,50
P4	0,5	0,3	0	0,25
P5	0,5	0,4	1	0,50
P6	0,5	0,5	2	0,00
P7	1,0	0,3	1	0,00
P8	1,0	0,4	2	0,25
P9	1,0	0,5	0	0,50
P10	1,5	0,3	2	0,50
P11	1,5	0,4	0	0,00
P12	1,5	0,5	1	0,25
P13	2,0	0,3	1	0,50
P14	2,0	0,4	2	0,00
P15	2,0	0,5	0	0,25
P16	2,5	0,3	2	0,25
P17	2,5	0,4	0	0,50
P18	2,5	0,5	1	0,00

Fonte: Os autores (2025).

Para preparação das misturas, foi utilizado um agitador mecânico a 500 rpm para um intervalo de tempo de 120 segundos, dividido entre 60 segundo iniciais para mistura do cimento com a água e aos 60 segundos restantes foi feita a adição dos aditivos. Posteriormente, foi misturada manualmente por mais 60 segundos, totalizando assim, 180 segundos de preparo da mistura.

ENSAIO DE MINI CONE

Após a obtenção das misturas, foi realizado o ensaio de mini cone (Figura 1), onde é permitido avaliar o abatimento das mesmas em miniatura com a influência de aditivos redutores de água na trabalhabilidade de pastas de cimento [14]. Para realização do ensaio cada uma das amostras foi posta no interior de um molde em cilindro metálico sobre uma superfície lisa e sem resíduos até preenchê-lo completamente. Em seguida o cone foi retirado lentamente e medido seu diâmetro de abatimento com auxílio de um paquímetro.

Figura 1 – Ensaio de mini cone (a) preenchimento do material no molde, (b) espalhamento.



(a) (b)

Fonte: Os autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFEITO DA MALTODEXTRINA NO ESPALHAMENTO

De acordo com a Tabela 4 e Figura 2, pode-se observar que a influência da maltodextrina (%ADIT. PESQ.) está em terceiro lugar em termos de impacto na fluidez. A relação a/c apresentou maior influência no espalhamento da pasta de modo que seu aumento é diretamente proporcional ao ganho da fluidez, assim como o aditivo comercial 1 (%Plastificante). Tal tendência não foi a mesma para a maltodextrina e o aditivo comercial 0 (Plastificante), pois eles possuem um teor ótimo de 1,5% e 1% respectivamente, que ao ser atingido conduz a uma perda de espalhamento.

O principal fator que afeta a trabalhabilidade é a quantidade de água na mistura [15,16]. Dessa maneira, a maior quantidade de a/c pode aumentar a fluidez da mistura. Por outro lado, quando a água é adicionada ao cimento, há dispersão não é tão eficiente quanto na presença de um aditivo superplastificante, pois a água possui alta tensão superficial e as partículas de cimento são floculadas [17]. A partir disso, quando se adiciona um aditivo plastificante na mistura, a partícula de cimento torna-se hidrofílica [17]. Essa relação explica a influência do plastificante na fluidez.

Tabela 4 – Respostas para razões sinal-ruído.

Nível	%ADIT. PESQ.	a/c	Plastificante	%Plastificante
1	39,80	37,69	38,16	40,02
2	39,70	42,98	43,03	40,67
3	41,49	42,89	42,38	42,88
4	42,78			
5	42,55			
6	40,81			
Delta	3,08	5,29	4,87	2,86
Posto	3	1	2	4

Fonte: Os autores (2025).

A maltodextrina provocou uma melhora na fluidez de 0,5% até 1,5%, a partir daí, há uma redução até 2,5%. Lei, Li e Fuddin (2020) [12] perceberam que de 0,2% a 0,5% a maltodextrina influencia no aumento do espalhamento das pastas cimentícias. Os resultados observados 0,5% a 1,5% confirmam essa tendência para uma faixa maior de até 1,5%, onde a partir daí há uma queda nos resultados. Similarmente, o aditivo comercial 0 (Plastificante) não obteve aumento da fluidez de 1% a 2%.

Figura 2 - Efeitos principais para razões s/n para maltodextrina.



Fonte: Os autores (2025).

A partir dos valores apresentados na Tabela 5 pode-se perceber que pelo valor de P, considerando uma confiabilidade de 95%, a maltodextrina não obteve significância nos resultados, isto é, seu efeito no aumento da fluidez não é significativo. Em contrapartida, a relação a/c, aditivo comercial 0 (Plastificante) e aditivo comercial 1 (%Plastificante) obtiveram significância, comprovando ter influência no aumento da fluidez.

Tabela 5 – Análise de Variância para maltodextrina.

Fonte	GL	Valor-P
Regressão	5	0,002
%ADIT. PESQ.	1	0,701
a/c	1	0,002
Plastificante	2	0,005
%Plastificante	1	0,037
Erro	12	
Total	17	

Fonte: Os autores (2025).

EFEITO DA MANIPUEIRA NO ESPALHAMENTO

De acordo com a Tabela 6 e Figura 3, pode-se observar que assim como no item 3.1., a relação a/c tem maior influência na proporção da fluidez da pasta, ocupando o primeiro posto em termos de impacto. Embora o %ADIT.PESQ esteja em segundo posto quanto à influência na fluidez, percebe-se que seu efeito é inversamente proporcional ao ganho da fluidez. Isso pode ser observado por meio das quedas sucessivas na Figura 3. Tal comportamento é indicativo de que a manipueira não é um bom agente de fluidez, inviabilizando-a para esta faixa de teor (0 a 2,5%)

Tabela 6 – Respostas para razões sinal-ruído.

Nível	%ADIT. PESQ.	a/c	Plastificante	%Plastificante
1	37,82	31,60	34,41	34,37
2	38,16	37,02	37,82	36,79
3	36,31	39,35	35,73	36,80
4	36,58			
5	33,49			
6	33,56			
Delta	4,67	7,75	3,42	2,43
Posto	2	1	3	4

Fonte: Os autores (2025).

Figura 3 - Efeitos principais para razões s/n para manipueira.



Fonte: Os autores (2025).

A Tabela 7 apresenta a significância de cada uma das variáveis (a/c, %ADIT.PESQ, Plastificante e %Plastificante) na fluidez das proporções. Percebe-se, dessa maneira, que, à exceção do aditivo comercial 0 (Plastificante), todos os fatores têm impacto significante na alteração da fluidez. Contudo, destaca-se que a alteração na fluidez promovida pela manipueira é desfavorável à fluidez.

Tabela 7 – Análise de Variância para maltodextrina.

Fonte	GL	SQ Seq	Valor-P
Regressão	5	21189	0,003
%ADIT.PESQ.	1	4598	0,016
a/c	1	10104	0,001
Plastificante	2	3831	0,075
%Plastificante	1	2657	0,056
Erro	12	7097	
Total	17	28287	

Fonte: Os autores (2025).

CONCLUSÕES

Através da aplicação do método Taguchi, foi possível avaliar a influência de variáveis como a relação água/cimento, a porcentagem de aditivos e a presença de plastificantes na fluidez das pastas de cimento Portland. Os resultados obtidos indicaram que a maltodextrina, embora tenha mostrado um potencial inicial para melhorar a fluidez das misturas, não apresentou significância estatística em sua contribuição. A análise de variância revelou que, enquanto a adição de maltodextrina melhorou a fluidez até um certo limite (0,5% a 1,5%), além desse ponto, a fluidez começou a decair. Isso sugere que a quantidade de maltodextrina deve ser

cuidadosamente controlada para evitar efeitos adversos nas propriedades reológicas das argamassas.

Por outro lado, a manipueira revelou um efeito adverso, reduzindo a fluidez das misturas. A análise de variância indicou que a manipueira, quando incorporada nas concentrações testadas, comprometeu a trabalhabilidade das pastas, o que pode ser atribuído à sua composição química e propriedades reológicas. A presença de compostos que aumentam a viscosidade pode ter contribuído para essa redução, tornando a manipueira um material que deve ser utilizado com cautela em formulações de argamassas.

Em suma, este estudo não apenas reforça a importância de explorar materiais biosustentáveis na construção civil, mas também abre caminho para futuras investigações sobre a otimização de composições cimentícias. A incorporação de aditivos orgânicos, como a manipueira, pode não apenas contribuir para a sustentabilidade, mas também levar ao desenvolvimento de materiais de construção com propriedades aprimoradas, alinhando-se às demandas contemporâneas por práticas mais ecológicas e eficientes no ramo da construção.

REFERÊNCIAS

[1] PIPOLO, GONDIM, F.G. **Estudo da pasta de cimento com substituição parcial e total da água de hidratação por manipueira**. 2021. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

[2] PONTE, JOSÉ JULIO DA. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícol**a. 3. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

[3] FERREIRA; ALMEIDA, W.; et al. **Manipueira: Um Adubo Orgânico em Potencial**. Belém: Embrapa, 2001. 25 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/403315/1/OrientalDoc107.PDF. Acesso em: 28 julho 2024.

[4] JAITO, K.; TREEAMNUK, T.; TREEAMNUK, K.; **Development of Motorized Rheometer for measure Cassava-pulp Yield Stress and Viscosity.**, International Journal of Engineering Trends and Technology, vol. 69, no. 6, pp. 87-92, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I6P212. Acesso em: 30 julho 2024.

[5] MACHADO, C. A. **Efeitos da maldextrina como aditivo via água de bebida na recepção de pintainhos submetidos a quatro períodos de jejum pós-eclosão**. UFU. 2011.

[6] RAO, M. A.; HARTEL, R. W. **Rheological behaviour of concentrated maltodextrins describes skin formation dynamics**. Journal of Food Engineering, v. 276, p. 109830, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109830. Acesso em: 30 julho 2024.

[7] IZAGUIRRE, A.; LANAS, J.; ÁLVAREZ, J. I.. Effect of a biodegradable natural polymer on the properties of hardened lime-based mortars. **Materiales de Construcción**, [S.L.], v. 61, n. 302, p. 257-274, 30 jun. 2011. Editorial CSIC. http://dx.doi.org/10.3989/mc.2010.56009.

[8] SOUZA, Rayanderson Saraiva de. **Argamassas produzidas a partir da substituição do agregado miúdo pelo resíduo do beneficiamento da scheelita e da água de hidratação por**

manipueira. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

[9] SOUZA, Jônatas Macêdo de. **Tijolos de solo-cimento produzidos com manipueira em substituição à água**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019

[10] PIPOLO, Lisieux Feitosa Gondim. **Estudo da pasta de cimento com substituição parcial e total da água de hidratação por manipueira**. 2021. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

[11] AMORIM JÚNIOR, Nilson Santana. **Desenvolvimento de micropartículas de liberação controlada para a realcalinização de argamassas e concretos sujeitos à ação do Co2**. 2024. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

[12] LEI, L.; LI, R.; FUDDIN, ANDRIANA. **Influence of maltodextrin retarder on the hydration kinetics and mechanical properties of Portland cement.** Cement And Concrete Composites, [S.L.], v. 114, p. 103774, nov. 2020. Elsevier BV. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103774.

[13] LI N.; SHI, C.; et al. **A mixture proportioning method for the development of performance-based alkali-activated slag-based concrete**. Cement and Concrete Composites, v. 34, n. 4, p. 488-496, 2012.

[14] KANTM, D. L., **Influence of Water-Reducing Admixtures on Properties of Cement Paste--A Miniature Slump Test.** Cement, Concrete. and Aggregates, CCAGDP, Vol. 2, No. 2, Winter1980, pp. 95-102.

[15] NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto fresco**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

[16] SOBRAL, Ernani Sávio. Propriedades do concreto fresco. In: BAUER, L.A. Falcão (org.). **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2008. p. 267-283. (Vol 1).

[17] METAH, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Ibracon, 2008.