

COBERTURAS VERDES: INSUMOS PARA APLICAÇÃO NO SUDESTE BRASILEIRO

Christiane Merhy Gatto⁽¹⁾; Antonio Ferreira Colchete Filho⁽²⁾

(1) UFJF, chrismerhy@gmail.com

(2) UFJF, arqfilho@globo.com

Resumo

As coberturas verdes são utilizadas com vantagens sobre as coberturas convencionais, em climas frios e temperados há algumas décadas. Seu uso ganhou mais destaque nos últimos 20 anos como uma solução mais ecológica para coberturas. Recentemente, tem despertado mais interesse nos países de clima quente, como o Brasil. Essas coberturas são uma opção bastante viável os trópicos, como arrefecimento das temperaturas internas, evidenciando aspectos de conforto e qualidade nos ambientes construídos. Analisando estudos de caso aplicados no Sudeste, podemos verificar a eficiência desta técnica nos trópicos verificando as características e possibilidades de aplicação em nosso clima, sob o ponto de vista do conforto térmico, estabelecendo parâmetros e correlacionando-os com a literatura disponível, avaliando seu custo-benefício e seu comportamento. Após breve revisão da literatura são apresentados estudos de caso: Escola Pública na comunidade Babilônia, Rio de Janeiro – RJ, prédio residencial em Juiz de Fora - MG, Laboratório no Campus da USP em São Carlos – SP e o retrofit Ecohouse Urca no Rio de Janeiro - RJ com avaliação dos principais fatores e destaque nos pontos críticos de estrutura e impermeabilização que atuam no sucesso dessas coberturas. Embora se observe o interesse crescente e grande demanda, ainda não há muitos estudos que possibilitem a implantação de coberturas verdes em larga escala. A análise comparativa sobre o desempenho de coberturas verdes em contextos concretos já testados contribui para o melhor conhecimento do tema e avaliação do potencial construtivo dessa técnica.

Palavras-chaves: Sustentabilidade, Coberturas verdes, Sudeste brasileiro, Estrutura, Impermeabilização.

Abstract

The green roofs are used with advantages over conventional roofs in cold and temperate climates for several decades. Its use has gained more prominence in the last 20 years as an environmentally-friendly solution for roofing. Recently, it has aroused more interest in hot climate countries such as Brazil. These roofs are a very feasible option the tropics, such as cooling of temperatures, showing aspects of comfort and quality in the built environment. Analyzing case studies applied in the Southeast, checking the features and possibilities of application in our climate, from the point of view of thermal comfort, setting parameters and correlating them with the available literature, evaluating its cost-effectiveness and their behavior, we can see the efficiency of this technique in the tropics - After a brief review of the literature are presented case studies: Public School community in Babylon, Rio de Janeiro-RJ, residential building in Juiz de Fora-MG, a Laboratory in USP'Campus at São Carlos - SP, with assessment of the main factors and target at critical points of struture and waterproof that involved in the success of such coverage. While there is growing interest and high demand, there are not many studies that will permit the implementation of green roofs on a large scale. The comparative analysis on the performance of green roofs have been tested in real contexts contributes to a better understanding of the topic and constructive assessment of the potential of this technique.

Keywords: Sustainability, Green roofs, Brazilian's southeastern, Structure, Waterproofing.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização altera o uso do solo modificando todos os elementos da paisagem: a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrologia, o ar e provocam modificações climáticas. Considerando que estima-se que metade da população vive em aglomerados urbanos, a questão urbana confunde-se com a questão ambiental (GOMES, *et al.* 2011).

Ambientes densamente construídos tem suas áreas verdes reduzidas e a impermeabilização do solo aumentada, assim como a evapotranspiração da vegetação para atmosfera que atua no resfriamento da radiação solar excessiva e provoca o desequilíbrio do ecossistema naturalmente balanceado, em questões do controle da radiação solar e da precipitação das chuvas (MINKE 2004).

A qualidade destas águas superficiais também são afetadas pela coleta de poluentes como óleos, metais pesados, sais, pesticidas e excreta animal etc, que se depositadas sobre as superfícies construídas e os poluentes que são emitidos na atmosfera pelo processo de urbanização e industrialização (ROLA, 2008).

A expansão urbana global se dá diferenciadamente, mas os resultados se traduzem no aumento da pressão ambiental sobre os recursos naturais e a capacidade de suporte do planeta. Constitui-se, pois um agravante para a manutenção dos ecossistemas inter-relacionados sendo vital para sua preservação e continuidade, a conciliação para a expansão urbana-industrial (ROLA 2008). E as características do processo de urbanização brasileiro além de ser um fator gerador de problemas ambientais, é um problema ambiental em si mesmo (GOMES, *et al.* 2011).

O nível de consumo das pessoas e dos meios de produção se mantêm insustentável, especialmente nos países em desenvolvimento, onde coexistem com situações de pobreza sem acesso a recursos, tecnologias limpas e educação, como desafios extras. O acelerado processo de urbanização se realiza em paralelo com a crescente ameaça ao meio ambiente, pela ausência de padrões de produção e consumos sustentáveis para controlar as fontes de poluição (LICHTENBERG, 2006).

O impacto ambiental está diretamente relacionado aos efeitos da ação do homem sobre o meio ambiente e a construção civil exerce grande impacto no meio ambiente em toda sua cadeia produtiva desde a concepção até a demolição. A importância entre a conservação ambiental e o desenvolvimento foi lançada mundialmente com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano na Eco 92 ,no Rio de Janeiro (LICHTENBERG, 2006). Em todo o planeta, as cadeias produtivas tem que se engajar numa transformação que envolve diminuir o consumo de materiais e o desperdício. Hoje, com a inovação tecnológica o mercado construtivo tem buscado novas possibilidades para o desenvolvimento de todo o país (SILVA, 2011).

É necessária a reversão do processo de planejamento e execução das construções, a começar pelos arquitetos e as escolhas de projeto, importantes e fundamentais para que os princípios de sustentabilidade lançados, sejam incorporados nos primeiros estágios de qualquer projeto. Os projetistas têm influência decisiva na sustentabilidade do empreendimento ao tomar decisões quanto à forma, a implantação do edifício, no grau que o sítio será afetado, componentes e tecnologias especificação de matérias, computando as essas decisões um grande impacto econômico e social pela qualidade dos espaços criados e os efeitos sobre a saúde, conforto, satisfação e produtividade dos usuários (LICHTENBERG, 2006).

Coberturas verdes podem compensar as áreas verdes do solo onde são inseridas parcial ou totalmente promovendo o reequilíbrio dos eco-sistemas, estabelecendo micro-climas e equilibrando o clima de seu entorno, por isso foram resgatadas da antiguidade na busca de

tecnologias “novas” e sustentáveis que minimizassem os impactos impostos pelos ambientes construídos e a impermeabilização das grandes cidades em todo mundo (SILVA, 2011). Surge como uma alternativa de cobertura capaz de proporcionar muitas vantagens sobre as coberturas convencionais (GOMES, *et al.* 2011). É uma técnica que responde positivamente em todas as escalas: do indivíduo, da comunidade, do ecossistema urbano e globalmente, sendo compatível com a adequação das cidades à sustentabilidade, podendo chegar a representar 26% da área total de uma cidade. É o enverdecimento urbano como alternativa contributiva à sustentabilidade (ROLA, 2008).

2. COBERTURAS VERDES

Coberturas verdes são uma abordagem diferenciada para aumentar o desempenho energético das edificações pelo sombreamento, o isolamento térmico, a evapotranspiração e sua massa térmica composta pelo substrato, mais a vegetação (LICHENBERG, 2006). São um caso de biomimetismo, bem combinado de isolamento térmico e proteção das coberturas pelo substrato e vegetação (MINKE, 2004).

Proporcionam arrefecimento e calefação naturais, proporcionam a filtragem do ar e da águas pluviais, minimizam os efeitos das ilhas de calor, evitam o escoamento rápido e carga das chuvas sobre o sistema de drenagem urbano e evitam as enchentes e inundações onde a impermeabilização é de 75 a 100%, a absorção é de apenas 25% (ROLA, 2008), reduz a poluição sonora criando pequenos pulmões verdes em meio as construções de pedra das cidades. (SILVA, 2011) Tem efeito estético nas cidades cinza com efeito salutar sob estado psicológico e subjetividade humana, proporcionam conforto térmico nas edificações, economia de energia onde a maior parte dos gastos de uma edificação é ao longo do seu uso, aumentam o valor da propriedade e a integração da edificação com o entorno, seria como uma osásis no meio da selva urbana.

Os principais benefícios da vegetação nos climas quentes são para o arrefecimento reduzindo a radiação solar e diminuirndo a temperatura do ar devido ao sombreamento e evapotranspiração. Temperaturas baixas são essenciais tanto para melhorar as condições de conforto térmico como limitar o uso de energia para resfriamento (SILVA, 2011).

Tem custos variáveis dependendo do tipo empregado, se intensivo ou extensivo, se contínuo ou modular pré-elaborado com custo mínimo de R\$ 80,00 a 120,00 por m², no Brasil. Na Europa, em algumas localidades há subsídios financeiros por m² ou porcentagem de montante fixo cobrindo material e custo de instalação (SILVA, 2011). Pode ter um custo inicial de instalação maior, mas a relação custo-benefício supera com vantagens (ROLA, 2008).

Podendo ser empregada também técnicas de baixo custo e tem no mínimo 4 camadas básicas: estrutura de suporte, impermeabilização, substrato e vegetação. Segundo Gomes (*et al.* 2011), a diferença de preço pode ser pequena se o sistema é instalado diretamente sobre a laje impermeabilizada, equiparado ao do telhado convencional.

Não há dúvidas sobre os benefícios que o sistema traz para o meio ambiente, para a sociedade e para o usuário, entretanto critérios técnicos e funcionais devem ser adotados para o bom funcionamento das coberturas verdes como estrutura adequada bem dimensionada, impermeabilização cuidadosa e tecnicamente aplicadas, bom dimensionamento do substrato e escolhas das camadas e vegetação a serem instaladas e sua manutenção (SILVA, 2011). Todos estes fatores influem diretamente no desempenho e resultado esperado.

2.1. Conceitos

São sistemas de cobertura vegetados multicamadas instalados sobre qualquer superfície construída, seja de concreto, madeira ou metal devidamente impermeabilizada, com estrutura de apoio que suporte o carregamento constituído de suas camadas como: vegetação, substrato, drenagem, impermeabilização e camadas de filtragem e proteção, transformando as edificações e espaços públicos em biótipos (ROLA, 2008).

2.2. Classificação

As coberturas são classificadas de maneiras diversas, seja por sua vegetação e espessura de substrato, modo de confinamento ou aplicação. Os tipos principais são as intensivas, semi-intensivas ou extensivas. Podem variar o substrato de 10 cm a 50 cm, os tipos mais usuais (IGRA, 2012). Hoje, encontramos os tipos pré-elaborados como os modulares, alveolares e laminares com pesos e vegetações variadas de fácil aplicação (GOMES, *et al.* 2011). Atualmente, inovações desenvolvidas já possuem espessura total de apenas 5 cm e plantio por pluverização, como as mantas pré-vegetadas para aplicação imediata e pequenas variações em relação aos outros modelos, na Alemanha, Grã-Bretanha e Canadá (ROLA, 2008).

A definição da vegetação é feita de acordo com o efeito ou objetivo que se quer alcançar: seja estético, qualidade interna, microclima ou na escala urbana. Em função da vegetação que vai comportar, é dimensionado a espessura do substrato e todos os outros elementos estruturais, impermeabilização e as camadas de proteção necessárias, além dos cuidados necessários na manutenção, irrigação, custos e outros (MINKE, 2004).

2.3 Aplicações, vantagens e desvantagens

Mostram-se muito atraentes e de grande aplicabilidade no nosso clima como técnica passiva de arrefecimento e controle de regime de chuvas e são colaborativas na minoração de inundações e enchentes, além de possuírem grande apelo estético (LICHTENBERG, 2006). Agregam valor às edificações, geram grande economia de energia, aumentando consideravelmente o conforto térmico e acústico dos usuários e qualidade da edificação (SATTLER, 2002).

Tem efeitos psicológicos e salutares à subjetividade humana proporcionando bem-estar, prevenindo estados depressivos, e aumentando a produtividade com maior integração com o entorno, tornando a implantação da edificação mais suave, mais harmoniosa (MINKE, 2004). Promovem a filtragem do ar atmosférico e absorvem partículas nocivas e metais pesados e aumentam a permeabilidade das superfícies urbanas, além de minimizar as ilhas de calor com redução da irradiação térmica absorvida pelas edificações (ROLA, 2008).

Como desvantagens iniciais podem ter a sobrecarga da estrutura e a manutenção, que podem causar um aumento nos custos, assim como a dificuldade de identificar infiltrações e problemas de reparos na impermeabilização (LICHTENBERG, 2006).

3. FRAGILIDADES E ANÁLISES

À estrutura e a impermeabilização imputaremos as limitações e fragilidades da aplicação do sistema que consideraremos pontos críticos. A estrutura terá que apresentar a capacidade de suportar as sobrecargas advindas da cobertura verde (IGRA, 2012), o que limita as opções em casos de retrofits e a princípio aumentam os custos iniciais da implantação (ROLA 2008). Já a impermeabilização é dada pela dificuldade de manutenção em caso de vazamentos e por se constituir o principal receio e construtores e usuários (LICHTENBERG, 2006). São, portanto pontos fundamentais para a aplicação bem sucedida do sistema. É recomendado o planejamento das coberturas desde a concepção do projeto para melhor dimensionamento em

projeto e um detalhamento mais minucioso que garanta a execução adequada e o bom desempenho do sistema (SILVA 2011), com maiores chances de sucesso.

4. ESTUDO DE CASO

Nos estudos de caso, analisamos os critérios adotados e os pontos críticos para cada tipo específico de uso. A Escola Percília, no Morro da Babilônia no Rio de Janeiro - RJ, o Residencial Bom Pastor em Juiz de Fora- MG, o Laboratório de Pesquisas para Graduação e Pós no Campus da USP em São Carlos- SP e a Ecohouse Urca no Rio de Janeiro- RJ são apresentados em resumo abaixo:

Quadro 1 – Quadro sintético dos estudos de casos

Estudo Caso	Uso	Área	Estrutura	Camadas Execução	Impermeabilização	Tipo/ Substrato	Vegetação
Morro Babilônia - RJ	Recreação , refeitório, multiuso	54 m ²	Madeira (para a sobrecarga de 150 kg/m ²)	Vegetação, substrato, dreno lateral, filtro para separação dreno, proteção (areia), proteção (feltro), película para UV, lona polietileno , placas de MDF	Lona de polietileno, película de plástico para estufa	Extensivo 10 cm	Gramado em rolos
Residencial Bom Pastor- JF	Lazer	1035 m ²	Laje de concreto	Vegetação, substrato, geotextil Bidim, drenagem, regularização, proteção, impermeabilização, proteção, laje	Manta asfáltica (VIAPOL)	Intensivo 35 cm	Arbustiva e grama
CVL-Campus USP - São Carlos	Conforto térmico, coleta de dados experimental, pesquisas	82 m ²	Laje de concreto alveolar	Vegetação, substrato, geocomposto filtrante, camada pré-impermeabilizante, impermeabilizante, laje	Solução de Cimento látex, Biopolímero a base de resina poliuretana - poliol + pré-polímero) a partir de óleo vegetal de mamona	Extensivo 10 cm	Gramado em tapetes
Eco-house Urca- RJ (Retrofit)	Lazer, redução de ganho térmico pela cobertura, efeito estético	120 m ²	Laje de concreto reforçada com perfis metálicos	Vegetação, substrato 20 cm, camada de areia 5 cm, manta Bidim, camada drenante argila expandida 10 cm, impermeabilização, laje	Manta asfáltica Morter Plas RR 3 mm e Morter Plas Feltro/Pol c/ aplicação de filme de polietileno aderido com Plastipegante (TEXSA)	Semi-intensivo 20 cm	Ervas , arbustos, arbustivas de raízes curtas, grama em rolo

Fonte: Autor, 2012.

5. CONCLUSÕES

Pelo que podemos observar, as coberturas podem ser aplicadas em situações distintas com técnicas diversas. Foram utilizadas sobre suportes de concreto, madeira, concreto alveolar e no retrofit com reforços metálicos para nova laje de concreto, sem prejuízo para o resultado esperado. Vemos que as impermeabilizações utilizadas são elencadas com opções disponíveis diferenciadas, mas com desempenho esperado e dentro das normas, além de processos desenvolvidos aqui no Brasil, como na Escola Percília e no Laboratório em São Carlos, o que é motivo e orgulho nosso. Vale ressaltar que em todos os estudos de casos, verificamos a acuidade e detalhamentos necessários, tanto nos projetos, quanto na execução.

As técnicas aplicadas são compostas pelas camadas básicas de vegetação, substrato, drenagem e impermeabilização e as camadas de proteção e filtragem de acordo com o método escolhido como o desempenho projetado e esperado e a vegetação varia de conforme o uso e o objetivo almejado, sendo que a espessura do substrato varia em função das necessidades da cobertura vegetal. A aplicação da técnica não tem limite de área mínima ou máxima, isso depende invariavelmente do dimensionamento da estrutura e suporte.

Verificamos que desde que os devidos cuidados recomendados pelas normas para as edificações em geral, no que tange a estrutura e a impermeabilização, as coberturas verdes podem ser aplicadas com sucesso como elementos de coberturas e as fragilidades ou pontos críticos são contornados sem maiores problemas, inclusive limitações de sobrecargas ou dificuldades com a impermeabilização.

As inovações tecnológicas são exemplos de ampliação do mercado e trazem soluções de peso com modulares pré-elaborados pesando 50 kg/m² e com custo semelhante ao do telhado convencional. Os modelos pré-elaborados podem vir com vegetação ou não, podem ter sistema e irrigação e tem várias opções de utilização e tem conquistado o mercado pela agilidade na execução. Observamos que o mercado nacional disponibiliza o material aplicado, com muitas opções e que as coberturas verdes podem ser adaptadas às condições climáticas tropicais com todos os benefícios e vantagens sobre os telhados convencionais, contornando os supostos obstáculos a elas imputados e ainda temos materiais naturais em abundância para desenvolvimento de técnicas nacionais como bambu, utilizado sucesso as estruturas de apoio.

REFERÊNCIAS

GOMES, Aline Diniz Nogueira, Eneli BALBINO, Luciana Targa RIGUEIRA, e Marcos APARECIDO. **Uma breve análise sobre eficiência do telhado verde como alternativa ecológica para as construções civis.** Santo André, SP: Universidade do Grande ABC- Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, 2011.

IGRA . **IGRA International Green Roof Association.** 2012. Disponível em: <<http://www.igra-world.com>>. Acesso em 29 de Abril de 2012.

LICHTENBERG, Rose Alexandra. **Alta Qualidade Ambiental aplicada ao projeto de re-habilitação residencial urbana em clima tropical úmido: Ecohouse Urca.** Rio de Janeiro, RJ: UFRJ- FAU- Proarq, 2006.

MINKE, Genot. **Techos Verdes. Planificación, ejecución,consejos prácticos.** Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004.

ROLA, Sylvia Meimardou. **A Naturação como ferramenta para a sustentabilidade de cidades: estudo da capacidade do sistema de natureza em filtrar a água de chuva.** Tese de doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2008.

SATTLER, Miguel A. **Edificações e Comunidades Sustentáveis.** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002. SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado Verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização Construção Civil- Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções. Belo Horizonte: Esocla de Engenharia UFMG, 2011.