

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

DIRETORIA DE PESQUISA

PROJETOS DE PESQUISA/INOVAÇÃO

Chamada 07/2023 - Interconecta - Coordenador de Projeto

1 - UNIDADE PROPONENTE

Campus: CAMPUS-JP

2 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do projeto: INFLUÊNCIA DA MUCILAGEM DE OPUNTIA FICUS INDICA (PALMA FORRAGEIRA) EM PROPRIEDADES DA PASTAS DE CIMENTO NO ESTADO FRESCO	
Grande área de conhecimento: ENGENHARIAS	Área de conhecimento: ENGENHARIA CIVIL
Área temática: Construção civil	Tema: None
Período de execução: Início: 01/05/2023 Término: 29/12/2023	

3 - CARACTERIZAÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

Público alvo	Quantidade
--------------	------------

4 - EQUIPE PARTICIPANTE

PROFESSORES E/OU TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS DO IFPB			
Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Gibson Rocha Meira Matrícula: 273954	Tel.: (83) 3246-5124 / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: gibson.meira@ifpb.edu.br	Voluntário	DOUTORADO

5 - DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

Resumo
<p>Introdução</p> <p>A história da construção civil está relacionada com o desenvolvimento e mudanças da humanidade. Por isso, a indústria e o corpo acadêmico estão adotando uma visão global que considera aspectos econômicos, sociais e ambientais na solução de problemas relacionados com os impactos causados pela construção civil no meio ambiente (BALAGUERA et al., 2018).</p> <p>Sendo o cimento o componente principal do segundo material mais consumido em todo o mundo, o concreto, introduzir materiais naturais na sua composição de forma a melhorar seu desempenho e diminuir os seus impactos ambientais é uma aposta de grande valor (KLEE, 2009; PACHECO-TORGAL et al., 2013). Proteínas, polissacarídeos, aminoácidos, ácidos graxos são alguns componentes que constituem os materiais que vem sendo utilizados como aditivos naturais, contribuindo com a durabilidade das estruturas e consequentemente reduzindo o</p>

consumo de recursos e geração de resíduos pelo aumento da vida útil das edificações (VENTOLA *et al.*, 2011; SOUZA, 2019).

Os extratos vegetais de plantas, sementes e ervas têm ocupado um lugar de destaque por apresentarem componentes fitoquímicos biocompatíveis, ricos em anéis aromáticos, presença de heteroátomos que interagem com as reações de hidratação das pastas de cimento, contribuindo, por exemplo, com a diminuição do processo de corrosão, que é considerada uma das principais causas da deterioração das estruturas de concreto armado (ANITHA *et al.*, 2019; LIU *et al.*, 2019).

Um extrato que tem se apresentado bastante promissor é o extrato de plantas cactáceas, mas precisamente da espécie *Opuntia ficus indica* (OFI), popularmente conhecida como palma forrageira ou Nopal. A mucilagem dos cladódios da palma possui uma composição química que possibilita resultados positivos na utilização como inibidor de corrosão e aditivo natural. Nos estudos com esse material tem se destacado pontos importantes para considerar durante a investigação, como: alteração no tempo de pega, melhoria das propriedades mecânicas, redução na absorção e modificação na viscosidade. Essas mudanças poderão contribuir positivamente com a durabilidade e desempenho do material, como por exemplo no estudo proposto por Souza (2019) que ao utilizar a mucilagem como aditivo conseguiu encontrar resistências, aos 28 dias, para as amostras aditivadas, maiores que as de referência (TORRES-ACOSTA, 2007; EL-ETREE, 2003; LEÓN-MARTINÉZ *et al.*, 2014; MARTINEZ-MOLINA *et al.*, 2015).

Justificativa

Uma das grandes preocupações dos diversos setores da sociedade diz respeito ao consumo elevado de materiais no âmbito da construção civil, principalmente por serem responsáveis por desencadear diversos problemas ambientais e sociais. Os aditivos e inibidores, por exemplo, foram, por muito tempo, utilizados com formulações prejudiciais ao meio ambiente. O nitrito, por exemplo, foi um inibidor de destaque e, hoje, encontra-se proibido por ser tóxico, cancerígeno e poluente, além de alterar propriedades relacionadas ao desempenho do concreto. Por motivos como este, os novos materiais naturais, mais sustentáveis vem sendo utilizados como substitutos (TORRES-ACOSTA, 2007; WANG *et al.*, 2019).

A mucilagem de OFI já vem sendo utilizada para esses fins de inibição e adição, apresentando bons resultados frente a inibição de corrosão e outros quesitos de durabilidade. Contudo, pode influenciar em outras propriedades da matriz cimentícia como na hidratação, na permeabilidade dos compósitos cimentícios e no controle da retenção de água e consistência. Os polissacarídeos, por exemplo, conseguem ter efeito retardante na hidratação e as proteínas em propriedades como incorporação de ar, efeito hidro-repelente e tempos de pega (PATURAL, *et al.*, 2011; SOUZA, 2019; CHANDRA, AAVIK, 1987).

Logo, para que seja possível a aplicação de produtos alternativos ou não convencionais é preciso realizar um controle adequado do concreto, pois quando utilizados de forma indiscriminada pode ocasionar efeitos colaterais e prejudiciais à matriz. Deve-se sempre adotar medidas para minimizar os erros de dosagem, visto que propriedades como o tempo de pega podem influenciar em etapas posteriores como lançamento e adensamento do concreto e, conseqüentemente, em quesitos de durabilidade.

Diante dos fatos supracitados, do crescimento da construção civil e dos impactos ambientais vivenciados nos últimos anos, verifica-se a necessidade de aperfeiçoar os processos construtivos, seja nos procedimentos técnicos ou na crescente utilização de materiais alternativos, como ferramenta para viabilizar a redução de custos e/ou potencializar certas propriedades inerentes dos produtos construtivos. Nesse sentido, o presente estudo se justifica pela necessidade de entender a influência da mucilagem de *Opuntia ficus indica* (OFI) em propriedades na matriz cimentícia no estado fresco, sendo elas o tempo de pega e a viscosidade da matriz.

Fundamentação teórica

A NBR 15575-1 (2021) define durabilidade como sendo a “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas”. Essa capacidade é afetada pela interação dos materiais estruturais com o meio ambiente, a qual se dá através de propriedades das estruturas de concreto, como

porosidade, permeabilidade, características dos ligantes, etc. Essas possibilitarão uma maior ou menor interação com os agentes agressivos (MONTEIRO, 1996).

Associado à limitação na durabilidade do concreto, a determinação da vida útil da estrutura é importante durante a fase de projeto e corresponde ao tempo em que o “edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos” em norma, conforme expõe a NBR 15575-1 (2021).

As características e propriedades do concreto no estado fresco apresentam grande importância sobre o conceito de vida útil, pois é nessa fase que pode ocorrer um comprometimento da qualidade do concreto. Petrucci (1998) destaca que o tempo de pega é uma dessas propriedades pois é a partir dele que se pode determinar o tempo disponível para realizar o transporte, lançamento e adensamento do concreto, além do momento de início da cura.

Para o fim de pega é possível observar pouca ou nenhuma resistência da pasta de cimento, pois é nesse momento que começa a hidratação do C₃S (Silicato tricálcico, também chamado de alita, que representa um dos principais constituintes do clínquer e influencia na resistência e endurecimento do concreto). A partir desse momento, as reações vão se estender por semanas, resultando em um decréscimo na porosidade e permeabilidade, além de ganhos de resistência mecânica (METHA, MONTEIRO, 2014).

Na indústria existem diversos tipos de aditivos que podem acelerar ou retardar a pega, influenciando no seu desempenho no estado endurecido. No entanto, devido a procura por tecnologias mais sustentáveis e economicamente viáveis tem-se ampliado a utilização de biopolímeros na construção civil (CHANG; JEON; CHO, 2015).

De acordo com Martinez-Molina e seus colaboradores (2015) o líquido viscoso, conhecido como mucilagem, extraído do cacto *Opuntia ficus indica* (OFI), popularmente chamado de palma forrageira, tem grande potencial a ser descoberto para esses fins.

A *Opuntia ficus indica* (OFI) tem sua origem do México, onde ficou conhecida como “Nopal”. Ao ser trazida para o Brasil, inicialmente foi utilizada para produzir corantes e posteriormente apresentou como finalidade a forragem, passando a ser chamada de palma forrageira, destacando-se sua presença na região Nordeste. Consegue se desenvolver em praticamente qualquer clima e isso se dá pela conformação dos seus vários órgãos. Suas raízes estendidas captam e absorvem água das chuvas escassas e durante os períodos de seca se contraem para reduzir a perda de água (CAVALCANTE; FERNANDES; SILVA, 2020; SAÉNZ, *et al.*, 2006).

A mucilagem dos cladódios é um heteropolissacarídeo de alto peso molecular, composto quimicamente por hidratos de carbono complexos (celulose, pectina), proteínas, minerais e fibras insolúveis. Trachtenberg e Mayer (1981) indicam a presença de seis açúcares neutros: arabinose, gactose, ramnose, xilose, ácido urônico e ácido galacturônico. Ainda existem compostos aromáticos, lipídios, polifenóis, vitaminas C e E, cálcio, potássio, magnésio e pequenas quantidades de ferro e manganês (CONTRERAS-PADILLA, *et al.*, 2015; TRACHTENBERG, MAYER, 1980; TRACHTENBERG, MAYER, 1981). Nesse contexto, parte desses compostos pode atuar como inibidores da corrosão em estruturas de concreto. No entanto, outra parte pode afetar propriedades da pasta de cimento no estado fresco, como o tempo de pega e a viscosidade.

Objetivo geral

Objetivo geral

Avaliar a influência da mucilagem de *Opuntia ficus indica* (OFI), conhecida como palma de forrageira, em propriedades no estado fresco de pastas de cimento.

Objetivos específicos

Analisar a influência de diferentes proporções de mucilagem de OFI no tempo de pega e na viscosidade de pastas de cimento;

Comparar os efeitos da mucilagem, obtida a partir de dois métodos de extração (aquecimento e repouso), e uma mucilagem desidratada comercializada, no tempo de pega e viscosidade de pastas de cimento;

Avaliar a relação do tipo de cimento com o efeito mucilagem de OFI em propriedades no estado fresco de pastas de cimento.

Metas

- 1 - Embasamento teórico
- 2 - Caracterização dos cimentos
- 3 - Avaliação de propriedades no estado fresco de pastas de cimento
- 4 - Análise de resultados e produção de artigo

Metodologia da execução do projeto

Esta pesquisa será desenvolvida em cinco etapas, as quais estão descritas a seguir:

Etapa 1: Embasamento teórico.

Consiste no levantamento bibliográfico e uma posterior criação de um banco de dados a ser utilizado como fonte de informações teóricas e fomentar as atividades da pesquisa.

Etapa 2: Caracterização dos cimentos.

Consiste na caracterização físico-química de três cimentos comerciais a serem empregados na pesquisa, um cimento CPV, um cimento CPIV e um cimento CPIII.

A caracterização física do cimento Portland contemplará as técnicas de granulometria a laser e ensaio de massa específica (NBR 16605, 2017), enquanto na caracterização química, será realizada o ensaio de fluorescência de raio-X.

Etapa 3: Extração da mucilagem.

Para produção da mucilagem, será utilizada palma forrageira retirada de um plantio localizado no campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em João Pessoa-PB. A palma será colhida realizando cortes que não danifiquem a planta. Em seguida, as raquetes serão higienizadas, seus espinhos serão retirados e por fim cortadas em pequenos cubos, de dimensões entre 3 e 5cm.

A extração da mucilagem será feita por dois métodos encontrados na literatura, propostos por Souza (2019) e Hernández, Cano-Barrita e Torres-Acosta (2016). O primeiro sendo caracterizado pelo repouso da palma em água destilada na proporção de 1:3 (palma/água) durante 24 horas e em seguida filtrando a fim de obter a mucilagem para uso. No segundo é feito um aquecimento não superior a 60°C durante o período de tempo de três horas, na proporção de 1:1,5.

Além desses procedimentos de extração, empregar-se-á um extrato de palma disponível comercialmente.

4: Produção das pastas e execução dos ensaio para determinação do tempo de pega e viscosidade das pastas com diferentes proporções de mucilagem.

As pastas serão feitas com 0, 2, 4 e 6% de mucilagem para os dois tipos de extração, e para o extrato de palma comercial. As propriedades reológicas serão estudadas por meio de um viscosímetro rotacional utilizando uma palheta de quatro pás. Quanto ao tempo de pega, será aplicado o ensaio de Vicat, descrito na NBR 16607 (2018).

Etapa 5: Análise, interpretação e apresentação dos resultados.

Nesta etapa, todos os resultados obtidos serão analisados considerando o marco teórico existente e as metas desejadas para os materiais cimentícios estudados. Essa análise deverá resultar na proposição de um teor máximo de mucilagem que não comprometa as propriedades da pasta no estado fresco, bem como na produção de um artigo científico.

Disseminação dos resultados**Acompanhamento e avaliação do projeto durante a execução**

O acompanhamento do projeto ocorrerá tendo como referência o cumprimento do cronograma a seguir apresentado, pautando-se nas etapas já identificadas na seção anterior. Considera-se um período de 8 meses para o presente projeto, com início no mês de maio de 2023.

Tabela 1 – Cronograma de atividades

*Início dos trabalhos em maio de 2023.

Referências bibliográficas

- ANITHA, R.; CHITRA, S.; HEMAPRIYA, V.; CHUNG, I. KIM, S.; PRABAKARAN, M. Implications of eco-addition inhibitor to mitigate corrosion in reinforced steel embedded in concrete. **Construction and Building Materials**, v. 213, p.246-256, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16605**: Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16607**: Cimento Portland - Determinação dos tempos de pega. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- BALAGUERA, A.; CARVAJAL, G. I.; ALBERTÍ, J.; FULLANA-I-PALMER, P. Life cycle assessment of road construction alternative materials: A literature review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 132, p. 37-48, 2018.
- CAVALCANTE, A. M. B.; FERNANDES, P. H. C.; SILVA, E. M. Opuntia ficus-indica (L) Mill. E as mudanças climáticas: Uma análise a luz da modelagem de distribuição de espécies no bioma Caatinga. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.35, n.3, p. 375-385, 2020.
- CHANG, I.; JEON, M.; CHO, G-C. Application of Microbial Biopolymers as an Alternative Construction Binder for Earth Buildings in Underdeveloped Countries. **Journal of Polymer Science**, v. 2015, 2015.
- CHANDRA, S.; AAVIK, J. Influence of proteins on some properties of Portland cement mortar. **International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete**, v.9, n.2, p. 91-94, 1987.
- CONTRERAS-PADILLA, M.; RIVERA-MUÑOZ, E. M.; GUTIEÉRREZ-CORTEZ, E.; LÓPEZ, A. R.; RODRÍGUEZ-GARCIA, M. E. Characterization of crystalline structures in Opuntia ficus-indica. **J Biol Phys**, v. 41, p. 99-112, 2015.
- EL-ETRE, A. Y. Inhibition of aluminum corrosion using Opuntia extract. **Corrosion Science**, v. 45, n. 11, p. 2485-2495, nov. 2003.
- HERNÁNDEZ, E.F; CANO-BARRITA, P.F. J.; TORRES-ACOSTA, A. A. Influence of cactus mucilage and marine brown algae extract on the compressive strength and durability of concrete. **Materiales de Construcción**, v.66, n.321, 2016.
- KLEE H. The cement sustainability initiative. In: World business council for sustainable development (WBCSD). Washington, 2009.
- LEÓN-MARTÍNEZ, F.M. M.; CANO-BARRITA, P. F. J.; LAGUNEZ-RIVERA, L.; MEDINA-TORRES, L. Study of nopal mucilage and marine brown algae extract as viscosityenhancing admixtures for cement based materials. **Construction and Building Materials**, v. 53, p. 190–202, fev. 2014.
- LIU, Y.; SONG, Z.; WANG, W.; JIANG, L.; ZHANG, Y.; GUO, M.; SONG, F.; XU, N. Effect of ginger extract as green inhibitor on chloride-induced corrosion of carbon steel in simulated concrete pore solutions. **Journal of cleaner Production**, v. 214, p. 298-307, 2019.
- MARTINEZ-MOLINA, W.; TORRES A-COSTA, A.; HERNÁNDEZ-LEOS R.; ALONSO-GUSMAN, E.; MENOZA-PÉREZ, I.; MARTINEZ-PEÑA, I. Cement-Based Materials Enhanced Durability from Opuntia Ficus Indica Mucilage Additions. **ACI Materials Journal**, v. 112, n. 1, p. 165–172, fev. 2015.
- MEHTA, P. K; MONTEIRO, J. M. P. Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais.4. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.
- MONTEIRO, E. C. B. **Estudo da capacidade de proteção de alguns tipos de cimentos nacionais, em relação à corrosão de armaduras, sob a ação conjunta de CO₂ e íons cloreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 1996.
- PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S.; LABRINCHA, J.; JOHN, V. M. Eco-efficient concrete. [S.l.]: Woodhead Publishing Limited, 2013.
- PATURAL, L.; MARCHAL, P.; GOVIN, A.; GROSSEAU, P.; RUOT, B.; DEVÈS, O. Cellulose ethers influence on water retention and consistency in cement-based mortars. **Cement and Concret Research**, v. 41, p. 46-55, 2011.
- PETRUCCI, E.G. R. Concreto de cimento Portland. 13. ed. São Paulo: Globo, 1998.
- SÁENZ, C; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. Opuntia spp mucilage's a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, p. 275-290, 2004.
- SOUZA, G. F. A. **Avaliação da utilização de aditivo biopolimérico extraído do cacto Opuntia Ficus-Indica em pastas e microconcretos de cimento Portland**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- VENTOLÀ, L.; VENDRELL, M.; GIRALDEZ, P.; MERINO, L. Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 8, p. 3313–3318, ago. 2011.

TORRES-ACOSTA, A. A. *Opuntia-Ficus-Indica* (Nopal) mucilage as a steel corrosion inhibitor in alkaline media. **J Appl Electrochem**, v.37, p. 835-841, 2007.

TRACHTENBERG, S.; MAYER, A. M. Composition and properties of *Opuntia Ficus-Indica* mucilage. **Phytochemistry**, v.20, n.12, p- 2665-2668, 1981.

TRACHTENBERG, S.; MAYER, A. M. Biophysical properties of *Opuntia Ficus-Indica* mucilage. **Phytochemistry**, v.21, n.12, p- 2835-2843, 1982.

WANG, W.; SONG, Z.; GUO, M.; JIANG, L.; XIAO, B.; JIANG, Q.; CHU, H.; LIU, Y.; ZHANG, Y.; XU, N. Employing ginger extract as an eco-friendly corrosion inhibitor in cementitious materials. **Construction and Building Materials**, v. 228, dez. 2019.

6 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Meta	Atividade	Especificação	Indicador(es) qualitativo(s)	Indicador físico		Período de execução	
				Unid.de Medida	Qtd.	Início	Término
1	1	Levantamento bibliográfico sobre o tema	Revisão bibliográfica concluída		0	01/05/2023	29/12/2023
2	1	Análise físico-química dos cimentos	Caracterização Físico-química dos cimentos concluída		0	01/06/2023	31/07/2023
3	1	Extração da mucilagem	Mucilagem extraída		0	01/06/2023	31/08/2023
3	2	Avaliação do tempo de pega e da viscosidade de pastas de cimento	Indicação do teor máximo de mucilagem que não afeta essas propriedades		0	03/07/2023	29/09/2023
4	1	Análise dos resultados obtidos	Resultados analisados		0	01/08/2023	29/12/2023
4	1	Elaboração de relatórios	Relatório finalizados		0	01/08/2023	29/12/2023
4	2	Produção de artigo	Artigo elaborado		0	01/11/2023	29/12/2023

7 - PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da despesa	Especificação	PROEX (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus proponente (R\$)	Total (R\$)
339018	Auxílio Financeiro a Estudantes	0	0	8000.00	8000.00
339020	Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	0	6000.00	6000.00
449020	Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	0	6000.00	6000.00
TOTAIS		0	0	20000.00	20000.00

8 - CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Despesa	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	0	0	0	0
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	500.00	1500.00	2500.00	0	0	0	0	0	0	0	0
449020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	1500.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ATIVO
449020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Aparelho de Vicat	un	1	1500.00	1500.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Vidrarias	un	1	500.00	500.00	Sim
TOTAL GERAL					11.600,00	

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ATIVO
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Eletrodo de referência ou dupla junção	un	1	1500.00	1500.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Manutenção câmara climática	un	1	2500.00	2500.00	Sim
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	Bolsa para estudante de graduação	mês	8	700.00	5600.00	Sim
TOTAL GERAL					11.600,00	