

TETO VERDE: Uma proposta ecológica e de melhoria do conforto ambiental a partir do uso de coberturas vegetais nas edificações

Aluna: Laura Vieira de Gouvea

Orientador: Alfredo Jefferson de Oliveira

Co-Orientador: Fernando Betim Paes Leme

Este trabalho é continuação do trabalho “Teto Verde: O uso de coberturas vegetais em edificações”, realizado no ano passado pela aluna Manuela de Freitas Ferreira, onde foram levantadas algumas técnicas de elaboração de coberturas vegetais e a incidência deste tipo de cobertura na cidade do Rio de Janeiro.

Nesta parte do trabalho, realizamos alguns experimentos visando a construção de coberturas vegetais em edificações rurais, tendo como modelo a oportunidade de uma construção real de um barracão rural numa chácara no Sul de Minas. O trabalho está dividido em duas fases distintas: na primeira foi dada continuidade aos aspectos construtivos de uma cobertura verde de baixo custo com aproveitamento dos recursos existentes no contexto rural, foram realizados alguns ensaios e o resultado foi utilizado experimentalmente na cobertura de um barracão. Numa segunda parte, o trabalho focou na escolha na planta que seria usada na cobertura, verificando qual espécie é mais adequada as condições de plantio e do clima da região. Nesta última, após um levantamento de possibilidades foram definidas quatro opções de espécies vegetais que foram plantadas na cobertura do barracão rural para futura verificação do desempenho e capacidade adaptativa de cada espécie vegetal.

Introdução

Para atingirmos o desenvolvimento sustentável é necessário o desenvolvimento de soluções projetuais que minimizem os impactos ambientais e maximizem a conservação dos recursos naturais decorrentes do uso e da produção destes objetos.

As edificações, tanto nas cidades quanto no meio rural estão condicionadas a técnicas e referenciais de épocas em que os agravantes ecológicos não eram percebidos. Repetimos insistentemente modos de agir que ignoram as necessidades de adequação às questões ambientais. Nossos equipamentos, objetos, incluindo as construções, devem ser analisados dentro de um novo contexto, onde as necessidades e solicitações de convivência com o ambiente requerem novos procedimentos no uso do espaço habitado.

As edificações representam um bem indispensável para a sobrevivência do homem, um direito exigido que determina comumente um fator de preocupação. Geralmente as construções ocupam espaços que eram originalmente ocupados com vegetação, deixando de contribuir na redução da emissão de carbono e da conseqüente diminuição do efeito estufa.

A inércia térmica acumulada pelos materiais, principalmente das coberturas das edificações, é uma das grandes responsáveis pelo desconforto climático no interior de muitas construções, o que freqüentemente leva a utilização de sistemas elétricos de refrigeração e/ou aquecimento, agravando o impacto ambiental.

Pesquisadores vêm a algum tempo trabalhando em soluções que minimizem estes fatos e uma alternativa conhecida desde os ancestrais é a “cobertura vegetal”, ou seja,

soluções que utilizam jardins e gramados em substituição às tradicionais coberturas de telhas, laje, folhas de aço, dentre outras, que tradicionalmente cobrem as edificações. Enquanto nas cidades esta técnica vem sendo abordada timidamente em experiências esparsas, porém já de grandes impactos conceituais, no meio rural onde a utilização desta técnica parece ser simples por estar apropriada ao contexto, seu uso é praticamente inexistente. No contexto rural, com toda a utilização de matérias primas locais, esta solução traz grandes benefícios ambientais e financeiros, evitando o transporte de matéria prima e os custos decorrentes.

O isolamento térmico propiciado pelas camadas vegetais permite um ambiente interno mais agradável e diminui a reflexão de calor nas coberturas, baixando assim a temperatura emanada pelo espaço envoltório. O conseqüente aumento da superfície vegetal garante também elementos orgânicos que absorvem gás carbônico resultante da combustão dos veículos que circulam na cidade, colaborando com a redução do efeito estufa.

Objetivos

O objetivo da pesquisa é verificar a possibilidade de aplicação de soluções de cobertura vegetal com o uso de tecnologias de baixo impacto ambiental e com sistemas construtivos adequados ao contexto do meio rural, maximizando o aproveitamento dos recursos existentes.

Pretende-se também fazer um levantamento e testes para definir algumas espécies vegetais adequadas a este tipo de cobertura e que sejam apropriadas as condições climáticas da região.

Metodologia

Continuar a revisão bibliográfica sobre o tema e o estudo dos dados levantados, dar prosseguimento aos experimentos iniciados no final do ano passado, aplicar a solução construtiva proposta como cobertura de um barracão rural e analisar os resultados.

Para definição do tipo de plantas a ser utilizado, pretende-se realizar uma pré-seleção de quatro ou cinco espécies para um plantio experimental na cobertura e uma posterior análise dos resultados.

Levantamento Bibliográfico

De acordo com o levantamento bibliográfico realizado na fase anterior desta pesquisa, as coberturas verdes são eficientes na proteção das intempéries e trazem significativas contribuições, que detalharemos a seguir:

Para o uso em regiões rurais as contribuições mais significativas são o isolamento térmico e a retenção da água.

O isolamento térmico é conseqüência de dois fatores: a absorção da radiação das plantas durante o processo de fotossíntese e a espessura da cobertura verde que funciona como uma grande manta isolante. Ao comparar a temperatura interna de construções com diferentes coberturas, VECCHIA et alli (2006) concluiu que a cobertura verde é a que tem melhor resultado em termos de isolamento térmico e contribui para reduzir as variações térmicas durante as diferentes horas do dia.

A capacidade de retenção de água pela cobertura verde também tem sido mencionada em diversos trabalhos e se trata de outra interessante característica, que tanto colabora com a regulação da umidade do ambiente, permitindo a evaporação de uma considerável quantidade de água e o conseqüente aumento da umidade do ar, como contribui para redução do problema de drenagem da água de chuvas. As coberturas verdes retêm parte da água, funcionando como pequenas encostas que liberam a água mais lentamente evitando o colapso na drenagem e aumentando a umidade nos dias seguintes.

Além destas a cobertura vegetal também contribui com a redução do efeito estufa pela absorção do CO₂, a redução da poluição sonora e o aumento da área para insetos e pássaros.

Foram também encontradas referências que mencionam o aumento da durabilidade das coberturas como um efeito positivo. Na realidade a cobertura verde tem uma durabilidade indefinida por sua própria natureza e protege a base impermeável, seja ela de concreto, telha ondulada, lonas ou filmes plásticos dos efeitos térmicos da insolação solar e das radiações ultravioletas, fazendo com que estes tenham uma durabilidade muito superior do que os similares convencionais que não utilizam cobertura vegetal.

A única dificuldade ao se optar por uma cobertura vegetal é a necessidade de uma estrutura mais reforçada para suportar o aumento do peso da camada de terra ou substrato vegetal. De acordo com a classificação alemã de telhados vivos (ECOTELHADO 2007), as coberturas verdes são divididas em dois grupos: extensivos com um substrato fino, pesando entre 70 e 170kg/m² e intensivos com substratos mais espessos, pesando mais de 170 kg/m².

Encontramos basicamente três tipos de cobertura vegetal:

A – Contínua

Neste tipo de cobertura verde, que é a mais antiga e difundida, o substrato é aplicado diretamente sobre a base, devidamente impermeabilizada e protegida por diferentes camadas.

B - Módulos pré-elaborados

É o tipo de cobertura desenvolvida para rápida aplicação e normalmente é comercializada por empresas especializadas. Geralmente é uma espécie de bandeja rígida com os substratos e as plantas já crescidas para colocação direta e imediata sobre as coberturas convencionais. O tamanho da bandeja permite um fácil manuseio e o resultado é imediato.

C - Aérea

Com a vegetação separada da base ou cobertura, esta solução é praticamente uma cobertura viva da cobertura tradicional, traz algumas vantagens estruturais na instalação mas não tem o mesmo efeito isolantes das anteriores.



Fig. 1 – Edifício com cobertura verde contínua. Fonte: MINKE (2005)



Fig. 2 - Colocação de módulos pré-elaborados. Fonte: ECOTELHADO (2007)



Fig.3 – Cobertura aérea com plantio de maracujá. Fonte: BERNARDES (2007), foto de *Adilson Manoel Godoy/FSP*

Experimentos

A) Experimento preliminar

Nos primeiros experimentos testamos o uso de geomantas sobre a camada impermeabilizante, como forma de melhorar o escoamento da água pluvial. No entanto, devido aos custos elevados da geomanta, descartamos a utilização deste material por termos optado por alternativas de baixo custo, mais adequadas ao contexto rural.



Fig 4 e 5 – experimentos iniciais Itamonte-MG

B) Experimento construtivo de um pedaço da cobertura do barracão

Optamos por realizar um experimento levemente inclinado, apoiado em caibros de eucalipto roliço disponíveis na região analisada e coberto por uma camada de filme plástico normalmente utilizado em estufas e uma camada de terra. Verificamos a capacidade estrutural dos caibros de eucalipto, a capacidade de drenagem da cobertura e a eficiência da solução proposta.



Fig. 6 e 7 – Vista inferior do filme plástico, antes e depois da colocação da camada de terra



Fig. 8 e 9 – aplicação da camada de terra e da cobertura vegetal

A solução proposta funcionou bem, com os caibros resistindo ao peso da cobertura e o filme plástico se moldando aos caibros de eucalipto formando uma espécie de telha ondulada.



Fig. 10- Resultado após seis meses

Embora o experimento tenha se mostrado resistente e eficiente pelos meses que durou o teste, optamos por colocar, na alternativa final, uma segunda camada de plástico estruturado embaixo do filme plástico, visando aumentar a resistência e distribuindo melhor o peso entre os diversos caibros da estrutura.

C) Barracão rural

Na construção do barracão optou-se por utilizar duas camadas plásticas, uma estrutural “Climafoil” (prateada) e outra impermeabilizante (transparente). Após uma fina camada de areia, colocou-se uma camada de terra vermelha misturada com um pouco de adubo animal.



Fig. 11 a 14 – Colocação da camada de terra na cobertura do barracão

Definição da espécie de vegetação a ser adotada

É importante uma prévia definição da vegetação a ser adotada, escolhendo espécies de pouco crescimento, que necessitem de pouco extrato vegetal e que sejam adaptadas ao clima da região, evitando dificuldades na manutenção. A empresa gaúcha Ecotelhado adota as espécies do gênero sedum da família das Crassulaceas por considerar adequadas já que o lento crescimento diminui a manutenção e que são resistentes as condições adversas.

Outros aspectos como a incidência solar, índices pluviométricos, temperatura do local, ventos dominantes e a inclinação do telhado verde e a necessidade de retenção de água pela vegetação devem ser considerados na escolha da vegetação a ser adotada. Fatores estéticos e olfativos também podem contribuir na escolha.

A definição da inclinação do teto é fundamental para o projeto de uma cobertura vegetal. Enquanto nos tetos planos devemos ter uma preocupação com a drenagem para evitar que o excesso de umidade apodreça as raízes, nos muito inclinados é necessário o uso de travamentos para evitar que a terra e o substrato deslizem. A solução mais recomendada é a de coberturas levemente inclinadas, que facilitam a drenagem sem as complicações de deslizamento.

Foram levantadas diversas plantas que seriam adequadas a este tipo de utilização. As espécies deveriam ser resistentes ao sol, exigir pouca manutenção e ter raízes pouco agressivas para não prejudicar os filmes plásticos.



Fig 15 e 16 – Amendoim Forrageiro

O *Archis pintoi* é nativo das regiões de cerrado do Brasil, pois se adapta bem aos solos mais ácidos e pouco férteis. Suas características principais são: alta capacidade de fixar nitrogênio, alta produção de forragem e boa tolerância a sombra.

É uma leguminosa que se propaga por sementes, estolão ou coroa com parte da raiz. Seu diferencial se dá devido à capacidade de associar qualidade nutricional e persistência. Apresenta boa adaptação e persistência a sombreamento, podendo ser indicada para uso como cobertura do solo em diversos sistemas.

Não é muito tolerante a períodos secos prolongados e é medianamente tolerante à encharcamento. Em áreas bem drenadas, sobrevive na estação seca embora seja observada severa perda de folhas. Apesar de perder as folhas e ter o crescimento paralisado, o *Arachis pintoi* tolera severas geadas e rebrota vigorosamente com o aumento da temperatura durante a primavera.

É bem adaptada a solos ácidos, de baixa a média fertilidade. Tem exigência moderada em fósforo, sendo, no entanto eficiente na absorção deste elemento quando em níveis baixos no solo.

Seu crescimento é rasteiro, atingindo de 20 a 40 cm de altura e a raiz é pivotante e cresce em média até cerca de 30 cm de profundidade. Suas folhas são alternadas, com pêlos sedosos nas margens e seu caule é ramificado e cilíndrico. A floração é indeterminada e contínua e o fruto se desenvolve dentro do solo.

O plantio do amendoim forrageiro deve ser feito no início do período chuvoso, quando o solo apresentar condições de umidade favoráveis e não houver riscos de ocorrência de veranicos.

B – Mal-me-quer – *Wedelia paludosa* DC



Fig 17 e 18 Mal-me-quer

Popularmente conhecida como Mal-me-quer e Picão da praia, a *Wedelia paludosa* é originária do litoral do Brasil. É uma planta rasteira e ramificada, muito vistosa e rústica.

A ramagem apresenta caules triangulares e folhas recortadas de coloração verde-escura, que acentuam o contraste com as pequenas flores completamente amarelas. A floração ocorre durante todo o ano.

Devido ao seu comportamento ramificado e rasteiro, é muito utilizada como forração, para proteger taludes e barrancos. Também pode embelezar canteiros e bordaduras, assim como vasos e jardineiras.

Deve ser cultivada à pleno sol ou à meia sombra, em solo fértil, regada a intervalos regulares. Muito rústica, tolera umidade excessiva, alagamentos ou seca, sendo bastante apropriada para jardins praianos. Multiplica-se por divisão da planta, preservando a estrutura das mudas.

A espécie *Wedelia paludosa* também é utilizada na medicina popular como expectorante e anticonvulsivo. Recentemente, foi observada também atividade inseticida proveniente desta espécie.

C - Gramma-esmeralda – *Zoysia Japonica*



Fig 19 e 20 – Gramma esmeralda

De origem japonesa, a Esmeralda tem como nome científico, *Zoysia japonica* Steud. É, provavelmente, a grama mais difundida no Brasil. Entre as principais vantagens estão seu

grande efeito ornamental, baixo índice de infestação de plantas daninhas, a baixa manutenção, a facilidade do plantio e a alta resposta à adubação nitrogenada. É mais rústica que as demais espécies de zoysia, entretanto não resiste tanto ao pisoteio e a sombra.

É indicada para gramados por ter folhagem mais delicada e exigir podas menos freqüentes. Precisa de terra fértil e irrigada periodicamente. Muito utilizada em praças, jardins residenciais internos e campos de futebol. Os gramados feitos com a Grama Esmeralda são característicos: tapetes verdes, uniformes, muito ornamentais.

A grama-esmeralda tem folhas estreitas, pilosas, pequenas e pontiagudas, em forma de lança, que oferecem grande densidade, formando um tapete verde uniforme e macio. É rizomatosa, isto é, o caule fica abaixo do solo e emite as folhas para cima.

Esse tipo de grama é muito utilizado em projeto de paisagismo a céu aberto, com muita irrigação, pois é receptiva à água. Com manutenção adequada, apenas água e sol são suficientes para manter a qualidade do gramado. Essa é uma das razões que faz o sucesso da Esmeralda. É a grama ideal para o sol, muito embora chegue a tolerar um pequeno período de sombra.

Por ser rústica, deve ser cultivada em solos férteis, com adubações semestrais e regas regulares. Deve ser aparada sempre que alcançar entre 2 e 3 cm. É vendida comumente na forma de placas e mudas, o que facilita o plantio. Ao final do plantio, o gramado está praticamente pronto. Multiplica-se pela divisão dos rizomas enraizados.

C - Capuchinha – *Tropaeolum majus*



Fig. 20 e 21 – Capuchinha

A capuchinha (ou chagas) pertence à família das Tropaeoláceas e é nativa do Peru, México e regiões da América Central. É uma planta herbácea que pode ser usada como forração, como planta escandente ou cultivada de forma que tenha condições de enrolar os pecíolos das folhas em algum apoio.

Suas flores são vistosas e com cores amarela e vermelhas, com algumas variantes de laranja. Apresenta folhas arredondadas, com longos pecíolos e flores isoladas, em forma de cálice.

Tanto as flores quanto as folhas e semente podem ser comidas cruas ou cozidas, sendo as sementes assadas uma iguaria. Seus frutos são confundidos com os da alcaparra e empregados para adulterar preparados condimentares. Ela também reforça o sistema imunológico e por isso é empregada em vários tratamentos.

O plantio pode ser feito em qualquer época do ano, porém, durante a primavera, a capuchinha se desenvolve com maior rapidez. A floração ocorre na primavera e no verão. Reproduz-se por meio de sementes e não é muito exigente quanto ao solo.

Só é possível obter bons resultados no cultivo da capuchinha quando contamos com a incidência de luz solar direta, pelo menos durante algumas horas do dia. Quanto às regas, devem ser espaçadas, mantendo o solo úmido, mas nunca encharcado.

Num canteiro ou num vaso, onde possa receber bastante luz solar, a capuchinha floresce bem. Se conduzida em suporte adequado, torna-se uma bela trepadeira.

Plantio da cobertura vegetal

Após a definição das plantas a serem testadas, foi realizado o plantio sobre a camada de terra. Foi utilizada a terra vermelha encontrada na região, misturada com de adubo animal. Além das plantas selecionadas, incluímos no experimento um tipo de grama encontrado no local.



Fig. 22 a 27 – Plantio das plantas selecionadas

Conclusões

Após a realização de experimentos e análise de soluções similares, optamos pela utilização de dois filmes plásticos, um com finalidade estrutural e outro para garantir a impermeabilização, apoiados em varas de eucalipto como suporte da terra e da cobertura vegetal. A solução foi aplicada com sucesso em uma construção real no meio rural e se mostrou de fácil aplicação e de baixo custo.

Em relação à definição das espécies de planta adequadas a este tipo de solução, o trabalho ainda está em andamento. Já foram pré-selecionadas quatro espécies e, recentemente, foi realizado o plantio destas espécies na cobertura da edificação, mas ainda será necessário alguns meses para a análise dos resultados.

Bibliografia

BERNARDES, Júlio- **Telhado verde” ameniza efeitos de calor e poluição** . texto divulgado em 19.03.2007 no site www.usp.br/agen/UOLnoticia.php da Agência USP de Notícias. EPA - U.S. Environmental Protection Agency – **GreenRoofs**. Texto divulgado no site www.epa.gov/hiri/strategies/greenroofs.html, 2007

KAZAZIAN, T. **Haverá a Idade das Coisas Leves**. São Paulo: SENAC, 2005

MANZINI, E. e VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2002, ISBN 85-314-0731-1

MCDONOUGH, W. – **Green Roofs**. Editora Earth Plege, 2005.

MINKE, Gernot. **Techos Verdes**. Espanha: EcoHabitar. 2005

RAF, S. et alii. **EcoHouse- A Casa Ambientalmente Sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006

VAN LENGEN, J. **Manual do Arquiteto Descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2002

VECHIA F. et alli - **Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVLs) aplicada aos climas tropicais**. site “www.shs.eesc.usp.br/pessoal/docentes” . São Paulo USP, 2007

VILELA, Soraia – **"Telhados verdes": pequenos pulmões para grandes cidades**. Texto publicado no site www.dw-world.de em 12.11.2005

http://www.gramaseplantio.com.br/grama_esmeralda.htm

http://www.jardineiro.net/br/banco/zoysia_japonica.php

<http://www.gramasparaiso.net/materias.html>

http://www.jardineiro.net/br/banco/tropaeolum_majus.php

<http://www.cnpqc.embrapa.br/~rodiney/series/arachis/arachis.htm>

<http://www.cpafac.embrapa.br/pdf/Amendoim.ComTec152.PDF>

<http://www.ceplac.gov.br/radar/amendoim%20forrageiro.htm>