

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

DIRETORIA DE PESQUISA

PROJETOS DE PESQUISA/INOVAÇÃO

Edital nº 30/2022 - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/FAPESQ

1 - UNIDADE PROPONENTE

Campus: CAMPUS-JP

2 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do projeto: Manufatura aditiva na Construção civil: perspectivas e aplicações	
Grande área de conhecimento: ENGENHARIAS	Área de conhecimento: ENGENHARIA CIVIL
Área temática: Construção civil	Tema: None
Período de execução: Início: 01/09/2022 Término: 31/08/2023	

3 - CARACTERIZAÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

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

4 - EQUIPE PARTICIPANTE

PROFESSORES E/OU TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS DO IFPB			
Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Ana Claudia Leao Borges Matrícula: 1375454	Tel.: (83) 99382-1529 / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: ana.borges@ifpb.edu.br	Voluntário	DOUTORADO
Nome: Marcos Alyssandro Soares dos Anjos Matrícula: 1372249	Tel.: / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: marcos.anjos@ifpb.edu.br	Voluntário	DOUTORADO

5 - DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

Resumo
Introdução A manufatura aditiva (MA), também conhecida como impressão 3D, vem ganhando espaço e se tornando uma ferramenta intensificadora nos avanços da automação indústria da construção civil. Essa tecnologia está baseada na junção de materiais para o desenvolvimento de uma estrutura tridimensional a partir de um modelo 3D projetado. Especialmente na construção civil, existem diversas vantagens que favorecem a aplicação da impressão 3D com concreto (3DCP) tais como: o aumento da complexidade arquitetônica que o sistema proporciona, redução de custos, entre eles os relacionados ao uso de fôrmas e do tempo de produção; condições ligadas à segurança dos trabalhadores; além de fatores de sustentabilidade como a diminuição de desperdícios (DE SCHUTTER et al., 2018; HE et al., 2020). Estima-se que a tecnologia possa ser capaz de reduzir de 30% a 60% dos resíduos de construção, 50% a 80% dos custos de mão de obra e 50% a 70% do tempo de produção (AE YASSIN; HAMZEH; AL SAKKA, 2020; ZHANG et al., 2019). Várias empresas no mundo e instituições de pesquisa vem estudando e desenvolvendo materiais e equipamentos para manufatura aditiva para a construção civil, atualmente é conhecida mundialmente com impressão 3D com concreto (3DCP). As obras impressas em 3D com concreto têm crescido de forma rápida, saindo da

laboratorial para a construção de protótipos, as primeiras experiências relatadas são uma ponte de pedestre na Espanha, uma ponte de bicicletas e um edifício na Holanda e um edifício de dois pavimentos em Dubai em 2019, casas e edifícios na China, (BOS; BOSCO; SALET, 2019; ZHANG et al., 2019).

O presente projeto trata de uma pesquisa bibliográfica que é definida como o levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Neste sentido, o projeto visa proporcionar ao estudante egresso do ensino médio de escola pública e esteja no 1º período do curso de engenharia civil ao primeiro contato com a pesquisa científica, se incorporando a um grupo de pesquisa que já desenvolve o tema proposto, e com isso contribuir com o grupo realizando um levantamento de informações sobre o histórico de aplicações da manufatura aditiva na construção (impressão 3DCP) trazendo aspectos do estado da arte atual quanto as aplicações em escala real e pesquisas mais relevantes sobre o tema.

Justificativa

A impressão 3D de concreto tem recebido atenção significativa da indústria da construção e de pesquisadores em todo o mundo e se mostra como uma alternativa promissora e de impacto sobre as demandas do setor. Vários estudos sobre a temática que abordam as principais tecnologias empregadas na impressão 3D, os aspectos de desenvolvimento das misturas e as propriedades efetivas do material impresso vêm sendo publicadas e reforçam o potencial de aplicação que essa metodologia pode oferecer na indústria da construção civil.

Embora seja considerada uma tecnologia recente, a MA tem sua origem datada desde o século XIX, como destacado por Bourell et al. (2011), vinculada à prática de fototecnologia proposta em 1860 pelo francês François Willème, e da topografia com a construção de mapas de relevos em camadas patenteada por Blather em 1890. Entretanto, foi somente nos anos iniciais de 1980 que o processo ganhou notoriedade com sua associação às ferramentas CAD e automatizadas, o que ampliou sua utilização observando-se o depósito de patentes em diversos lugares como Japão, França e EUA, que descreviam a partir de abordagens distintas a fabricação de modelos tridimensionais por meio da construção de camadas (GIBSON; ROSEN; STUCKER, 2009). Neste sentido é importante um levantamento bibliográfico sucinto que busque apresentar as principais obras e pesquisas mundiais.

Fundamentação teórica

Nos últimos anos, os métodos e técnicas da MA vêm crescendo e se desenvolvendo em um ritmo acelerado, ganhando abrangência com aplicação em diversos segmentos, como automotivo, aeroespacial, médico, alimentar e da construção civil, além de ampliar a sua participação no mercado com uma projeção de ascensão nos próximos anos, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Tendências do mercado da Manufatura Aditiva.



Fonte: 3DHUBDS (2020).

Essa tendência é decorrente de diversos fatores que, inclui o aumento da precisão e qualidade dos objetos impressos, a disponibilidade de materiais, diminuição de custos associados aos equipamentos, entre outros contribuiu para que o mercado global de impressão 3D atingisse, no ano de 2019, um valor estimado em US \$ 12,1 bilhão correspondendo a um crescimento médio de 25% ao ano desde 2014, sendo esperado para os próximos anos, como observado na Figura 1, que o mercado cresça a uma média de 24% ao ano, dobrando seu tamanho a cada três anos e alcançando um valor de US \$ 35,0 bilhões em 2024. Apesar das diferentes tecnologias e avanços nos processos de MA, essas não são recorrentes no mercado da engenharia civil.

Objetivo geral

O presente projeto consiste em um método de pesquisa bibliográfica que visa descrever as principais obras e pesquisas sobre o tema da manufatura aditiva aplicada à construção civil.

Objetivos específicos:

- Delimitar os pontos (palavras-chaves) principais da pesquisa sistemática;
- Realizar uma busca e identificar as principais aplicações em escala real da manufatura aditiva na construção civil;
- Realizar uma busca e identificar os principais grupos de pesquisa e pesquisas realizadas sobre o tema até o final do projeto;
- Sistematizar os levantamentos bibliográficos em forma de relatório.

Metas

- 1 - Caracterizar os materiais precursores dos compósitos
- 2 - Determinar e analisar o comportamento reológico e as propriedades físicas dos compósitos
- 3 - Determinação da capacidade de construção
- 4 - Relatórios

Metodologia da execução do projeto

A metodologia da pesquisa será baseada em instrumentos de coleta de dados obtidos em fontes comprovadamente confiáveis como livros, artigos científicos e sites de internet que possam ser verificados a sua veracidade.

Desta forma a pesquisa terá início com uma revisão sistemática da literatura, que é um estudo que tem como objetivo reunir materiais semelhantes de vários autores para realizar uma análise estatística. Ela é considerada uma pesquisa secundária, porque utiliza estudos primários para fazer a análise. Este estudo focará a busca por pontos principais, quais sejam a apresentação de resultados de estudos de casos de construções reais e resultados de pesquisas em grande escala, através de busca por palavras-chaves, que inicialmente pode ser as seguintes:

- 3DCP estudo de caso (case study 3DCP)
- 3DCP construção de casas, construção de paredes (3DCP building houses, building walls)
- 3DCP larga escala (large scale 3DCP)
- Capacidade de construção 3DCP (buildability 3DCP)

Em seguida com base na revisão sistemática da literatura serão definidas duas linhas de continuidade da pesquisa:

- 1º Levantamento em sites e apresentação de resultados das obras reais construídas através da manufatura aditiva.
- 2º Compilação de dados dos artigos selecionados na revisão sistemática com foco em construtibilidade e uso de filamento de calcário e metacaulim.

Disseminação dos resultados

Acompanhamento e avaliação do projeto durante a execução

A avaliação será realizada ao longo da execução do projeto com reuniões semanais entre os participantes e a apresentação dos resultados da pesquisa a cada mês por meio de relatórios para o coordenador do projeto e a partir desses resultados as metas e atividades serão atualizadas no SUAP. Serão produzidos os relatórios, parcial e final, conforme previsto no edital. Durante a execução da pesquisa e com o avanço da obtenção dos resultados serão escritos artigos para divulgação científica em congressos nacionais e/ou internacionais.

ATIVIDADE	INÍCIO DO PLANO	DURAÇÃO DO PLANO	INÍCIO REAL	DURAÇÃO REAL	MESES																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Meta 1: Delimitar os pontos (palavras chaves) principais da pesquisa sistemática e coleta de artigos, teses etc no periódicos on line da CAPES	1	2	1	2																		
Meta 2: Identificar a principais aplicações em escala real da manufatura aditiva na construção civil	3	3	3	3																		
Meta 3: identificar os principais grupos de pesquisa e pesquisas realizadas	3	7	3	7																		
Meta 4: Compilar os dados dos artigos selecionados na revisão sistemática com foco em construtibilidade e uso de filer calcário e metacaulim	6	6	6	6																		
Meta 5: Relatórios																						
Relatório parcial, de acordo com o edital	8	1	8	1																		
Relatório final, de acordo com o edital	11	2	11	2																		

Referências bibliográficas

ABOU YASSIN, A. A.; HAMZEH, F.; AL SAKKA, F. Agent based modeling to optimize workflow of robo steel and concrete 3D printers. **Automation in Construction**, v. 110, n. September 2018, 2020.

BARBOSA, M. D. S. **Desenvolvimento de compósitos para impressão 3d com consumo de cimer reduzido**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

BOURELL, D.L.; BEAMAN, J.B; LEU, M.C. et al. A brief history of additive manufacturing and the 20 roadmap for additive manufacturing: looking back and looking ahead. In: RapidTech: US-Turkey workshop

rapid technologies. Istambul Technical University; Tennessee Technological University, Erfurt, Germany, 2011.

DE SCHUTTER, G. et al. Vision of 3D printing with concrete — Technical, economic and environmental potentials. **Cement and Concrete Research**, v. 112, n. June, p. 25–36, 2018.

DIAS, L. DE S. **Metodologia de dosagem com base em relações constitutivas básicas de misturas para impressão 3d em concreto (3DCP)**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

GIBSON, I.; ROSEN, D.W.; STUCKER, B. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to digital manufacturing. Berlin: Springer, 2009.

HE, Y. et al. Energy-saving potential of 3D printed concrete building with integrated living wall. **Energy and Buildings**, v. 222, 2020.

SALET, T. A. M. et al. Design of a 3D printed concrete bridge by testing*. **Virtual and Physical Prototyping**, 13, n. 3, p. 222–236, 2018.

ZHANG, Y. et al. Rheological and harden properties of the high-thixotropy 3D printing concrete. **Constructive and Building Materials**, v. 201, p. 278–285, mar. 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	Definir palavras chaves principais da pesquisa sistemática e treinamento para uso do periódicos online Capes	Palavras-chaves da pesquisa Uso do periódicos online Capes		100	Previsto para 01/09/2022 Iniciado em 01/09/2022	Previsto para 31/10/2022 Concluído em 31/10/2022
2	1	Identificar as principais aplicações em escala real da manufatura aditiva na construção civil	Quantificar as aplicações nas obras catalogadas		100	Previsto para 01/11/2022 Iniciado em 01/11/2022	Previsto para 31/12/2022 Concluído em 31/12/2022
3	1	Identificar os principais grupos de pesquisa e pesquisas realizadas sobre o tema	Quantificação dos Grupos e Pesquisas identificadas a partir da revisão bibliográfica		100	Previsto para 01/11/2022 Iniciado em 01/11/2022	Previsto para 31/05/2023 Concluído em 31/05/2023
4	1	Relatório Parcial	Entrega de relatório parcial		100	Previsto para 01/04/2023 Iniciado em 01/04/2023	Previsto para 30/04/2023 Concluído em 30/04/2023
4	2	Relatório final	Entrega de relatório final		100	Previsto para 01/08/2023 Iniciado em 01/08/2023	Previsto para 30/09/2023 Concluído em 30/09/2023

7 - PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da despesa	Especificação	PROEX (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus proponente (R\$)	Total (R\$)
339018	Auxílio Financeiro a Estudantes	0	0	0	0
TOTAIS		0	0	0	0

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	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ATIVO
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	Pagamento de bolsa a estudante	mês	12	400.00	4800.00	Sim
TOTAL GERAL					4.800,00	