

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 02/2021 - Interconecta - Coordenador de Projeto

1 - UNIDADE PROPONENTE

Campus: CAMPUS-JP

2 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do projeto: Desenvolvimento de concretos leves autoadensáveis com uso de Perlita	
Grande área de conhecimento: ENGENHARIAS	Área de conhecimento: ENGENHARIA CIVIL
Área temática: Construção civil	Tema: None
Período de execução: Início: 01/04/2021 Término: 31/12/2021	

3 - CARACTERIZAÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

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

4 - EQUIPE PARTICIPANTE

PROFESSORES E/OU TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS DO IFPB			
Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Marcos Alyssandro Soares dos Anjos Matrícula: 1372249	Tel.: / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: marcos.anjos@ifpb.edu.br	Bolsista	DOUTORADO
Nome: Ulisses Targino Bezerra Matrícula: 274025	Tel.: (83) 3226-7373 / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: dartarios@yahoo.com.br	Voluntário	DOUTORADO

5 - DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

Resumo
<p>Introdução</p> <p>Segundo o <i>World Business Council for Sustainable Development (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2009)</i> os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia global. Em torno de 70% do consumo de energia de um edifício ocorre durante o uso em processos de refrigeração, aquecimento e iluminação, e 25% das emissões de gases de efeito estufa são gerados durante os diversos processos envolvidos na construção civil (LI et al., 2019; WU et al., 2017). Sendo que o</p>

processo de refrigeração dos edifícios é um dos principais responsáveis pela baixa eficiência energética em países tropicais e outras regiões temperadas no verão (WU et al., 2017).

Os concretos de peso normal (2400 kg/m^3) apresentam condutividade térmica da ordem de 1,3 a 1,5 W/m.K, em contrapartida demonstra-se que é possível obter concretos com densidades entre 1421 a 1744 kg/m^3 com resistências entre 12 e 26 MPa e condutividade térmica da ordem de 0,338 a 0,510 W/m.K, utilizando agregados leves com densidades entre 0,89 a 1,50 (ALI et al., 2018).

O concreto autoadensável leve estrutural tem sido foco de diversas pesquisas, pois aliam a praticidade do concreto autoadensável que não necessita de vibração, reduz mão-de-obra operacional e minimiza ruídos, aliados ao menor peso específico do concreto leve que reduz a carga nas fundações e pode contribuir com o conforto térmico das edificações e ainda minimizar os efeitos da extração de areias dos rios, minimizando o assoreamento e a degradação. Entretanto o único agregado leve utilizado para produção de concretos estruturais é produzido apenas na região sudeste, dificultando a disseminação do uso desse tipo de concreto.

Neste sentido, o presente projeto visa avaliar a possibilidade do uso de agregado leve de perlita produzida na cidade de Campina Grande para produção de concreto autoadensável leve, esse agregado leve de Perlita no Brasil é utilizado na agricultura, mas algumas pesquisas internacionais (ELRAHMAN; CHUNG; STEPHAN, 2019; SENGUL et al., 2011; TOPÇU; IŞIKDAĞ, 2008) têm sido realizadas para a produção de concretos leves estruturais, portanto espera-se avaliar a viabilidade do uso do agregado de perlita regional para a produção de concretos estruturais e não estruturais fomentado assim os arranjos produtivos locais.

Justificativa

A busca pela sustentabilidade, eficiência energética, conforto térmico e acústico das edificações tem se tornado cada vez mais presente, através de publicações científicas, técnicas e normativas. No Brasil, a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) trata de procedimento de avaliação do desempenho de sistemas construtivos, apresentando níveis de desempenho estrutural, térmico e acústico de edificações habitacionais, tendo sido um marco importante para as construções habitacionais mais adequadas ao uso. No entanto, muitas vezes os requisitos mínimos de eficiência térmica e acústica e até estrutural não são atingidos.

A sustentabilidade na construção civil vem sendo cada vez mais pesquisada, pois o crescimento insustentável das grandes cidades tem levado a poluição ambiental, acarretando o esgotamento de recursos naturais como energia, água e recursos minerais. A grande e complexa cadeia produtiva da indústria da construção é responsável por consumir mais matérias-primas (cerca de 3000 Mt/ano) do que qualquer outra atividade econômica, o que pode resultar no esgotamento gradual da areia natural e rocha britada, justificando a pesquisa e o desenvolvimento de materiais de construção mais sustentáveis (PACHECO-TORGAL, 2017; TING et al., 2019). O concreto é o principal material estrutural das construções, com produção estimada em 26,8 bilhões de toneladas por ano, o que faz que tenha papel importante para a sustentabilidade das construções (SENARATNE et al., 2016).

Desta forma, o presente projeto visa contribuir no desenvolvimento de novas soluções em concretos sustentáveis leves para uso em paredes de concreto de habitações de edifícios e conjuntos habitacionais, utilizando materiais e tecnologias locais, promovendo o conhecimento de materiais inovadores permitindo em seguida a disseminação da solução com a indústria local. O projeto consiste em um método de pesquisa experimental, que visa estudar a influência de certas variáveis em condições controladas e conhecidas pelo

investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto e realizando o tratamento estatístico dessas experimentações.

Fundamentação teórica

Na última década tem se intensificado, no Brasil, o uso de soluções em paredes de concreto pré-moldadas e moldadas *in loco*, este sistema construtivo foi responsável por 52% das unidades construídas em 2015 (SANTOS, 2016), principalmente na construção de habitações para o programa minha casa minha vida, entretanto são relatadas diversas patologias nessas construções nos últimos anos em todas as regiões do país (MESOMO, 2018; OLIVEIRA, 2019). Estas patologias estão muitas vezes relacionadas ao desconhecimento do produto empregado, normalmente concretos autoadensáveis ou concretos muito fluidos aplicados de forma errada sem vibração. O emprego inadequado destes concretos gera fissurações e retrações excessivas, nichos de concretagem, baixa qualidade de acabamento, e resistência insuficiente, o que ocasionou descrença e críticas ao sistema construtivo.

Entretanto destaca-se que o sistema construtivo em paredes de concreto é utilizado em todo o mundo com sucesso devido à alta produtividade, as patologias descritas anteriormente podem ser evitadas com a adequada especificação de concretos autoadensáveis com consumo de cimento controlado, e que atendam as especificações de durabilidade previstas no ambiente em que estão inseridos.

Recentes estudos avaliaram concretos leves com agregados comerciais para o melhoramento do comportamento térmico e a eficiência energética das edificações (ASIM et al., 2020; REAL et al., 2016; USTAOGU et al., 2020; ZHOU; BROOKS, 2019), outros estudos analisaram o comportamento mecânico, redução de retração e comportamento térmico de concreto leves reforçados por fibras (BARNAT-HUNEK et al., 2018; GRABOIS; CORDEIRO; TOLEDO FILHO, 2016). Nestes estudos verificou-se o melhor comportamento térmico dos concretos, entretanto apenas o um trabalho utilizou perlita (BARNAT-HUNEK et al., 2018), o que demonstra o potencial do projeto quanto a inovação do ponto de vista nacional.

Objetivo geral

O presente projeto consiste em um método de pesquisa experimental que visa estudar a influência do uso da perlita em substituição ao agregado natural e assim observar as respostas em termos de propriedades físicas e mecânicas dos concretos.

Objetivos específicos:

Caracterizar os materiais precursores do concreto;

Realizar a dosagem dos concretos utilizando os critérios internacionais para obter as formulações;

Determinar e analisar o comportamento dos concretos no estado fresco;

Determinar e analisar as propriedades físicas dos concretos;

Determinar e analisar o comportamento mecânico dos concretos;

Metas

- 1 - Caracterização dos materiais precursores.
- 2 - Estudo da fase argamassa.
- 3 - Estudo da fase concreto autoadensável.
- 4 - Relatórios do projeto

Metodologia da execução do projeto

Materiais

Cimento Portland

Adições minerais: Metacaulim e filer calcário

Agregados naturais: Areia de rio, cascalho e brita

Agregados leves: Perlita. A perlita já foi cedida pela empresa BunTech tecnologia em insumos.
Aditivo químico para o CAA: Superplastificantes

Métodos e técnicas

Etapa 1: Caracterização dos materiais precursores.

Para caracterizar e avaliar as propriedades dos materiais precursores serão utilizados os métodos expostos na Tabela 1. Os equipamentos para os ensaios e análises descritos na Tabela 1 estão disponíveis no IFPB/campus-João Pessoa e reitoria/IFPB. A microscopia eletrônica de varredura será determinada na UFRN onde o proponente tem parceria e orienta uma aluna de mestrado que fará parte como voluntária nesse projeto. Serão determinadas as propriedades dos materiais de acordo com o descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Ensaios a serem realizados

	Propriedade	Método	Laboratório
Agregados, Cimento, adições e minerais	Distribuição granulométrica	Peneiramento	IFPB
	Massa específica (ME)	Chapman/balança hidrostática	IFPB
	Teor de Material pulverulento	Lavagem dos agregados	IFPB
	Absorção de água por imersão	Balança hidrostática	IFPB
	Área superficial	BET	IFPB

Etapa 2: Estudo da fase argamassa.

Para dosagens dos concretos autoadensáveis (CAA), determinação das propriedades físicas e mecânicas serão utilizados os equipamentos descritos na Tabela 2, esses equipamentos estão disponíveis no IFPB.

Será realizada a dosagem através do método da EFNARC e em seguida analisado as argamassas no estado fresco, uma vez que a argamassa comanda o comportamento reológico dos CAA, para após as análises dos resultados definir os traços ideais com a incorporação de perlita para desenvolvimento dos concretos autoadensáveis, esta etapa seguirá o fluxo apresentado na Figura 1.

Tabela 2. Ensaios a serem realizados para a caracterização das propriedades das argamassas, concretos autoadensáveis e protótipo

Propriedade	Ensaio	Laboratório
Autoadensabilidade de argamassas	Mini-cone, V-test e cone para argamassa	IFPB
Autoadensabilidade dos concretos	V-test, L-box, Anel J, Slump-flow, coluna de	IFPB

segregação

Densidade de massa e teor de ar incorporado	Moldes cilíndricos	IFPB
Porosidade aberta	Absorção de água por imersão	IFPB
Coefficiente de capilaridade	Absorção de água por capilaridade	IFPB
Resistência à compressão	Compressão estática	IFPB
Capacidade de absorver deformações	Módulo de elasticidade Estático	IFPB

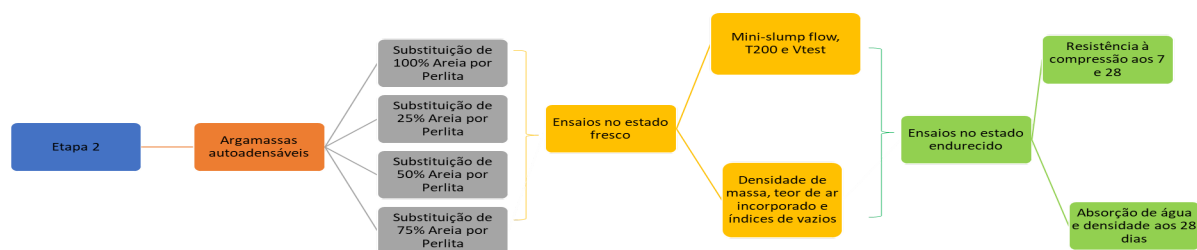


Figura 1. Fluxograma de ensaios da Etapa 2.

Etapa 3. Estudo da fase concreto autoadensável.

Para o desenvolvimento e análise de viabilidade do uso da Perlita como agregado para produzir CAA leves, será utilizado as composições analisadas na ETAPA 2, e que tenham diferentes densidades para avaliar a capacidade dessas composições em se adequar a concreto estrutural ou não estrutural, essa etapa seguirá o fluxo apresentado na Figura 2.

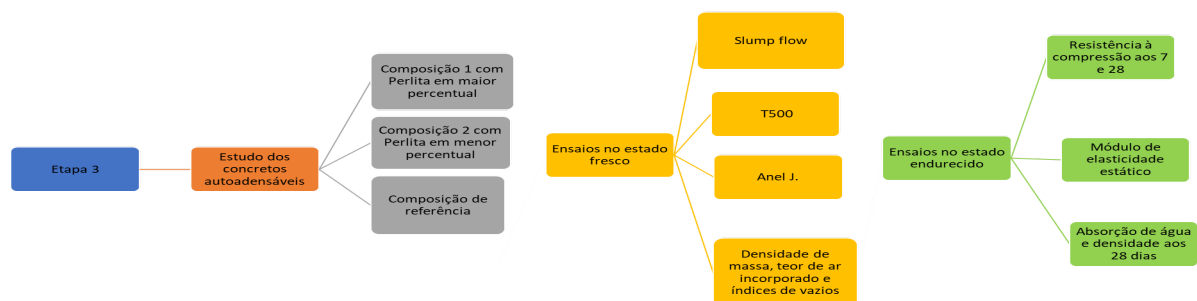


Figura 2. Fluxograma de ensaios da Etapa 3.

Caracterizar a Perlita expandida produzida na cidade de Campina Grande com o objetivo de uso para produção de concretos e argamassas
Desenvolver concretos leves com uso de Perlita
Produzir artigos científicos e relatórios para embasar o uso da Perlita expandida para produção de concretos.

Referências bibliográficas

- ALI, M. R. et al. Thermal-resistant lightweight concrete with polyethylene beads as coarse aggregates. **Construction and Building Materials**, v. 164, p. 739–749, 2018.
- ASIM, M. et al. Comparative experimental investigation of natural fibers reinforced light weight concrete as thermally efficient building materials. **Journal of Building Engineering**, v. 31, n. March, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 - Edificações Habitacionais — Desempenho**Rio de Janeiro, 2013.
- BARNAT-HUNEK, D. et al. The microstructure-mechanical properties of hybrid fibres-reinforced self-compacting lightweight concrete with perlite aggregate. **Materials**, v. 11, n. 7, 2018.
- ELRAHMAN, M. A.; CHUNG, S. Y.; STEPHAN, D. Effect of different expanded aggregates on the properties of lightweight concrete. **Magazine of Concrete Research**, 2019.
- GRABOIS, T. M.; CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D. Fresh and hardened-state properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with steel fibers. **Construction and Building Materials**, v. 104, p. 284–292, 2016.
- LI, Y. L. et al. Energy consumption and greenhouse gas emissions by buildings: A multi-scale perspective. **Building and Environment**, 2019.
- MESOMO, M. F. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UNIDADES HABITACIONAIS CONSTRUÍDAS COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO COM FÔRMAS METÁLICAS: ANÁLISE DAS FALHAS OBSERVADAS NA ETAPA DE EXECUÇÃO**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- OLIVEIRA, V. R. M. DE. **AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS APÓS EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EM CONCRETO EM EDIFÍCIOS DESTINADOS ÀS HABITAÇÕES POPULARES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2019.
- PACHECO-TORGAL, F. **High tech startup creation for energy efficient built environment****Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2017.
- REAL, S. et al. Contribution of structural lightweight aggregate concrete to the reduction of thermal bridging effect in buildings. **Construction and Building Materials**, v. 121, p. 460–470, 2016.
- SENARATNE, S. et al. The costs and benefits of combining recycled aggregate with steel fibres as a sustainable, structural material. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 2318–2327, 2016.
- SENGUL, O. et al. Effect of expanded perlite on the mechanical properties and thermal conductivity of lightweight concrete. **Energy and Buildings**, 2011.
- TING, T. Z. H. et al. Recent development and perspective of lightweight aggregates based self-compacting concrete. **Construction and Building Materials**, v. 201, p. 763–777, 2019.
- TOPÇU, I. B.; IŞIKDAĞ, B. Effect of expanded perlite aggregate on the properties of lightweight concrete. **Journal of Materials Processing Technology**, 2008.
- USTAOGLU, A. et al. Impact of a low thermal conductive lightweight concrete in building: Energy and fuel performance evaluation for different climate region. **Journal of Environmental Management**, v. 268, n. January, 2020.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Energy efficiency in buildings: transforming the market**Wbcd. [s.l.: s.n.].

WU, Y. et al. Using lightweight cement composite and photocatalytic coating to reduce cooling energy consumption of buildings. **Construction and Building Materials**, 2017.

ZHOU, H.; BROOKS, A. L. Thermal and mechanical properties of structural lightweight concrete containing lightweight aggregates and fly-ash cenospheres. **Construction and Building Materials**, v. 198, p. 512–526, 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	Caracterizar a Perlita e os agregados Ensaio de massa unitária, massa específica, granulometria	Obter Distribuição granulométrica, Massa específica (ME), Teor de Material pulverulento, Absorção de água por imersão		100	Previsto para 01/04/2021 Iniciado em 01/04/2021	Previsto para 30/04/2021 Concluído em 30/04/2021
1	2	Caracterizar o Cimento e as adições minerais Ensaio de massa específica, granulometria, FRX	Obter a Distribuição granulométrica, Área superficial, Massa específica (ME)		100	Previsto para 01/04/2021 Iniciado em 01/04/2021	Previsto para 30/04/2021 Concluído em 30/04/2021
2	1	Para dosagens dos concretos autoadensáveis (CAA) e determinação das propriedades físicas Dosagem realizada traços ideais definidos	Obter as composições a serem estudadas de acordo com os procedimentos de dosagem internacionais. Obter os dados de viscosidade, fluidez e densidades das composições estudadas e a influência do teor de Perlita nessas propriedades		100	Previsto para 01/05/2021 Iniciado em 01/05/2021	Previsto para 31/07/2021 Concluído em 31/07/2021
2	2	determinação das propriedades mecânicas Traços moldados porém não testados por não instalação da máquina de ensaios	Resultados de resistência à compressão, Porosidade aberta e densidade das argamassas no estado endurecido		100	Previsto para 01/05/2021 Iniciado em 01/05/2021	Previsto para 31/07/2021 Concluído em 31/07/2021
3	1	Estudo no estado fresco Atividade atendida	Obter dados de viscosidade, fluidez, índices de vazios e densidade dos concretos autoadensáveis		100	Previsto para 01/08/2021 Iniciado em 01/08/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021
4	1	Relatório parcial Relatório entregue	Produção e entrega do relatório parcial		100	Previsto para 01/08/2021 Iniciado em 01/08/2021	Previsto para 31/08/2021 Concluído em 31/08/2021
4	2	Relatório final e artigo científico Relatório entregue	Produção e entrega de relatório final e submissão de artigo científico		100	Previsto para 01/12/2021 Iniciado em 01/12/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021

7 - PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da despesa	Especificação	PROEX (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus proponente (R\$)	Total (R\$)
339018	Auxílio Financeiro a Estudantes	0	0	3600.00	3600.00
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	15600.00	15600.00

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	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	0	0	0
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	3000.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
449020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	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
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	Bolsas	mês	9	400.00	3600.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Obtenção de Material de consumo, Serviços de terceiros, Despesas acessórias, Passagens e diárias.	mês	1	6000.00	6000.00	Sim
TOTAL GERAL					9.600,00	