



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI - UFCA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO - PRPI

PROJETO GRUPO DE PESQUISA
INOVAÇÃO NA APLICAÇÃO DE FIBRAS NA ENGENHARIA CIVIL

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA / Campus Juazeiro do Norte

Juazeiro do Norte/CE
Fevereiro/2019

1. DADOS GERAIS

TÍTULO DO PROJETO
Inovação na aplicação de fibras na engenharia civil
ÁREA DE CONHECIMENTO
Engenharia Civil
SUB-ÁREA
Construção Civil
CURSO DE GRADUAÇÃO ESTIMULADO
Engenharia Civil Centro de Ciências e Tecnologia
INSTITUIÇÃO DE EXECUÇÃO DO PROJETO
Universidade Federal do Cariri – Campus Juazeiro do Norte/CE

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 PROBLEMA ABORDADO

– Materiais não convencionais (NOCMAT)

São vários os recursos naturais facilmente disponíveis para com o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias. Sua aplicação destina-se a combinar vantagens que podem satisfazer as expectativas da indústria da construção em diferentes áreas. Devem apresentar desempenho técnico compatível com aplicações pretendidas ao longo de sua vida útil esperada, viabilidade econômica, preservação ambiental e saúde e conforto do ambiente, (Ghavami, 2009).

Ghavami destaca uma busca intensa por materiais não agressivos ao meio ambiente, que não com baixa energia incorporada. Já há indústrias e pesquisadores que têm focado estudos em materiais não convencionais, como fibras vegetais, solo, resíduos da indústria, de mineração e agrícolas, pensando em aplicações na engenharia. Há pesquisas sobre novos tipos de compósitos, em matrizes cimentícias reforçadas com fibras vegetais, a fim de substituir o cimento de amianto, bastante perigoso a saúde humana. Na PUC-Rio e na UFPB já vários estudos foram feitos sobre os materiais não convencionais, como bambu em elementos estruturais, e também compósitos reforçados com fibras de bambu, fibras de coco, sisal, piassava, juta, bagaço de cana-de-açúcar, polpa de bambu, polpa de sisal, polpa de eucalipto, misturas com Terra crua e elementos fibra terra.

Os materiais industrializados, como cimento, aço e outros, ditos materiais convencionais, são aplicados em todo mundo, mesmo em países onde os materiais naturais são abundantes. Nas nações em desenvolvimento há uma grande debilidade quanto ao sistema educacional, que adota os modelos acadêmicos estabelecidos nos países industrializados e, portanto, desprezando assim iniciativas sistemáticas para uma educação que postula a compreensão das propriedades, características e potenciais da utilização dos materiais locais, usados na arquitetura tradicionais como também adaptados ao clima local. Portanto a falta de conhecimento sobre Materiais e Tecnologias Não-Convencionais, NOCMAT, resulta a Engenheiros e arquitetos pragmáticos, educados em universidades que utilizam materiais industrializados, que possuem um itinerário amplamente divulgado, direcionado ao público em geral, (Ghavami, 2009).

– Construção com terra

A população mundial habita cerca 13% de edificações construídas totalmente ou parcialmente em terra, constituída em maior parcela na configuração adobe, (FERNANDES;

TAVARES, 2016). Historicamente o adobe é um dos materiais de construção mais antigo, sua presença é conferida na maioria dos sítios arqueológicos e em edificações históricas no cenário mundial, sendo então, umas das técnicas mais universais em construção de terra. Foi o primeiro material utilizado pela civilização Pérsia, cerca de mil anos, juntamente com pedras e madeira. Com os avanços e aperfeiçoamento das técnicas de construção em terra, foram desenvolvidos compósitos em matriz de solo e reforçados com palha de trigo e pelos de animais, que tinha como função evitar a fissuração do solo. Mesmo sendo um material bastante antigo, não foram realizadas investigações suficientes para melhorar sua durabilidade para serem um material pragmático no mundo. Com problemas ambientais que ameaçam o futuro do planeta, o uso da terra na construção civil é retomado. No Brasil, a produção de telhas e tijolos de cerâmica vermelha consome gravemente a vegetação local, contribuindo assim, para desertificação e poluição do ar. A utilização de terra na construção civil, é uma medida eficiente e simples para amenizar as emissões de CO₂, tornando assim a construção amigável ao meio ambiente, isto é, uma alternativa sustentável e ecológica (TÔLEDO FILHO, *et al.* 1999, GHAVAMI, 2009).

Com os avanços tecnológicos, o tijolo de adobe vem sendo substituído por uma versão mais “moderna” denominado tijolos prensados de terra – tijolo ecológico, (BARBOSA, 2003). O solo é o principal material para materialização dos blocos de terra compactados - BTC, pode ser encontrado em diversas tipologias, porém a maioria não é adequada a construção em seu estado *in natura*. A produção de tijolos com resistência adequada é permitida pela mistura de estabilizantes (Cal, cimento etc.) ao solo. O material estabilizante melhora as propriedades mecânicas e físicas dos BTC, como resistência, absorção de água etc., (AZERÊDO *et al.*, 2016).

Com finalidade de baratear os BTC's, os estabilizantes de alto custo (cimento, cal etc.) são substituídas por estabilizantes físicos (fibras vegetais). As fibras vegetais aumentam a coesão entre as partículas de solo, conferindo assim, uma resistência mecânica. As fibras utilizadas em BTC são: palha seca, sisal, pelo de animais (vacas, cavalos, etc.), bambu, fibras de palmeiras, (OSULA, 1996 *apud* SILVA).

Para que os Blocos de terra compactados – BTC's – seja aceito no meio da construção civil, isto é, como material de construção do setor, deve ser investigado quanto: propriedades físicas, mecânicas, térmicas e durabilidade. Para sua consolidação na construção civil, deve-se produzir mais normas com critérios técnicos bem estabelecidos para a construção de alvenarias estruturais que utilizam adobe, BTC, bem como terra batida. Assim com desejo mundial por uma Terra mais

limpo, esse material pré-industrial deve ser testado para competir com materiais modernos, (Ghavami et.al 1998).

– **Compósitos de cimento reforçados com fibras vegetais**

O estudo de compósitos tem se destacado nos setores da indústria da construção civil, aeroespacial e automobilístico. As pesquisas nos últimos 30 anos têm se direcionados para área de compósitos fibrosos. A função das fibras no conjunto que compõe o compósito é, atuar como reforço, as matrizes são apresentadas em diversos tipos de materiais, como: metálicos, cerâmicos e cimentícios, polímeros naturais de origem vegetal e materiais sintéticos e não metálicos, como carbono, silício e boro. A primazia dos materiais compósitos, são suas propriedades quanto alto módulo de elasticidade, alta resistência e baixa densidade, isto é, baixa relação entre E / ρ e σ / ρ , onde E é o módulo de elasticidade, σ a resistência e ρ a densidade. Na indústria da construção civil, a utilização de materiais compósitos está associada à produção de elementos de baixo custo para habitação popular. Porém, algumas situações com aplicações de fibras de alto desempenho (Fibra de carbono, aramida etc.) resulta no aumento desnecessário do custo final do produto, inviabilizando assim sua aplicação em casos correntes. Para contorno dessa situação considera-se a substituição de fibras industriais por fibras naturais. As várias fibras naturais tradicionalmente empregadas em diversos setores (tecelagem, cordas etc.), apresentam potenciais para atuar como reforços em compósitos. Essas podem incluir também fibras de madeira, juta, sisal, coco, bambu e folhas de banana, (Tolêdo Filho, et. 2005).

Os países tropicais têm potencial enorme no que diz respeito à disponibilidade de fibras vegetais e geração de subprodutos de atividades comerciais agrícolas e industriais, (SAVASTANO JR., WARDEN e COUTTS, 2003). Segundo os autores, os países em desenvolvimento intensificaram estudos na aplicação de fibras vegetais como reforço em compósitos de cimento, motivado pela substituição de compósitos reforçados com fibras de amianto, bastante prejudicial à saúde humana. Segundo Savastano Jr., Agopyan e John (2006), o uso de fibras vegetais como reforço está associado ao seu baixo custo, disponibilidade, economia de energia e vantagens ambientais.

A relação amigável das fibras vegetais para com o meio ambiente, instigou várias industriais a substituir as fibras sintéticas convencionais. Com isso, as fibras não convencionais destacam-se como uma alternativa viável ao aço e a fibras poliméricas, já que estão na natureza e podem ser facilmente extraídas das plantas com custo relativamente baixo (CAMPELLO et al.,

2016). A adoção das fibras como reforço em diversas matrizes está associado à redução global das emissões de CO₂, como também a redução ciclo energético.

Existem vários fatores que intervêm no desempenho dos compósitos com fibras vegetais, por exemplo, a correlação entre o comportamento macro estrutural e a microestrutura do compósito, especialmente na zona de transição fibra-matriz. Para melhorar a adesão entre as duas faces do compósito, planeja-se otimizar tratamentos que melhorem a aderência. O desenvolvimento de matrizes geopoliméricas apresenta grande potencial a ser estudado.

– **Motivação da Pesquisa**

Motivada pela preocupação com os problemas em relação à crescente demanda de moradias pelas partes mais pobres da população mundial, com uma total ausência de recursos materiais para essas pessoas, pretende-se propor elementos construtivos de menor custo para elas. Usando materiais de construção industrializados convencionais que têm maior uso de energia para sua produção, ter uma casa com apenas as condições mínimas sob os requisitos de saúde é uma utopia para milhões de brasileiros e bilhões de pessoas ao redor do mundo. A importância da preservação ambiental através do uso de materiais obtidos com impacto ambiental e consumo de energia reduzidos deu uma forma definitiva a esta nova linha de pesquisa. Tendo como referência a criação de novas alternativas construtivas, independentes da enorme industrialização pesada, busca-se alcançar padrões de qualidade para materiais e tecnologias de construção não convencionais, que sejam compatíveis com os níveis de exigência atuais. E com a imagem de produtos duráveis e econômicos, promovendo a preservação ambiental.

2.2 OBJETIVOS E METAS A SEREM ALCANÇADOS

2.2.1 Geral

- Desenvolver produtos inovadores para a construção a partir de diferentes matrizes (Gesso, cimento Portland e/ou terra) reforçados com fibras vegetais da região do cariri cearense, e resíduos tais como sacos de cimento (Papel kraft) e garrafas pet.

2.2.2 Específicos

- Levantamento das diferentes fibras vegetais que existem na região do cariri cearense;
- Levantamento dos potenciais dessas fibras em materiais de construções;
- Desenvolvimento/melhoramento de equipamentos para beneficiamento dessas fibras;
- Otimização e compósitos com matrizes de gesso e fabricação de placas de proteção térmica;

- Otimização de compósitos em matrizes de terra para confecção de blocos de adobe, e de terra comprimida;
- Otimização de compósitos à base de cimento Portland reforçados com fibras;
- Otimização de compósitos de matrizes poliméricas reforçados com fibras;
- Aplicação dos diferentes compósitos em produtos para a construção civil, na forma de placas, blocos, telhas, e peças pré-moldadas;
- Avaliar o desempenho dos produtos desenvolvidos no trabalho de pesquisa.

As fibras utilizadas referenciadas para esse projeto serão:

- Fibras de coco (palmeira)
- Fibras de coco babaçu
- Polpa de cactos
- Fibra de Bambu
- Fibra de cactos diversos
- Fibras do talo da carnaúba
- Fibras das folhas da carnaúba
- Fibras de bananeira
- Fibras obtidas de garrafas pets
- Fibras obtidas do papel Kraft (Sacos de cimento)

2.3 METODOLOGIA EMPREGADA

2.3.1 Contextualização da metodologia

O projeto será desenvolvido na região do cariri corresponde a uma área de 16.350,40 km² localizado na região sul do Estado do Ceará, zona semiárida, tendo como limites ao sul, o estado de Pernambuco; a oeste, o estado do Piauí; a leste, o estado da Paraíba e ao norte, os municípios de Aiuaba, Saboeiro, Jucás, cariús, Cedro, Lavras da Mangabeira e Ipaumirim e a figura 1, a seguir, mostra a região que é constituída de 28 municípios.



Figura 01 – Região do Cariri/CE (Fonte: Adaptado de IPACE(2209) apud MDA(2010))

Conforme MDA (2010), a população da região de acordo com IBGA(2007) era de 891.578 habitantes sendo distribuído em 607.375 nas zonas urbanas e 284.203 nas zonas rurais de seus municípios.

2.3.2 Procedimentos metodológicos

As ações que serão desenvolvidas no projetos são:

- Levantamento das fibras na região e dos eu potencial: será feito através de revisão de literatura e pesquisas no mercado da região;
- Desenvolvimento de equipamentos para o beneficiamento das fibras: embora já existam alguns no mercado, poderá ser necessárias adaptações que serão feitas junto a oficinas metalúrgicas locais;
- A caracterização dos materiais: será feita através de ensaios necessários. Esses ensaios poderão serem realizados nos laboratórios da UFCA ou em laboratórios de outras instituições parceiras do projeto.
- A otimização dos compósitos das diferentes matrizes com os diversos tipos de fibras: será feito através de planejamento experimental e setorial, considerando aspectos importantes tais como comprimento, espessura e natureza das fibras, e a relação entre a matriz e o teor de fibras. As respostas iniciais dos estudos poderão ser a resistência à compressão, no entanto outras variáveis serão inseridas a partir de buscas na literatura.
- Avaliações dos compósitos em produtos para a construção civil: será feita a partir de confecção de formas e moldagens em placas, ladrilhos, blocos, telhas e pré-moldados.
- A avaliação de desempenho será realizado através de ensaios de:
 - Resistência à compressão
 - Módulo de elasticidade
 - Resistência à tração por flexão e compressão diametral
 - Condutividade térmica
 - Absorção de água por imersão
 - Velocidade de propagação de onda ultrassônica
 - Microscopia eletrônica de varredura
 - Permeabilidade
 - Frequência ressonante
 - Outros ensaios podem ser realizados de acordo com os preconizados pela norma de desempenho na construção civil (ABNT NBR 15575 – 2013), ou outras normas que tratem de assuntos referentes a artefatos da construção civil. O uso desses procedimentos deverá ser uma devida fundamentação teórica para sua justificativa.

2.3.3 Materiais utilizados

2.3.3.1 Blocos de terra compactados

- a) Cimento Portland CP II;
- b) Fibras vegetais;
- c) Fibras de resíduos com uso de materiais poliméricos (PET)
- d) Água;
- e) Solo da Região do Cariri Cearense

2.3.4 Caracterizações dos materiais de partida

2.3.4.1 Cimento Portland

Cimento a ser utilizado na pesquisa será o cimento Portland CP II Z 32. A caracterização química, física, mecânica e a resistência à compressão são fornecidas pelo fabricante. A massa específica e massa unitária será obtida através de ensaios realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil da UFERSA, conforme a NBR 9776 (ABNT, 1987) e NBR 7251 (ABNT, 1982), respectivamente.

2.3.4.2 Solo natural

Para o solo natural será utilizada solo da região do Cariri cearense. O solo será caracterizado quanto à granulometria, Limite de liquidez, Limite de plasticidade conforme o prescrito pela NBR-7181 (ABNT, 1984), NBR-6459 (ABNT, 1984) e NBR-7180 (ABNT, 1984); massa específica, segundo a NBR 9776 (ABNT, 1987) e massa unitária, conforme o estabelecido pela NBR 7251 (ABNT, 1982).

2.3.4.3 Fibras vegetais

As fibras serão da região do Cariri Cearense, a composição química de forma quantitativa, feita por técnicas gravimétricas por via úmida, fluorescência de raios X, ICP, uma vez que a presença de teores na faixa do ppb pode ser um fator de preocupação para algumas substâncias.

As características micro estruturais (arranjo atômico, fases cristalinas, teor de vidro, teor e natureza dos voláteis, etc.), feita por técnicas como difração de raios X, termo gravimetria, calorimetria de varredura, microscopia eletrônica de varredura, incluindo microanálises químicas.

As características físicas como massa específica real, granulometria, absorção de líquidos, eventualmente das características mecânicas, além da caracterização ambiental, também serão feitas conforme normas específicas.

2.3.4.4 Agregados – brita e areia natural

Para o agregado miúdo será utilizada a areia da região. Os agregados serão caracterizados quanto à granulometria, conforme o prescrito pela NBR 7217 (ABNT, 1987) e NBR 7211 (ABNT, 1983); massa específica, segundo a NBR 9776 (ABNT, 1987) e massa unitária, conforme o estabelecido pela NBR 7251 (ABNT, 1982).

2.3.5 Ensaios

BLOCOS DE TERRA COMPACTADOS	
Ensaios	Normas
Ensaio de resistência a compressão	NBR 8492
Ensaio de resistência a tração indireta	ASTM C 1006
Ensaio de absorção de água por imersão	NBR 8492
Ensaio condutibilidade térmica	ISO/FDIS 10456:2007
Ensaio velocidade de propagação de ultrassons	NP EN 12504-4:2007
Ensaio de resistência à compressão da alvenaria	NTE E0.80:2000
Ensaio de resistência à compressão diagonal da alvenaria	NTE E0.80:2000
Ensaio de microscopia eletrônica de varredura.	**
CONCRETO SIMPLES	
Ensaios	Normas
Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos	NBR 5739:1994
Ensaio de resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos	NBR 7222:1994
Determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão deformação	NBR 8522:1984
BLOCOS DE TERRA COMPACTADOS (Continuação)	
Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone	NBR NM 67:1998
Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica	NBR 9778:1987
Ensaio velocidade de propagação de ultrassons	NP EN 12504-4:2007
Ensaio de microscopia eletrônica de varredura.	**
ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO E ASSENTAMENTO	
Ensaios	Normas
Ensaio de resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos	NBR 7222:1994
Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica	NBR 9778:1987
Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão	NBR 13279:2005
Preparo da mistura e determinação do índice de consistência	NBR 13276:2002
Ensaio condutibilidade térmica	ISO/FDIS 10456:2007

TELHAS DE FIBRA CIMENTO	
Ensaio	Normas
Ensaio condutibilidade térmica	ISO/FDIS 10456:2007
Verificação da impermeabilidade	NBR 5642:1993
Determinação da resistência à flexão	NBR 6468:1993
Determinação da absorção de água	NBR 6470:1993

3. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS OU TECNOLÓGICAS DA PROPOSTA

As potenciais contribuições econômicas e sociais do trabalho incluem o seguinte: a) Desenvolvimento de materiais não convencionais e tecnologia direcionada principalmente para o setor de construção civil, utilizando recursos naturais, uso de abundantes materiais renováveis, como fibras vegetais (Fibras obtidas do papel Kraft (Sacos de cimento), Fibras de coco, Polpa de cactos, Fibras do talo da carnaúba, Fibras das folhas da carnaúba, Fibras da folha da bananeira, Fibras obtidas de garrafas pets,); b) Soluções regionais, de acordo com a proximidade das fontes locais de matéria prima; c) Redução da produção de resíduos com a consequente conservação do meio ambiente; d) Substituição de materiais, que tenham sido declarados perigosos para a saúde humana (cimento amianto); e) Implantação de processos de produção, menos agressivos ao meio ambiente, através da economia de recursos naturais, bem como através da redução dos índices de emissão de poluição e consumo energético. Todos esses materiais recém-desenvolvidos devem ser usados, aplicando os conceitos da arquitetura bioclimática considerando o clima local, a fim de reduzir o uso de energia fabricada pelo homem.

4. ORÇAMENTO DETALHADO

Custeio					
N	ITEM	QTDE	UNIT	TOTAL (R\$)	OBSERVAÇÕES
1	Material de construção	**	**	R\$ 4.000,00	Material de consumo
2	Pessoa física (elaboração de formas, serviços gerais, etc)	**	**	R\$4.000,00	Serviços de terceiros pessoa física
4	Passagem aérea (apresentação de trabalhos em congresso nacional)	6	R\$1.400,00	R\$ 8.400,00	Passagem aérea nacional
5	Diárias	12	R\$250,00	R\$3.000,00	Diárias nacionais
6	Bolsa de Iniciação Científica	6	7.200,00	R\$ 43.200,00	Valor mensal: R\$ 600,00, 2 por ano
SUB TOTAL (R\$)				R\$ 62.600,00	

Equipamentos e material permanente					
N	ITEM	QTDE	UNIT	TOTAL (R\$)	OBSERVAÇÕES
1	Triturador de Resíduos TR200 Monofásico 1.5CV 220V	1	R\$ 1.361,70	R\$ 1.361,70	Equipamento
2	Prensa hidráulica - ECO BRAVA 125 X 250MM 3CV TRIF 380V 60HZ	1	R\$ 3.625,00	R\$ 3.625,00	Equipamento
3	Liquidificador industrial Basculante 25L	1	R\$ 1.633,05	R\$ 1.633,05	Equipamento
4	Picador Moedor E Triturador Forrageiro Gtm-1001sb	1	R\$ 1.144,22	R\$1.144,22	Equipamento
5	Serra de fita	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	Equipamento
6	Ferramentas diversas	**	**	R\$4.000,00	Material permanente
SUB-TOTAL (R\$)				R\$ 14.763,97	
TOTAL				R\$29.963.97	

5. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O CRONOGRAMA SE ESTENDE POR TRÊS ANOS DIVIDIDOS EM TRIMESTRES, TOTALIZANDO 12 TRIMESTRES, OU SEJA 36 MESES.

PRIMEIRO ANO	TRIMESTRES											
ATIVIDADE	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Revisão da Literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Seleção dos Materiais			x	x	x	x	x	x				
Caracterização dos Materiais de Partida				x	x	x	x	x	x			
Formulação dos Traços das Misturas				x	x	x	x	x	x	x		
Preparo das Misturas				x	x	x	x	x	x	x		
Fabricação dos materiais					x	x	x	x	x	x		
Ensaio laboratoriais						x	x	x	x	x	x	
Elaboração do Relatório Final										x	x	x
Publicação de Artigo Científico					x	x	x	x	x	x	x	x

6. INDICAÇÃO DE COLABORAÇÕES OU PARCERIAS JÁ ESTABELECIDAS COM OUTROS CENTROS DE PESQUISA NA ÁREA

- UFPB – LABEME
- UFC – LABPIM
- UFRSA – LABMAT

7. PLANO DE TRABALHO DO(S) BOLSISTA(S)

7.1 Revisão da Literatura

Neste período que corresponde ao primeiro trimestre da pesquisa é esperado do aluno, através de encontros quinzenais, a construção de um texto onde ocorra a revisão da literatura dos modelos teóricos existentes bem como dos trabalhos empíricos sobre o tema.

7.2 Seleção dos Materiais

Após a revisão da literatura, o bolsista estará apto a começar a desenvolver os estudos de laboratório, utilizando os seguintes materiais para a formulação dos materiais de construção:

- a) Cimento Portland CP II;
- b) Fibras vegetais;
- c) Fibras de resíduos com uso de materiais poliméricos (PET)
- d) Solo da Região do semiárido do Rio Grande do Norte;
- e) Agregado graúdo;
- f) Aditivo plastificante;
- g) Areia de Rio da Região do semiárido do Rio Grande do Norte;
- h) Cal hidratada CH I.

7.3 Caracterização dos Materiais de Partida

Nessa etapa, o bolsista caracterizará todos os materiais envolvidos na pesquisa, como também determinará a densidades dos Aditivos líquidos por densímetros graduados e sólidos com frasco de Le Chatelier pela norma NM 23-2000.

7.4 Definição e formulação do traço das misturas

Após a caracterização dos materiais de partida, o bolsista já tem dados para iniciar a definição do traço (em peso) das misturas que serão utilizadas para fabricação dos materiais de construção.

7.5 Preparo das misturas

Após a definição dos traços utilizados nas misturas, o bolsista irá iniciar, em laboratório, a fabricação dos corpos de prova.

7.6 Fabricação dos Materiais de construção

Após a definição das melhores proporções das misturas, o bolsista irá iniciar, em laboratório, a fabricação dos materiais.

7.7 Ensaio para determinar as propriedades dos Materiais de construção

Com o fim da etapa de fabricação dos materiais, o bolsista irá iniciar, em laboratório, a execução dos ensaios para determinar as propriedades mecânica, física, química e térmica dos materiais.

7.8 Elaboração do Relatório Final e Publicação de Artigos

No final de cada ano do projeto, o bolsista terá que fazer um relatório do que foi executado no projeto, assim como, entregar no mínimo quatro artigos a serem publicados em periódicos, anais de congresso científico e outros eventos de mesma natureza.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza de existência de diversos tipos de fibras, naturais ou não, na região do Cariri onde se insere a UFCA, tem pouca exploração em pesquisas junto à comunidade da construção. O desenvolvimento de pesquisas neste setor produtivo pode incrementar algumas cadeias de atividades sejam em comunidades que exploram componentes que tem fibras não pesquisadas, ou em setores que descartam resíduos que não tem agregação de valor no mercado. Acredita-se que esse projeto pode contribuir para saídas sustentáveis e economicamente viáveis para o surgimento de inovações em inserção de fibras diversas em matrizes diversas como está definido em seus objetivos. Uma característica desse projeto está na busca de parceria contínua, seja entre instituições públicas ou setor privado, para garantir sua implementação quanto aos custos necessários, divulgação de suas finalidades, objetivos, e incentivo de bolsas aos estudantes. Assim, pode-se ter uma melhoria contínua em sua gestão e sustentabilidade de todo sistema de pesquisa junto aos agentes envolvidos, e inserção mercadológica dos produtos envolvendo as comunidades extrativistas de obtenção das fibras naturais que se inserem nas suas cadeias produtivas.

REFERÊNCIAS

- AZERÊDO, Aline Figueirêdo Nóbrega de et al. Propriedades físicas, mineralógicas da argila usada nas olarias próximas ao município de Princesa Isabel - PB para produção de adobe. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS, 2., 2016, João Pessoa. **Anais...**. João Pessoa: Universidade do Minho, 2016. p. 1 - 15.
- TOLÊDO FILHO, Romildo Dias et al. THE USE OF SISAL FIBRE AS REINFORCEMENT IN CEMENT BASED COMPOSITES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p.1-12, 1999.
- GHAVAMI, Khosrow. NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES: APPLICATIONS AND FUTURE TENDENCIES. In: 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES, 11., 2009, Bath. **Proceedings...**. Bath: Uk, 2009. p. 1 - 8.
- FERNANDES, Maria; TAVARES, Alice - O adobe. Lisboa: Argumentum, 2016. 111 p. ISBN 978-972-8479-95-4
- BARBOSA, Normando Perazzo. **Transferência e aperfeiçoamento da tecnologia construtiva com tijolos prensados de terra crua em comunidades carentes**. Porto Alegre: Coletânea Habitare, 2003. 2 v. Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional.
- SILVA, Miguel Francisco Costa Granja da. **Blocos de terra compactada com e sem materiais cimentícios**. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Técnico Lisboa, Lisboa, 2015.
- GHAVAMI,K.,TOLÊDO FILHO, R.D. & BARBOSA, N.P.,1998.Behaviour of Composite Soil Reinforced with Natural Fibres. *Cement and Concrete Composites* 21 39-48.
- SAVASTANO JR., H; WARDEN, P.g; COUTTS, R.s.p. Potential of alternative fibre cements as building materials for developing areas. **Cement And Concrete Composites**, [s.l.], v. 25, n. 6, p.585-592, ago. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0958-9465\(02\)00071-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0958-9465(02)00071-9).
- SAVASTANO JR., Holmer; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M.. **Tecnologia para o desenvolvimento de telhas de fibrocimento – CIM-CEL**. Porto Alegre: Habitare, 2006. 6 v.
- TOLEDO FILHO, R. D. ; GHAVAMI, K. ; ENGLAND, G. ; SANJUAN, M. 2005. Free, Restrained and Drying Shrinkage of Cement Mortar Composites Reinforced with Vegetable Fibres. *Cement & Concrete Composites*, 27, (5), p. 537-546.