

1 – Introdução

Os modos de vida do homem em relação ao habitat em que vive e a quantidade de objetos produzidos e descartados por ele atualmente, demonstra claramente que na maioria das vezes, existe pouca ou nenhuma preocupação com o ciclo de vida destes objetos e com o aproveitamento da água que usa, constituindo-se dessa maneira uma verdadeira agressão ao meio ambiente.

Pensando deste modo, a presente pesquisa pretende minimizar os problemas relacionados com o uso de materiais poluentes do meio ambiente e em especial da água – tal como armazenamento inadequado – por meio do desenvolvimento de um reservatório d'água, construído com materiais naturais locais que exigem pouco beneficiamento e pouco consumo de energia.

Como pesquisador, preocupo-me em chamar a atenção para o uso de materiais encontrados na natureza como alternativa aos materiais existentes, quase todos industrializados. A pesquisa se desenvolve com breve introdução sobre o descarte sem controle de materiais na natureza e se desenvolve com a identificação dos materiais naturais disponíveis a serem utilizados nos ensaios e experimentos, além do trabalho de campo realizado em comunidades rurais urbanizadas¹ e da convivência com estes grupos, abordando a interdisciplinaridade com outros campos do saber.

A abordagem do uso de materiais naturais segue metodologia teórica e prática que fundamenta a pesquisa, abrindo campo para o entendimento das relações do homem com o ambiente em que vive e com os recursos transformados por ele para a sua subsistência. A pesquisa aborda ainda técnicas construtivas e ensaios realizados para a obtenção de novos compósitos possibilitando a criação de alternativas de aplicação em vedações e revestimentos e em objetos de uso cotidiano.

Desde os primórdios o homem convive com a necessidade da utilização de materiais para a sua sobrevivência, seja do ponto de vista alimentar, da moradia ou de suas vestimentas.

1 – Comunidades rurais que ao longo do tempo sofreram grande influência da urbanização, mas que ainda mantém algumas tradições, tais como o uso de recursos regionais para a construção de casas e objetos de uso cotidiano.

Desde o seu surgimento atende suas necessidades utilizando materiais tais como a pedra, o barro, o couro, a madeira das árvores, a fibra das plantas, etc. Com a pedra o homem fez o martelo e os primeiros instrumentos de caça, bem como a sua casa nas cavernas. Com o couro fez suas vestimentas, com a madeira fez carvão, móveis e também construções e com as fibras fez também, vestimentas e objetos. Com o aproveitamento destes materiais encontrados livres na natureza, o homem construiu suas moradias em forma de abrigos nos mais diferentes lugares do planeta e nas mais diferentes tipologias, de acordo com a geografia, o clima e as culturas locais. Aproveitando o barro o homem aprendeu a fazer artefatos para armazenar água e guardar grãos e também construções.

Nos dias de hoje vemos alguma preocupação do homem pela busca por alternativas, que possibilitem a substituição dos materiais produzidos pela indústria, por materiais mais econômicos, salubres e ecologicamente mais adequados a determinados espaços. As indústrias do aço e do plástico mobilizam vultuosas quantias financeiras, gastam incalculáveis quantidades de energia e água e requerem centralização dos processos. Por conta disso, entre outros impactos, várias atividades são suprimidas em cidades e em áreas rurais ou mesmo em cidades de pequeno porte e materiais não renováveis são irreversivelmente desperdiçados, causando permanente poluição.

A catástrofe natural ocorrida no Japão, no dia 11 de março de 2011, chamou mais uma vez a atenção do mundo pela quantidade de dejetos que se amontoavam, após o tsunami que devastou o país. Nas imensas montanhas de lixo que se formou após a catástrofe, grande parte do mesmo era de materiais industrializados, tais como: equipamentos eletrônicos, plásticos de todo tipo, ferro retorcido de automóveis, ônibus, caminhões, barcos, navios e até aviões, todos feitos com materiais que levam centenas, quem sabe milhares de anos para se decompor na natureza, terminando na maior parte das vezes em locais inapropriados. A quantidade de lixo amontoadada foi tão grande que, em levantamento feito pelos japoneses, revela o equivalente a cem anos de acúmulo. Sem ter para onde escoar e junto com a força das águas do tsunami, essa montanha de lixo arrasou tudo o que encontrou pela frente, ceifando milhares de vidas. Por conta do consumismo excessivo, que gera descarte infundável de lixo sem o devido controle, problemas dessa natureza continuarão trazendo problemas para o homem. Esse mesmo lixo é responsável pela poluição ambiental e pela

contaminação do solo e do elemento mais importante para o homem: a água. Diante desta situação a presente pesquisa pretende minimizar a agressão ao meio ambiente preconizando o uso de materiais naturais que ao serem descartados não serão tão agressivos a natureza, levando menos tempo para se decompor.

1.1 - Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é minimizar o impacto ambiental, através do uso de materiais naturais, aproveitando-os na construção de objetos, identificando outras possibilidades de uso dos mesmos dentro e fora do LILD, além do aproveitamento destes materiais em vedações e revestimentos.

1.2 - Objetivos específicos

Desenvolver e construir um reservatório d'água com materiais naturais, que atenda inicialmente as necessidades do LILD e posteriormente a de comunidades carentes, utilizando materiais encontrados na natureza tais como barro, fibras vegetais e bambu, aliada à técnica do “fibrobarro”, conjugada a resina de mamona, que possui baixo impacto ambiental em substituição a resina poliéster, possibilitando a minimização dos problemas de energia.

A pesquisa identifica também a possibilidade de aplicação da técnica na construção de um reservatório de água para as novas dependências do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente da PUC/Rio – NIMA e para a Comunidade do Anil, em Jacarepaguá, além de identificar possibilidades e meios para a construção de cisternas, orientando pessoas interessadas na técnica, que disponham de poucos recursos econômicos, aproveitando os recursos naturais dos locais onde vivem.

A pesquisa possibilitará a criação de alternativas de uso de materiais disponíveis encontrados na natureza para a construção de um reservatório d'água, preocupando-se em identificar em que medida o reservatório construído poderá trazer benefícios, quando comparado aos reservatórios produzidos atualmente, possibilitando a redução do impacto ambiental. Além disso, a pesquisa, com o desenvolvimento de experimentos e ensaios, possibilitou a criação de alternativas, identificando alguns métodos construtivos, que revelam ao longo dos mesmos,

modos e fazeres esquecidos, bem como revelando novos materiais compósitos e seus custos que quando comparados aos atuais custos dos reservatórios produzidos industrialmente com materiais sintéticos, possibilitem criar alternativas mais acessíveis à população de baixa renda.

1.3 – Metodologia de pesquisa

A metodologia aplicada foi adaptada ao tipo de pesquisa, de acordo com as atividades desenvolvidas na comunidade escolhida, do momento vivido e dos recursos utilizados por ela. Este aspecto é importante para a compreensão das relações da comunidade com o ambiente em que vive e da influência dessas relações no trabalho diário, bem como das técnicas utilizadas para a construção dos objetos ao longo de sua história, procurando conhecer mais a fundo os modos e fazeres, além dos materiais encontrados na região onde foram realizados os trabalhos de campo.

No que se refere à prática, a pesquisa é de cunho experimental e foi conduzida segundo metodologia utilizada no LILD, para desenvolvimento de projetos que têm na elaboração de experimentos o seu fio condutor. Realizou-se breve pesquisa bibliográfica e documental para a identificação de alguns materiais e compósitos que pudessem ser utilizados, enfocando as características de cada um deles. Desse modo foi possível a construção de alguns objetos de uso comunitário, utilizando a técnica do “Fibrobarro”, desenvolvida pelo LILD, e em especial os modelos dos reservatórios construídos ao longo da pesquisa.

Através da técnica citada, foi possível construir alguns modelos reduzidos, pela qual se observou o uso alternado das fibras na mistura com o barro, nos experimentos realizados. O processo adotado para a construção dos modelos dos reservatórios variou, conforme foram sendo realizados os experimentos, ensaios e testes.

A parceria entre o LILD – Laboratório de Investigação em Livre Desenho do departamento de Artes de Design da PUC/Rio e o NIMA – Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente fez surgir algumas possibilidades de construção de reservatórios, construídos de formas não tradicionais, utilizando-se materiais não convencionais. A instalação desses reservatórios nas novas

dependências construídas pelo NIMA dependerá da escolha do local, ainda não definido, decidindo-se apenas que os mesmos devem ser de fácil manuseio e transporte.

1.4 – A pesquisa como incentivo a conscientização ambiental e à diminuição da degradação dos recursos hídricos.

Como foi dito anteriormente, a pesquisa tem como objetivo geral, minimizar o impacto ambiental causado pelo homem, através da utilização de algumas fibras naturais e da combinação entre elas, visando o seu aproveitamento em construções e vedações arquitetônicas, e como objetivo específico a construção de um reservatório d'água.

Através das atividades convivenciais e dos experimentos e ensaios laboratoriais realizados pelo LILD, foram levados em consideração os recursos locais para o desenvolvimento da pesquisa. O barro e as fibras, por serem mais facilmente encontrados foram utilizados nessas atividades, conforme a necessidade demandada, sem gastos de energia.

À técnica de combinação do barro com fibras deu-se o nome de “Fibrobarro”, aplicada em estudos e pesquisas no Laboratório de Investigação em Livre Desenho da PUC-Rio (LILD/DAD)². Ao longo da pesquisa foram revistos alguns experimentos desenvolvidos anteriormente no LILD, tais como a Curva Parabolóide do doutorando Daniel Malaguti, o Minhocário desenvolvido pela equipe de pesquisadores do LILD na Comunidade do Anil, e o Túnel que foi exposto na Exposição de Estruturas de Bambu e Materiais Não-Convencionais e Tecnologias Sustentáveis, resultado da parceria entre os laboratórios: Laboratório de Estruturas de Engenharia Civil – GMTENC / PUC-Rio, Laboratório de Investigação em Livre Desenho – LILD / PUC/Rio e o Laboratório de Sistemas Estruturais - LASE/UFMG.

2 - LILD – DAD/PUC – Laboratório de Investigação em Livre Desenho do Departamento de Artes e Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

1.5 - Técnicas construtivas com barro

A pesquisa verifica possibilidades de aproveitamento do bambu conjugado com a técnica do “Fibrobarro” e de fibras naturais, na construção de objetos de uso comunitário, mais especificamente a construção de um reservatório de água na tentativa de redução de efluentes e do impacto ambiental provocado pelo homem.

1.5.1 – “Fibrobarro” Armado: Técnicas Convivenciais

O “fibrobarro” armado com bambu encontra-se no LILD em estado de aperfeiçoamento técnico. Tanto no laboratório como em espaços fora da Universidade, estão sendo feitos experimentos de aplicação deste material, que se encontra em aperfeiçoamento.

O material é apropriado para ser feito com técnicas artesanais. Mão de obra e gestuais adequados são treinados em vivências e em atividades convivenciais. (Ver Convivencialidade)

1.5.2 – “Fibrobarro” Armado como Casca Estrutural

O material como o nome sugere é argamassa, feita com mistura de fibras vegetais e terra. Reforçado com elementos delgados de bambu, são materiais que vem sendo utilizados para a construção, desde a antiguidade até hoje. Entretanto é a possibilidade de se fazer uma casca estrutural, dada as suas características, que determina a originalidade do material apresentado.

A combinação dos ingredientes, como eles se relacionam nas geometrias que o descrevem, tanto na argamassa em sua micro-estrutura, quanto nas ossaturas de reforço feita de elementos delgados e treliçados de bambu, diferem dos materiais anteriores, já existentes, constituídos também de terra, fibras vegetais e bambu.

As fibras entram em quantidades na argamassa de barro, até a sua saturação. A argamassa assim assume forma de mantas com espessuras finas de casca de alguns milímetros, bem menores que as espessuras em cm das

construções antigas, feitas de terra como as que utilizam técnica de “sopapo”.

O desenvolvimento do modelo inicial ou Modelo Estrutural de Bambu 1, abordado no tópico 4.4, tem o bambu como principal componente estrutural, combinado com a técnica do “fibrobarro” e também com a técnica do revestimento com Poliuretano Vegetal. O aprimoramento dessa técnica aumenta a possibilidade de inserção dessa tecnologia não convencional em substituição às tecnologias já existentes.

Além desses objetos de uso comunitário, a utilização dessa técnica aumenta a possibilidade de desenvolvimento de cisternas domiciliares, diminuindo os custos para a sua produção, em comparação às cisternas produzidas atualmente, podendo também ser mais acessíveis à população de baixa renda. Além disso, ela poderá trazer também, benefícios disponibilizando mais água para consumo humano, principalmente nos meses mais secos, levando em consideração que estamos na região sudeste, onde a oferta de água é maior e maior também o desperdício.

Outras técnicas para construção de cisternas também são bastante utilizadas, como é o caso da região do semi-árido, que fabrica cisternas visando minimizar o problema de escassez de chuvas. Os modelos atuais de caixa d’água são fabricados utilizando polímeros ou ferro cimento, materiais altamente poluentes e que consomem grande energia no processo de produção.

1.5.3 - Características Mecânicas do Material

A terra isoladamente não tem capacidade para resistir à tração, enquanto que com um certo teor de areia, resiste bem à compressão. No “fibrobarro” a resistência à tração, que previne as fissuras de superfície, é assegurada pela grande incidência de fibras na mistura. Porém, a resistência à flexão é baixa se considerarmos os vãos que usualmente se encontram para cobrir casas ou as resistências necessárias para fabricar cisternas a partir de um certo volume. No entanto, a combinação de “fibrobarro” com uma estrutura treliçada de colmos de bambu, especialmente feita para esta técnica, constitui um conjunto que denominamos “fibrobarro” armado. Este conjunto possui índice de alongamento e resistência ao fissuramento, suficientes para substituir outras técnicas como, por

exemplo, o concreto armado, em construções de pequeno porte.

Modelos de laboratório vêm sendo feitos, cuja observação dos seus resultados, permite estas afirmações. Oportunamente testes mecânicos serão feitos para avaliação dos limites de resistência do material.

Quanto à resistência do material ao tempo, conforme observações em construções antigas, o material, devidamente protegido na sua superfície deteriora pouco: não havendo na realidade ruptura, mas sim deformação da malha da estrutura fibrosa. A ruptura do “fibrobarro” é apenas parcial e os pedaços, permanecem suficientemente coesos para impedir a penetração de líquidos.

1.5.4 - Relação Armadura/Argamassa

As propriedades mecânicas do material provem de armadura subdividida e densa, feita de colmos de bambu amarrados. Esta estrutura é composta por uma malha reticulada triangulada ou quadrada, feitas com lâminas de bambu, apoiadas e amarradas a uma estrutura principal que descrevem determinadas geometrias pré-concebidas. Esta armadura trabalha em estreita colaboração com a argamassa de “fibrobarro”, que a envolve. É na vizinhança imediata da armadura, que a argamassa de “fibrobarro” adquire as características mecânicas para esta colaboração, vedando e solidarizando a armadura.

A argamassa perde suas propriedades de colaboração a partir de uma certa distância da armadura. Passado este ponto a armadura sofre fratura, o que constitui o principal perigo que envolve o processo. Um ponto observado é sobre a importância do dimensionamento da retícula da malha que recebe a armadura. A retícula deve estar relacionada com o comprimento médio das fibras da argamassa, de maneira que estas não obstruam a passagem da mesma. Os comprimentos das fibras variam de 0,5 cm a 3 cm. Elas hora transpassam, hora atravessam o barro, dando continuidade ao tecido da argamassa, de maneira a garantir a coesão da armadura com a argamassa.

Para que o casamento da argamassa de “fibrobarro” com a armadura seja satisfatório, isto é, para que cada uma das partes desempenhe suas possibilidades e entrem em interação, é necessário que a concentração da malha de bambu seja

máxima e bem distribuída. Resultados até agora obtidos no laboratório mostram que a cobertura de argamassa seja apenas suficientemente delgada, para cobrir as camadas compactas da malha amarrada na ossatura principal; é o que podemos chamar de proporção “natural” do material.

1.5.5 – Considerações Gerais

O “fibrobarro” armado pode ser usado em estruturas muito delgadas, como as cascas, e neste caso suas propriedades melhoram, quanto mais fina for a espessura da casca. Além das propriedades do “fibrobarro” anteriormente citadas em outros trabalhos, o seu derivado armado pode descrever diferentes geometrias, sem o auxílio de fôrmas ou moldes. A ossatura da armação principal descreve a forma requerida e a argamassa de “fibrobarro” cobre e protege esta armação.

Os limites precisos para as construções com “fibrobarro armado”, deverão ser fixados por cálculos de engenharia, ainda norteados por modelos e corpos de provas instrumentados. Também a argamassa deve ser estudada com mais profundidade em sua micro-estrutura pela engenharia dos materiais.

1.5.6 - Embasamento Técnico

A questão do embasamento técnico foi importante para a escolha do processo para o desenvolvimento do primeiro modelo. A importância da combinação das técnicas, já existentes para a obtenção de um novo objeto, pode ser considerada plenamente factível, a partir de novos experimentos e combinações. Muitas vezes o objeto resulta de uma determinada organização de um conjunto de técnicas já dadas.

Para o desenvolvimento da pesquisa, sugeriu-se a construção de alguns modelos que executem a função de um reservatório de água domiciliar com a mesma eficiência dos tradicionais e que sejam construídos com materiais retirados da natureza; com baixo custo e impacto ambiental. A possibilidade de construir um objeto de uso comunitário com recursos naturais foi um desafio, pois o objeto deve ser leve e resistente, visando facilitar o seu transporte e limpeza. Além de consumir pouca energia e do baixo custo, o reservatório poderá ser construído por

qualquer pessoa com a ajuda de um guia prático ou uma espécie de passo a passo da construção. O reservatório poderá ser introduzido no campus da PUC, conforme o seu desempenho nos testes de resistência e volume realizados, podendo até mesmo, ser inserida no mercado. Por ser ecologicamente correto, poderá ser uma alternativa a mais, sobretudo para as de classes sociais mais pobres e carentes.