

TETO VERDE: O USO DE COBERTURAS VEGETAIS EM EDIFICAÇÕES.

Aluna: Manoela de Freitas Ferreira

Orientadores: Alfredo Jefferson de Oliveira e Fernando Betim Paes Leme

Introdução

O Eco-Design tem como ênfase a elaboração de ferramentas e metodologias que possibilitem a inclusão de parâmetros ambientais no projeto. 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, sem deixar de atender simultaneamente as especificações de qualidade, desempenho e custo.

Neste aspecto, é relevante o papel da ocupação humana nas cidades, concentrando e adensando demograficamente espaços urbanos despreparados para este aporte. As construções erguidas neste contexto 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 moradias representam um bem indispensável para a sobrevivência do homem, um direito exigido que determina comumente um fator de preocupação das cidades. A ocupação descontrolada do solo com a urbanização acelerada e a verticalização dos espaços que geram um aumento de serviços de infra-estruturas a serem oferecidos, além do aumento no consumo de energia, determinando conseqüentemente um aumento na temperatura da cidade.

A impermeabilização do solo urbano, os aparelhos de refrigeração, os automóveis e os materiais de construção que compõem a malha urbana refletem o calor emanado pelo sol, numa atmosfera desprotegida de sua camada de ozônio. A inércia térmica acumulada pelos materiais, principalmente das coberturas das moradias, são grandes responsáveis por este fator de desconforto climático.

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. Nas cidades esta técnica vem sendo abordada timidamente em experiências esparsas, porém já de grandes impactos conceituais. O isolamento térmico propiciado pelas camadas vegetais permite um ambiente interno mais agradável e diminui a reflexão e absorção de calor nas coberturas, baixando assim a temperatura emanada ao do 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.

Considerando a contribuição destes dados na escolha de materiais e sistemas construtivos a serem implementados nas cidades, buscamos observar a importância da

contribuição do eco-design no desenvolvimento de técnicas de aplicação das chamadas coberturas verdes nas construções. Neste trabalho pretendemos levantar os casos situados na cidade do Rio de Janeiro, analisar as condições, financeiras e culturais, que possibilitaram e que possam a utilização deste conceito construtivo, verificar alguns aspectos ligados à redução dos impactos ambientais e analisar possíveis contribuições do design no sucesso destas iniciativas.

Objetivos

O objetivo da pesquisa é levantar as situações onde ocorrem projetos e construções com teto verde no Rio de Janeiro e verificar as possibilidades de contribuição do design e arquitetura em projetos a serem implantados. A pesquisa pretende ainda verificar as possibilidades de soluções de baixo custo e alguns aspectos específicos sobre a propriedade do sistema construtivo, através da realização de testes e modelos.

Metodologia

Revisão bibliográfica sobre o tema e levantamento de projetos e construções que aplicam o conceito de teto verde. Após o estudo dos dados levantados, estão sendo realizados experimentos e testes dos modelos desenvolvidos e de algumas técnicas alternativas de construção de coberturas vegetais.

Levantamento Bibliográfico

A bibliografia sobre o assunto é bastante vasta, tendo em vista o fato de ser a cobertura verde bastante disseminado entre os países europeus, especialmente na Alemanha. Encontramos também alguns sites e publicações americanas. De acordo com VILELA (2005), a cobertura verde vem, recentemente, conquistando adeptos na América Latina, tendo no México um grande interesse e aceitação. No Brasil o interesse ainda é relativamente pequeno, com uma maior difusão no Rio Grande do Sul, onde encontramos algumas empresas especializadas na aplicação e construção de coberturas verdes. Esta maior difusão pode ser decorrente da influência da imigração alemã ou pelos aspectos positivos na regulação da temperatura interna das residências.

A diminuição da área verde nas grandes cidades e sua substituição por asfalto e cimento, impermeabilização de grandes áreas, coberturas de material cerâmico ou compósito de cimento e fibras minerais, impermeabilizam a superfície diminuindo a absorção de umidade. Estes fatores aumentam a temperatura ambiente e tem como consequência o uso acentuado de sistemas artificiais de refrigeração das construções. Todo este contexto, acrescido do intenso uso de veículos, como num ciclo vicioso acabam por acarretar que a temperatura do centro das grandes cidades seja de 4° a 11° mais alta que nos subúrbios (LÖTSCH 1981 apud MINKE 2005).

O uso de cobertura verde nas residências e em instalações comerciais e o aumento de áreas jardinadas poderiam amenizar significativamente a temperatura, além de contribuir para melhoria da qualidade de vida já que ajudaria, na purificação do ar, na absorção de poeira e/ou agentes poluentes e nas taxas de umidade e na redução da poluição sonora.

De acordo com MINKE 2005, provavelmente seria suficiente transformar de 20% de todos os telhados em cobertura verde para dobrar a quantidade de folhas de uma cidade, baseado no fato de que um telhado verde chega a ter de 5 a 10 mais folhas por área que um parque aberto, amenizando os problemas de umidade, conforto ambiental e até mesmo aspectos sociológicos.

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

O isolamento térmico é consequência de dois fatores: a absorção da radiação das plantas durante o processo de fotossíntese, que pode captar grande parte da energia e a espessura da cobertura verde que funciona como uma grande manta isolante. Estes fatores também contribuem para reduzir as variações térmicas, estabilizando a temperatura entre as diferentes horas do dia, já que absorve energia durante as horas de insolação e mantém a temperatura interna durante a noite. O mesmo acontece durante as diferentes estações do ano quando os tetos verdes esquentam no inverno a medida em que armazenam o calor nos ambientes internos, e no verão auxiliam a manter fresco este mesmo ambiente interno, uma vez que protegem da insolação direta estes ambientes. Esta característica faz com que o uso de cobertura verde seja recomendado tanto em regiões de clima frio quanto de clima quente.

Em uma experimento realizado por VECCHIA et alli (2006), comparando a temperatura interna de módulos construtivos cobertos diferentes telhados, temos que num dia de temperatura externa de 34,0°C, a temperatura máxima no interior do módulo de cobertura verde foi de 28,8°C, bem menor do que as encontradas para as demais coberturas: telha cerâmica 30,4°C, aço galvanizado 45°C, telha de fibro cimento 31,0°C e laje de concreto 34,7°C, evidenciando a eficiência de isolamento térmico deste tipo de cobertura.

O processo de fotossíntese também tem papel fundamental na absorção de CO₂ e os telhados com cobertura vegetal também contribuem para redução do efeito estufa.

A cobertura verde também contribui para a limpeza do ar, filtrando parte das partículas de poeira que ficam aderidas nas superfícies das folhas e que depois são levadas pela chuva. Outra contribuição interessante é a redução da poluição sonora que se dá através da transformação da energia sonora em movimento das folhas e da significativa absorção da massa de cobertura.

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 consequente aumento da umidade do ar, como contribui para redução do problema de drenagem da água de chuvas. Numa cidade com grandes áreas impermeáveis a drenagem das águas fluviais pode ser um problema, pois toda água da chuva corre imediatamente para os canais e drenos, que muitas vezes transbordam devido ao grande volume d'água. As coberturas verdes retêm parte da água, funcionando como pequenas encostas que liberam a água mais lentamente evitando o colapso na drenagem urbana e aumentando a umidade nos dias seguintes.

Segundo MINKE 2005, um teto verde com 20 cm de substrato de terra e argila expandida, por exemplo, possui capacidade de armazenar até 90mm de água, ou seja, 90L de água por m². Cita ainda a norma alemã DIN 1986 que define o coeficiente de deságüe de águas pluviais para tetos jardim com um mínimo de 10 cm de espessura, em de 0.3. Isto significa que somente 30% da chuva que cai, deságua e 70% é retida pelos tetos verdes e/ou são evaporadas, índice que pode sofrer alterações devido a inclinação do teto. Na realidade estes dados não se referem a uma região tropical como o Rio de Janeiro, onde a intensidade das chamadas chuvas de verão certamente ultrapassam a capacidade de retenção de uma cobertura vegetal, reduzindo drasticamente o percentual de retenção, mas sempre contribuindo para diminuir a vazão imediata das águas fluviais.

Diversos outros efeitos positivos secundários foram levantados tais como aumento da área para insetos e pássaros, efeitos estéticos e psicológicos, uma vez que suavizam e embelezam o ambiente em que se encontram.

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.



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

Poucas são as dificuldades encontradas na utilização de uma cobertura verde, no entanto alguns cuidados são necessários,

Como a cobertura vegetal necessita de um substrato vegetal ou terra para o plantio, isto pode acarretar em uma cobertura mais pesada do que as convencionais, o que implica na verificação ou, eventualmente, reforço da estrutura já existente. No caso de edifícios ou coberturas de lajes provavelmente não será necessário, especialmente no caso de cobertura vegetal extensiva, mas em casas que foram projetadas para telhados ligeiros como as telhas de cimento, certamente deveremos ter uma atenção especial ao cálculo estrutural com eventuais aumentos de custo decorrentes deste reforço. Também no caso de construção de residências é provável um aumento de custo decorrente de uma estrutura mais robusta. De qualquer forma, tanto num caso como outro, os eventuais aumentos no investimento inicial serão superados em pouco tempo pelos benefícios, em especial pela redução do custo da regulação temperatura interna.

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.

Quanto aos sistemas de aplicação e construção, encontramos basicamente três tipos de cobertura verde:

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.

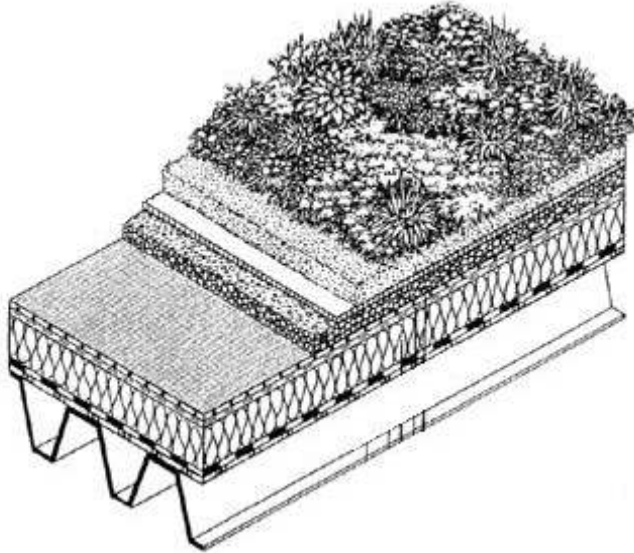


Fig. 2 – Diferentes camadas em uma cobertura verde. Fonte: E.P.A. (2007)

As camadas se alteram de acordo com a base utilizada e o tipo de clima da região. Nos lugares de clima frio é necessário uma camada que impeça a condensação de vapor d'água na membrana isolante. No clima tropical basicamente encontramos a camada de impermeabilização, uma de drenagem, uma de filtragem e uma com a terra ou substrato onde é plantada a vegetação apropriada.



Fig 3 – Residência com telhado verde. Fonte: ECOTELHADO (2007)



Fig. 4 – Aplicação de cobertura verde em parte da casa. Foto: Fernando Betim

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.

Por serem plantadas em grande quantidade, este tipo de solução facilita o uso de diferentes plantas em uma mesma bandeja.



Fig. 5 - colocação de placas. Fonte: ECOTELHADO (2007)



Fig. 6 – manutenção de cobertura vegetal. Fonte: ECOTELHADO (2007)

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

Na figura 7, Julio BERNARDES (2007) apresenta o caso de aplicação de uma tela metálica com cobertura de pés de maracujá sobre uma cúpula de acrílico do prédio do Centro de Educação Permanente em Saúde Pública, amenizando a temperatura sem interromper a iluminação e reduzindo o ruído da chuva neste tipo de cobertura.

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.



Fig.8e9 – Substituição de telhado por cobertura verde na Alemanha. Fonte: MINKE (2007)



Fig 10 e11– Construção de telhado verde em Itamonte - MG Foto: Fernando Betim

Levantamento de casos na cidade do Rio de Janeiro.

Tivemos dificuldade em levantar os casos de uso de cobertura verde na cidade do Rio de Janeiro devido a falta de cadastro ou registro sobre o assunto. Localizamos poucas casas, como a da figura 12, mas a falta de uma análise mais detalhada nos impediu de tirar muitas conclusões sobre a incidência na cidade. Durante o levantamento surgiu a questão se deveríamos ou não considerar as coberturas ajardinadas como cobertura verde. No Rio de Janeiro, em especial na Zona Sul, é freqüente o uso particular das coberturas dos edifícios que normalmente incluem jardins e piscinas. A tecnologia de impermeabilização e drenagens destes jardins suspensos é praticamente a mesma de uma cobertura vegetal, mas como a intenção é sempre decorativa, resolvemos não incluir em nossa lista. Inúmeras coberturas têm jardins e são cobertas por telha de amianto e cimento ou outro sistema convencional.

De acordo com a arquiteta Silvia Rola (in VILELA 2005), “as áreas verdes do município do Rio de Janeiro somam 27,51% do total da área da cidade. Considerando que o índice de área verde ideal para cada ser humano é de 12m²/habitante, o Rio estaria muitíssimo bem, com nada menos que 57,4m²/habitante. No entanto, observa-se a presença de ‘ilhas de calor’ em determinados pontos da cidade, provocadas pela falta de vegetação. Por mais que se tenha uma área verde dentro de um município, sua concentração em determinadas regiões só é benéfica para quem mora próximo”.

Considerando a dificuldade encontrada, passamos a focar o trabalho na experimentação e no desenvolvimento de soluções de cobertura vegetal de baixo custo, adequadas ao nosso clima.



Fig. 12 – Casa residencial na Barra da Tijuca com cobertura e muro verde.

Experimentos

Atualmente, além de iniciarmos o desenvolvimento de alguns experimentos para o desenvolvimento de soluções de baixo custo, estamos acompanhando dois casos de construção de cobertura verde na PUC-Rio, casos de coberturas planas, uma apoiada em laje e outra em madeira. Os experimentos visam dar continuidade ao desenvolvimento de coberturas vegetais de tecnologia simples e de baixo custo e pretendemos aplicar os resultados dos experimentos em duas coberturas verdes em edificações rurais a serem construídas durante o segundo semestre de 2007.

No experimento optamos por desenvolver um teto verde de baixo custo, levemente inclinado, apoiado em caibros de eucalipto roliço e coberto por uma camada de filme plástico e/ou lona, uma camada de drenagem de geomanta e uma camada de terra. Verificaremos a capacidade estrutural dos caibros de eucalipto, a capacidade de drenagem da cobertura e a eficiência das camadas propostas.

Na construção do modelo em escala real poderemos testar o comportamento de algumas espécies de plantas.

Seguem as fotos de um ensaio preliminar com a utilização da geomanta em contato direto com a terra plantada.





Fig. 13 a 18 – Experimento preliminar

Apesar de uma série de dificuldades e atrasos, já começamos a construir os experimentos, mas ainda não temos resultados para uma análise e escolha das melhores alternativas, o que deverá ocorrer no final deste ano, com a continuidade deste projeto.

Conclusão

Apesar dos inúmeros benefícios decorrentes da utilização da cobertura vegetal, tais como contribuição para a redução do efeito estufa e estabilidade térmica, foram observados poucos casos de construções que utilizam cobertura verde na cidade do Rio de Janeiro.

Os estudos mostraram a existência de diversas soluções alternativas de baixo custo que poderiam ser desenvolvidas. O trabalho encontra-se em andamento, especificamente na fase de realização dos testes e construção de modelos alternativos, visando a seleção de alternativas a serem testadas em uma construção real.

Um teto verde possui diversas características de uma melhor inserção no mundo que ora vivemos, tanto para os lugares frios, quanto para os lugares quentes. Efeitos estéticos, bem como o seu sistema físico construtivo e suas soluções para o conforto ambiental, se enquadram filosoficamente numa demanda esperada do que é qualidade de vida.

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
- 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 alii - **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