

# AS FIBRAS VEGETAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES COM TERRA.

Ana Cristina Villaça Coelho,  
Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais da PUC-Rio.  
55 21 91466874, anavillaca@gmail.com

**Tema 4:** Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

**Palabras-clave:** fibras vegetais, construção em terra, sustentabilidade.

## RESUMO

A partir da constatação de que as fibras naturais podem ter grande potencial de aplicação na melhoria do desempenho de materiais, este artigo busca indicar e analisar as potencialidades do uso de fibras vegetais produzidas no Brasil, visando sua aplicação nas técnicas construtivas com terra, a partir da cadeia produtiva de materiais de construção convencionais, e propõe uma intersecção baseada na cadeia extrativista da silvicultura de ciclo curto das espécies, embasado nos princípios de Agroecologia<sup>1</sup> para a aplicação em técnicas de construção com terra. Desta forma, busca aliar as inovações tecnológicas no campo da Ciência dos Materiais, com políticas de incentivo ao desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais (APL)<sup>2</sup>, visando a obtenção de materiais de construção que atendam ao atual paradigma da sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Na história da humanidade, os avanços tecnológicos permitiram a melhoria da qualidade de vida, a conquista de terras e povos. As fibras vegetais que no passado serviram para tecer panos para as velas dos navios, hoje servem de reforço para materiais diversos, inclusive estruturais. A partir do domínio de novos conhecimentos a fabricação de fibras a partir de minerais ou polímeros contribui para a melhoria do desempenho de equipamentos e produtos na atualidade.

Superar as fronteiras do conhecimento em uma determinada época, por vezes pode significar olhar para o passado para avançar além do que se tem. A interpretação de escolhas tecnológicas feitas no passado, juntamente com a tecnologia disponível na atualidade proporcionou à indústria da construção a apropriação de alguns usos e conceitos, e sua incorporação para a melhoria de materiais de construção que atendam às necessidades atuais frente ao desafio da sustentabilidade.

Este artigo destaca a possibilidade da incorporação da cadeia produtiva de fibras vegetais, destacando o exemplo da juta amazônica, como forma de gerar emprego e renda para populações menos privilegiadas, e onde a tecnologia construtiva com terra reforçada com fibras poderia ser bem aproveitada. Desta forma, as mesmas pessoas que cultivam as fibras, poderiam ter o conhecimento de como usá-las para uma construção tecnicamente correta, através da capacitação com profissionais habilitados.

## 2. A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A cadeia produtiva da indústria da construção é muito heterogênea, começa na extração de matérias-primas, por vezes não-renováveis, para a produção de materiais de construção. Este processo de extração, além de criar pressão sobre recursos naturais, consome combustíveis ou energia elétrica, gera emissão de gases do efeito estufa (GEE), resíduos sólidos e efluentes. O beneficiamento destas matérias ainda gera emissões pelo transporte até os pólos produtores e pelos processos aos quais que as matérias-primas são submetidas. Este modelo de produção é insustentável e precisa ser repensado. (DECONCIC, 2008)

O atual desafio enfrentado por engenheiros, arquitetos, urbanistas e administradores públicos é o de operacionalizar o conceito de sustentabilidade na produção do ambiente construído. Hoje, já não se discute o conceito, mas a maneira de colocá-lo em prática, o que envolve enfrentar a complexidade inerente tanto à cadeia produtiva da indústria da construção civil, quanto ao próprio conceito de sustentabilidade.

A Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange subsetores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços como escritórios de projetos arquitetônicos, e serviços de engenharia. Esta visão, que interliga setores diferentes da economia como extração, comércio e serviços, caracteriza toda a complexidade a ser enfrentada na organização do setor, como é mostrado esquematicamente na figura 1. (DECONCIC, 2008)

A produção do ambiente construído, ainda que possa ocorrer das formas mais inusitadas, deve seguir uma seqüência de procedimentos, técnicos e administrativos, que envolvem práticas profissionais, práticas sociais, relações de mercado, e normativas, configurando um cenário bastante complexo. Lidar com esta complexidade é um desafio inevitável, que deve ser enfrentado por todos os setores da sociedade.

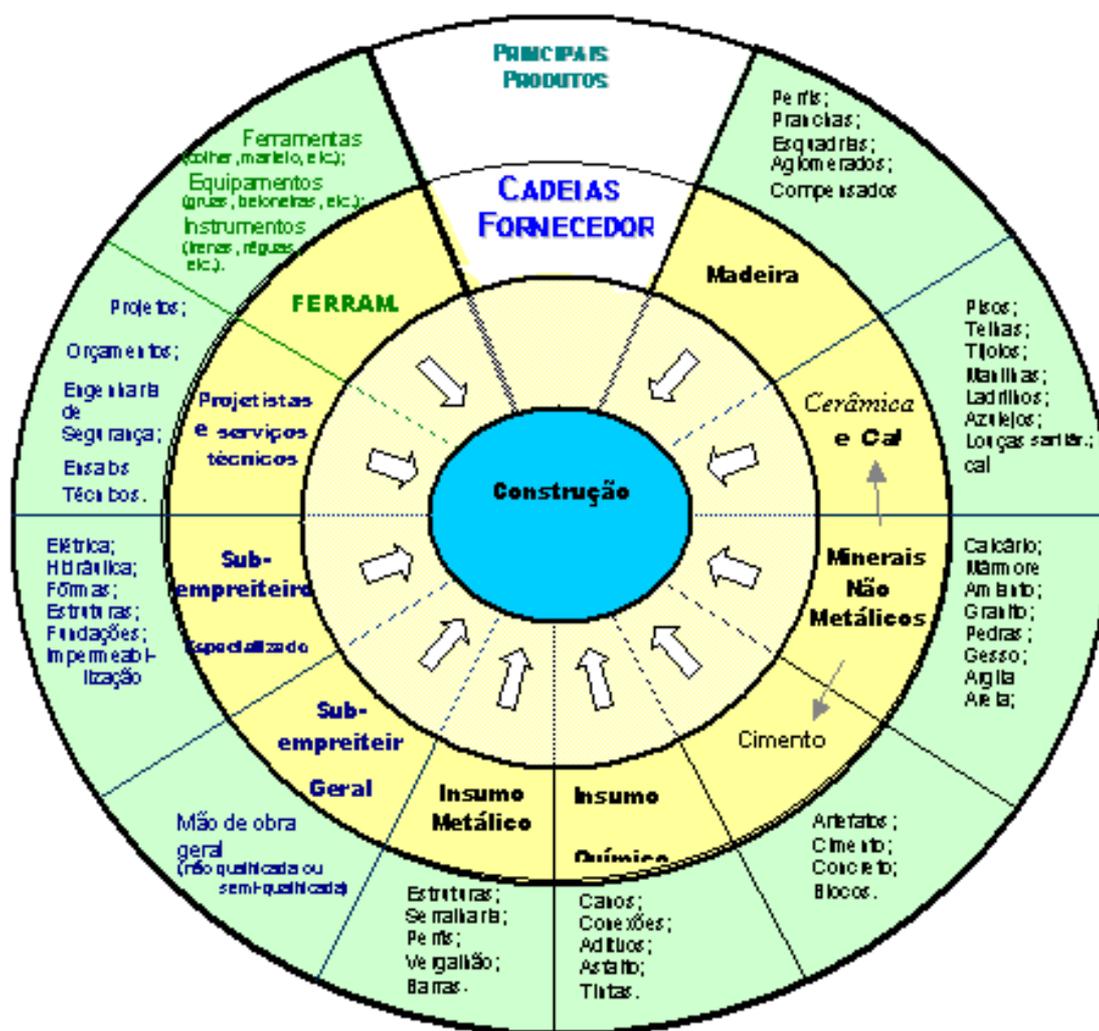


Figura 1. Principais fornecedores e insumos para a construção (adaptado de Fabrício, 2003)

A tecnologia construtiva adotada no país, baseada no consumo de materiais à base de clínquer (componente básico dos cimentos), é altamente poluidora. Consome de 100 a 200 vezes mais que a indústria automobilística. Estima-se para cada tonelada de clínquer de cimento produzido, é emitida 1ton de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. A produção anual de cimento chega a 1,5 bilhões de toneladas, o que é responsável por 7% das emissões globais de CO<sub>2</sub>.

O gráfico 1 mostra a previsão do crescimento populacional em comparação com o consumo de concreto. A linha tracejada desenha uma parábola que tem seu ápice em 2050, com o consumo de concreto de 18 bilhões de t/ano, e a partir de então começa a decrescer até que em 2100 chega ao mesmo consumo do ano 2000. Esta previsão considera que até o ano 2050 a sociedade já terá conseguido incorporar os princípios da ecologia industrial e que a durabilidade das estruturas construídas terá melhorado.

Desta forma, serão necessários menores volumes de matéria-prima para atender a novas demandas. Já o gráfico 2, faz uma previsão da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera para o ano de 2100, caso o padrão de consumo e processos produtivos estabelecidos atualmente não apresentem mudanças, a concentração de CO<sub>2</sub> poderá chegar a 800 ppm (Mehta, Monteiro, 2008).

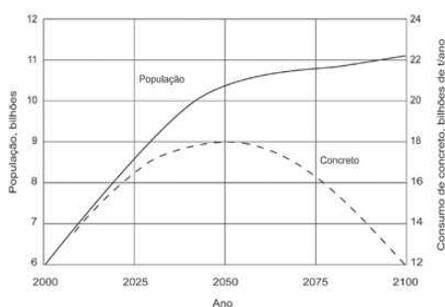


Gráfico 1. Previsão do crescimento populacional e

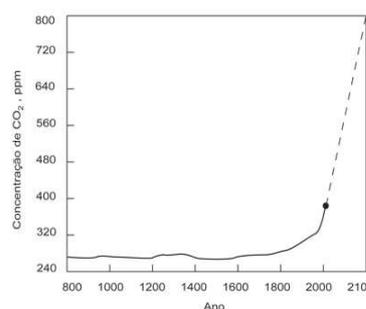


Gráfico 2. Concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> passadas e futuras (Mehta; Monteiro, 2008)

Soluções sustentáveis devem contemplar os aspectos social, econômico, ambiental, geográfico e cultural. Não podem apenas privilegiar a questão ambiental, é necessário que, paralelamente aos cuidados ambientais, sejam observados os outros aspectos como, por exemplo, a questão habitacional para populações cada vez mais numerosas. Daí a dificuldade de se conseguir ações que realmente sejam sustentáveis. Pois para a operacionalização da sustentabilidade, há que se observar o conceito de sustentabilidade e a sua construção respeitando as peculiaridades locais.

### 3. EM BUSCA DA OPERACIONALIZAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Sustentabilidade em construção (e nas construções com terra não é diferente) está fortemente correlacionada à durabilidade dos componentes construtivos e das estruturas. O material constituinte é mais determinante da sustentabilidade que a geometria da estrutura em si. Isto implica em rever condicionantes de projeto, como por exemplo, as propriedades físicas dos materiais de construção. Nesta perspectiva, pode-se afirmar que um material que apresenta vida útil longa, é considerado sustentável, pois quando não precisa ser substituído por um novo, alivia a pressão sobre os recursos naturais. Há até pouco tempo, acreditava-se que a propriedade determinante para a durabilidade de um material de construção era a sua resistência mecânica. Atualmente é possível analisar a questão por outro prisma: a resistência tem menos influência sobre a durabilidade, que a tenacidade de um material. Isto

porque, com o material mais tenaz, é possível que se faça a previsão de uma manutenção reparadora neste material assim que mostre sinais de que precisa, e antes que ele atinja seu fim de ciclo e colapse.

As altas resistências mecânicas, anteriormente buscadas nos materiais de construção, muitas vezes não encontravam aplicação prática nas estruturas mais usuais da construção, como por exemplo, habitações de interesse social. Apesar de alta resistência seu módulo de ruptura é frágil, causando colapso da estrutura antes mesmo que se pudesse perceber que estava em risco e pudesse passar por manutenção. Assim, muito investimento era feito visando somente a maior

resistência, sem que se considerasse as aplicações práticas que se beneficiariam de todo o investimento na busca de uma material ultra-resistente.

No campo de estudo da arquitetura e construção com terra, o uso de fibras vegetais ou artificiais, dependendo dos recursos, da técnica construtiva a ser utilizada, se apropria das vantagens da incorporação destas fibras de maneira diferente. Muitas patologias observadas nas construções com terra ocorrem pela falta de orientação técnica quando da construção, por falta de acesso à informação ou até mesmo por falta de recursos financeiros. Mas as construções com terra, como toda construção necessita de manutenção periódica e a incorporação de fibras nestas matrizes frágeis, à base de terra, contribui para que o material se torne mais tenaz, além de aumentar sua resistência mecânica, adiando, ou até mesmo evitando seu colapso.

Um material de construção considerado durável quando tem a capacidade de resistir à ação de intempéries, ataque químico, abrasão, ou qualquer outro processo de deterioração. Um material durável preservará sua forma, qualidade e capacidade de uso original quando exposto ao ambiente de uso para o qual foi projetado. Nenhum material é propriamente durável, pois suas propriedades podem mudar ao longo do tempo. Desta forma, “um material alcança o fim de sua vida útil, quando suas propriedades, sob determinadas condições de uso, tiverem se deteriorado de tal forma que a continuação de sua utilização se torna insegura e antieconômica.” (Mehta; Monteiro, 2008,p.122)

A proposta de utilização da terra como material de construção vem ao encontro deste novo paradigma de desenvolvimento, não apenas por utilizar materiais locais em suas técnicas, também a montagem é de baixo consumo de energia e pouca ou nenhuma geração de gases do efeito estufa (GEE), além de evitar a emissão de poluentes por não haver transporte de componentes construtivos. É preciso destacar também a importância que as técnicas de construção com terra têm, em algumas comunidades pelo mundo, no resgate e fortalecimento da identidade local, da sua capacidade de mobilizar pessoas para através da geração de oportunidades de trabalho, melhorar a qualidade do seu espaço habitado. Por outro lado, é também preciso sistematizar o conhecimento tradicional e os modos de produção de cada técnica; embasar cientificamente os procedimentos adotados; investigar as suas patologias e criar procedimentos que permitam a maior durabilidade das construções com terra.

Para além dos condicionantes locais da construção, no caso de se adotar um sistema semi-industrializado de produção e reprodução (das técnicas de terra) em direção a uma escala mais ampla, significa considerar a possibilidade de gerar emprego e renda para as populações locais, que poderia ser aquela que cultiva a fibra, respeitando seus saberes tradicionais: sua cultura. Aliar esta meta à produção de novos materiais não-convencionais de baixa emissão de CO<sub>2</sub> resulta em um empreendimento de baixo impacto ambiental e alto impacto social, que ainda resultaria na produção de habitações de interesse social, dentro das diretrizes da sustentabilidade.

Uma das possibilidades que se apresentam, é a incorporação de fibras vegetais aos materiais de construção para melhorar seu desempenho mecânico. Para isso, uma idéia geral é o uso de argamassas à base de terra estabilizadas com cal e reforçadas com fibras vegetais locais. O mesmo equipamento utilizado para a fabricação de blocos, ou de painéis, com matrizes à base de cimento, poderia ser aproveitado nesta produção, como uma maneira de se evitar gastos iniciais para aquele produtor que se interessa pela idéia, mas não tem capital para investir em novos equipamentos. Para este tipo de produção, poderiam ser criados subsídios do governo, uma vez comprovados os benefícios distribuídos entre a questão da produção (econômica e ambiental) e a questão social (habitação digna a baixo custo).

#### **4. A IMPORTANCIA DAS FIBRAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O uso de fibras como reforço fibroso na construção com terra já era prática comum desde a antiguidade. Há registros do cultivo e aproveitamento (não-alimentar) de fibras desde 5.000 a.C.. Incorporar fibras vegetais criando materiais compósitos para a construção data da civilização egípcia (1.100 a.C.). Já na atualidade, a valorização do uso das fibras vegetais como, por

exemplo, o uso dado pela companhia de automóveis Ford como reforço para materiais plásticos em substituição de algumas partes de metal.

As fibras vegetais estão presentes em grandes quantidades em muitos países em desenvolvimento. Estes países em geral também necessitam suprir o déficit habitacional. Desta forma, em busca de um material que atenda às necessidades técnicas das habitações sociais e melhoria de materiais construtivos, as fibras vegetais tem sido intensamente pesquisadas por vários grupos de diversos países para adequá-las como substitutos às fibras convencionais sintéticas (fibra de vidro, lã de rocha, asbesto) na produção de componentes construtivos. As fibras vegetais apresentam vantagens e desvantagens em relação às fibras sintéticas: seqüestram CO<sub>2</sub>, durante seu crescimento; em geral são de baixo custo e de baixa densidade; altos módulo de Young e força específica; durante o processamento não são abrasivas aos equipamentos; em geral não causam irritação à pele quando manuseadas; seu gasto energético chega a ser aproximadamente 80% menor que a produção de fibras artificiais, como a fibra de vidro. (Mohanty, 2005,p.94)

A grande biodiversidade presente no país permite que se tenha uma gama de espécies com potencial para este fim, como sisal, coco, babaçu, juta, rami, curauá, fibra de bagaço-de-cana de açúcar, dentre outras. Fibras como a juta (*Corchorus capsularis L.*) já foram cultivadas por 60 mil famílias, às margens dos rios amazônicos, chegando a uma produção de 95 mil toneladas no início da década de 80. As preferências do mercado consumidor pelas fibras artificiais de polipropileno, fez com que esta produção diminuísse, e atualmente apenas 15 mil famílias vivem desta cultura, com um potencial pouco explorado. Nos últimos 3 anos, a demanda por sacolas ecológicas em substituição às sacolas de plástico, aumentou a procura pelas fibras vegetais dentro e fora do país. Neste ano, deverão ser colhidas 12 mil toneladas de fibra de juta e malva (*Malva sylvestris*, variedade brasileira da planta), 50% a mais que em 2009, ainda assim haverá necessidade de importar até 10 mil toneladas. Porém, a produção está muito aquém do potencial, embora o mercado esteja aquecido. O novo ciclo da juta precisa de apoio financeiro para que possa se adequar corretamente a este aumento de produção. É um cultivo que não desmata, pois as várzeas dos rios amazônicos apresentam solo rico e adequado a este cultivo.

A cadeia produtiva das fibras divide-se em:

- 1- Produção agrícola (semear, cultivar, colher,armazenar);
- 2- Processamento da fibra (são extraídas, lavadas, cardadas)
- 3- Utilização da fibra (beneficiamento para transformação em produto)

No caso da produção se direcionar para a produção de materiais de construção a base de terra, como por exemplo, blocos ou painéis pré-moldados, a estas etapas seriam adicionadas outras relativas à produção dos elementos construtivos.

No Brasil, a prática da construção usando-se técnicas de terra é aplicada na construção de taipa-de-pilão, de BTC (blocos de terra comprimida), taipa-de-mão, e adobe. As duas primeiras, tradicionalmente não recebem fibras na composição do seu material, pois seguem uma lógica de alta compactação para adquirir resistência. Já as técnicas de taipa-de-mão e adobe, por não receberem compactação, necessitam de fibras para reduzir sua variação dimensional, e reduzir o número de trincas, assim como as dimensões de suas aberturas.

No caso das técnicas que recebem fibras, há a necessidade de se estabelecer uma correta relação entre a fibra e a matriz, ou seja, a interface entre estes dois materiais. Estudos sobre a interface fibra-matriz contribuem para que haja maior aderência entre os dois materiais, o que favorece a transferência de esforços mecânicos aplicados sobre o materiais, o que aumenta a sua durabilidade.

Atualmente, já é possível explicar cientificamente os mecanismos de funcionamento do reforço das fibras nas matrizes em que são aplicadas e com isso calcular os esforços a que devem ser

submetidos estes materiais e estruturas sem que haja desperdício de materiais. Com isso é possível evitar o gasto desnecessário de materiais de construção. É preciso, porém, que estas iniciativas acadêmicas e as possíveis inovações tecnológicas resultantes destas pesquisas, estejam articuladas às realidades dos diversos cenários econômicos e sociais de cada localidade.

## 5. CONCLUSÃO

Nos últimos 30 anos, o uso de fibras em materiais compósitos em matrizes diversas vem aumentando, assim como os investimentos em pesquisa para a melhoria do desempenho e para novos usos destes materiais, se comparados aos materiais de construção convencionais como concreto, aço, e plásticos. Isto se deve às reconhecidas vantagens presentes nestes materiais como: a redução do peso, a estabilidade térmica, a redução dos custos a resistência à oxidação e biodegradação.

Quanto aplicadas em técnicas construtivas de terra, a utilização de fibras vegetais na produção de materiais de construção mais duráveis pode ser direcionada para uma tecnologia que agregue valor social, desde o cultivo, colheita, beneficiamento até a incorporação nos materiais de construção, gerando emprego e renda através de Arranjos Produtivos Locais<sup>2</sup> (APL), com uso de maquinário simples, de baixo custo, mas com transferência de toda a tecnologia construtiva para, por exemplo, comunidades rurais, onde o acesso ao material de construção industrializado não é fácil. Porém a qualidade final do produto deverá ser garantida pelo acompanhamento (de pessoal capacitado por profissionais habilitados), em todas as etapas do processo produtivo. Quando organizadas em grupos de interesses comuns, as pessoas têm maiores chances de desenvolvimento local, podendo até mesmo chegar a uma escala semi-industrial e desenvolver materiais compósitos com tecnologia e maquinário de fabricação mais avançados.

A geração e sistematização do conhecimento técnico e científico no uso de fibras vegetais para as técnicas com terra, devem resultar na criação de normas técnicas e diretrizes construtivas, como já ocorre em alguns países.

## Referências bibliográficas

Aquino, A.M., Assis, R.L. (2005) Agroecologia : Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável Brasília, DF:. Embrapa Informação Tecnológica.

Batista, H.G. (2010)“Cultura verde contra o plástico. Produção de juta na Amazônia eleva renda de ribeirinhos com as sacolas ecológicas”. O Globo, 28 de março de 2010, p.29.

Coelho, A.C.V. (2010). “A operacionalização do conceito de sustentabilidade: enfrentando o desafio”. Trabalho apresentado em TerraBrasil2010, em Campo Grande/MT, Brasil.

DECONCIC (2008). *Proposta de política industrial para a construção civil*. Edificações, caderno 1. São Paulo: Departamento de Indústria da Construção Civil, Fiesp.

Mehta, P.K.; Monteiro, P.J.M.(2008) Concreto, Microestrutura, propriedades e Materiais. São Paulo: IB

Mohanty, A.K.; Misra, M.; Drzal, L.T.(2005) Natural fibers, biopolymers and biocomposites an introduction. Florida: CRC Press, Taylor&Francis.

## Notas

- 1- Agroecologia – de acordo com Aquino e Assis (2005), ciência em construção com características transdisciplinares integra conhecimentos de diversas ciências e incorpora, inclusive, o conhecimento tradicional, desde que validado por meio de metodologias científicas, ainda que sejam métodos não-convencionais.
- 2- APL – Arranjos Produtivos Locais - conjuntos de atores econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, desenvolvendo atividades econômicas correlatas e que apresentam vínculos de produção, interação, cooperação e aprendizagem.

## **Currículo**

Ana Cristina Villaça, arquiteta e urbanista, mestre em urbanismo, doutoranda em Engenharia de Materiais Na Puc-Rio, especialista em arquitetura sustentável, tem experiência em construções de pequenos porte, e atualmente desenvolve pesquisa com materiais construtivos não-convencionais, de baixa emissão de carbono. Membro da Rede Iberoamericana Proterra e da Rede TerraBrasil.