



Arcabouços Precípuos para Eficiência Hidroenergética de Unidades Habitacionais: As Coberturas Verdes e a Análise de Características Preliminares para Implantação no Município de Garanhuns

Jamile Batista dos Santos¹, Maria Mariah M. W. E. C. de Farias², Wilker Victor S. Azevêdo³

¹ IFPE – Campus Garanhuns. e-mail: jamiile_santos@hotmail.com

² IFPE – Campus Garanhuns. e-mail: maria.farias@garanhuns.ifpe.edu.br

³ IFPE – Campus Garanhuns. e-mail: wilker.azevedo@garanhuns.ifpe.edu.br

Resumo: Este trabalho destaca características e arcabouços teóricos que tem como objetivo a apresentação dos telhados verdes como alternativa sustentável para eficiência hidroenergética de unidades habitacionais. Através de sinopse bibliográfica são expostos benefícios que proporcionam o mapeamento de oportunidades no município de Garanhuns, localizado no Agreste Meridional de Pernambuco. Estruturas, tipos e aspectos prévios à implantação desta tecnologia são apontados e discutidos. Um mapa exploratório de reconhecimento de solo na região torna permissível o levantamento de oportunidades quanto ao uso de substratos. Discorre-se sobre a alternativa de coberturas verdes como elemento de desenvolvimento sustentável, subsidiando pesquisa dedicada vinculada a um projeto de pesquisa em andamento no âmbito do IFPE - Campus Garanhuns.

Palavras-chave: aproveitamento de águas pluviais, sustentabilidade, telhado verde

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas áreas urbanas, atrelado ao desenvolvimento industrial, tem como consequência a diminuição das áreas verdes nas cidades, levando à insustentabilidade dos recursos naturais, trazendo prejuízos ao meio ambiente, como a geração de ilhas de calor nos centros urbanos, aumento da poluição atmosférica, sonora e visual, redução da capacidade de escoamento da água da chuva, dentre outros problemas. A necessidade de conciliar o crescimento com o desenvolvimento sustentável, motiva para prospecção e uso de tecnologias limpas, denotando a ideia de reaproveitamento dos recursos naturais.

O agravamento dos problemas no seio urbano ocorre em virtude do crescimento desordenado das cidades e da população. Segundo dados do IBGE (2010) a população de Pernambuco cresceu 11% na última década e, no mesmo período, a cidade de Garanhuns teve um aumento de sua população correspondente à 9%, sendo 89,1% da população total residindo em área urbana. Considerando a oportunidade e expansão das coberturas verdes, estudos subsidiam alocações oportunas no Agreste Meridional de Pernambuco.

O telhado verde é uma alternativa que se encaixa no conceito sustentável, proporcionando benefícios tais como isolamento térmico, acústico, contribuindo para o ciclo hidrológico, biodiversidade, e para o melhor reaproveitamento da água. Neste sentido, este trabalho tem como foco principal analisar a tecnologia dos telhados verdes, sintetizando registros bibliográficos a fim de aglutinar fundamentos sobre as técnicas admitindo clima e índice pluviométrico da região do Agreste de Pernambuco, especificamente na cidade de Garanhuns. Ainda, o levantamento de propostas tem como objetivo usufruir dos benefícios proporcionados pelo telhado verde aos seus adeptos e ao meio ambiente. A proposta incorpora parte de pesquisa dedicada realizada no âmbito do IFPE-Garanhuns.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E SINOPSE BIBLIOGRÁFICA

A concentração e ocupação nos centros urbanos propicia um aumento da densidade demográfica, o qual incide, em grande parte dos casos, a uma distribuição desordenada submetida a técnicas e referenciais de construção em que se fazem irrelevantes as preocupações com as medidas de cunho ambiental. Estas, em geral, tentam suprimir agravantes ecológicos provocados pela ação humana. Os telhados verdes, neste cenário, caracterizam-se como uma tecnologia/prática que consistem da aplicação de solo e vegetação sobre o alto de casas e prédios. Sua estrutura básica (em camadas) é apresentada na Figura 1.



Figura 1 - Camadas de um Telhado Verde

2.1 Estrutura e Tipos

Uma definição eficaz sobre estrutura e tipos de coberturas verdes é trazida por PALLA *et al.* (2010), em que os telhados verdes se fazem como um complexo de camadas, subdivididas e caracterizadas com as seguintes funções:

- Uma membrana impermeável de geotêxtil, para impedir que a água infiltre;
- Uma camada de drenagem, que serve para transportar a água da chuva que é retida no telhado e armazena-lá para a vegetação em períodos de seca;
- Acima da camada de drenagem é instalado um tecido/camada de filtro, o qual impede que o solo comprometa a água drenada;
- Por fim, dispõe-se da camada de solo/substrato e vegetação;

Em geral a literatura classifica em dois os tipos de telhados verdes (Fig. 2):

- (a) O extensivo é mais leve, com espessura do substrato de 5 cm à 15 cm, impondo à cobertura uma carga adicional de aproximadamente 70 à 170 kg/m². Este tipo de telhado verde requer baixa manutenção, sendo normalmente composto por espécies vegetais como herbáceas e gramíneas. Ainda, ele forma uma camada térmica adicional, com a vantagem do belo efeito paisagístico.
- (b) O intensivo com espessura do substrato de 15 cm à 50 cm é mais pesado, com carga adicional de aproximadamente 290 à 970 kg/m². Por isso, este tipo requer uma estrutura reforçada para suportar o peso. A camada de solo é mais profunda que nos modelos extensivos. Sua composição contém geralmente espécies como gramíneas, arbustivas e arbóreas, requerendo alta manutenção (HENEINE, 2008). Em algumas coberturas é prudente verificar a necessidade de reforço da estrutura já existente.

Exemplos de biocoberturas ou telhados verdes são apresentados na Figura.



Figura 2 - Coberturas verdes em residências (Fonte: <http://arquiteturapaisagismo.blogspot.com.br>)

Coberturas verdes extensivas são bem adequadas para coberturas com pequenas cargas a serem suportadas e locais os quais não foram feitos para serem usados para jardins de cobertura. Ainda, registra-se que os custos são mais baixos do que o telhado verde Intensivo.

No contexto tratado, Getter & Rowe (2008) destacam como fatores para seleção de material vegetal:

- A intenção do projeto e seu apelo estético;
- As condições ambientais;
- A composição do meio e profundidade;
- Os métodos de instalação e manutenção.

De modo suplementar, pode-se afirmar que alguns fatores de projeto que podem influenciar a seleção de plantas incluem a acessibilidade e a utilização do telhado. Ainda, é essencial a gestão de águas pluviais e a análise do isolamento térmico.

2.2 Benefícios dos Telhados Verdes

Alguns dos principais benefícios relacionados ao uso dos telhados verdes são indicados na Figura 3.

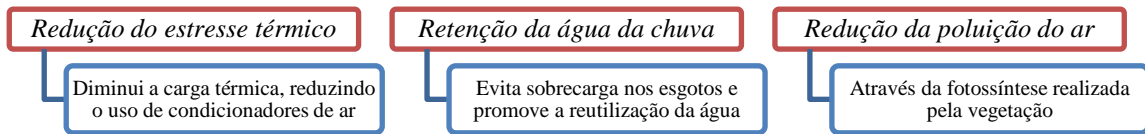


Figura 3 – Benefícios quanto à utilização dos telhados verdes

Uma grande vantagem do uso de telhado verde está relacionada ao aproveitamento das águas pluviais. A água captada pelo telhado pode ser utilizada no uso doméstico e rural para fins não-potáveis como: utilização em descarga de banheiros, lavagem de piso, de roupas; nas áreas rurais esta água pode ser aproveitada para irrigação da lavoura, e ainda ser armazenada para os períodos de estiagem (MACHADO, 2004). No contexto do Agreste Meridional de Pernambuco, o reaproveitamento da água é uma alternativa sustentável interessante, uma vez que a área de abrangência sofre com o precário abastecimento de água.

2.3 Aspectos Prévios à Implantação de uma Cobertura Verde

Para serem alcançados os benefícios que o telhado verde proporciona é necessário fazer um estudo minucioso antes da instalação do mesmo. Segundo HENEINE (2008), é necessária avaliação dos seguintes critérios:

- **Substrato:** É a base para o telhado verde - tem que dispor de uma profundidade ideal para o crescimento das raízes, oferecendo às mesmas uma quantidade adequada de nutrientes, e um bom balanceamento da relação água-ar. Outros critérios em relação ao substrato são: a importância do tamanho dos grãos, máxima capacidade de retenção de água, permeabilidade, resistência à erosão pelos ventos, proporção do material orgânico, aeração e um bom ph.
- **Tipos de plantas:** Plantas resistentes à seca, radiação solar, baixas temperaturas, espaço limitado para o crescimento de suas raízes, são recomendadas para telhados extensivos. Plantas do gênero Sedum, Sempervivum, Saxifragasão resistem ao stress hídrico e armazenam água em suas folhas. As espécies Dianthus, Asteraceae e gramas ornamentais também se encaixam nas características citadas.

Variedade de plantas como as herbáceas, perenes, gramas e árvores são resistentes à intensa radiação solar, porém, são indicadas para telhados intensivos, por terem raízes mais profundas, e necessitarem de uma disponibilidade maior de nutrientes e uma maior manutenção.

2.4 Características do Solo em Garanhuns

É importante caracterizar os tipos de solos para verificação de oportunidades regionais nos elementos que compõem as coberturas verdes. Como pode ser observado na Figura 4, o Mapa exploratório de reconhecimento destaca alguns tipos predominantes em Garanhuns-PE.

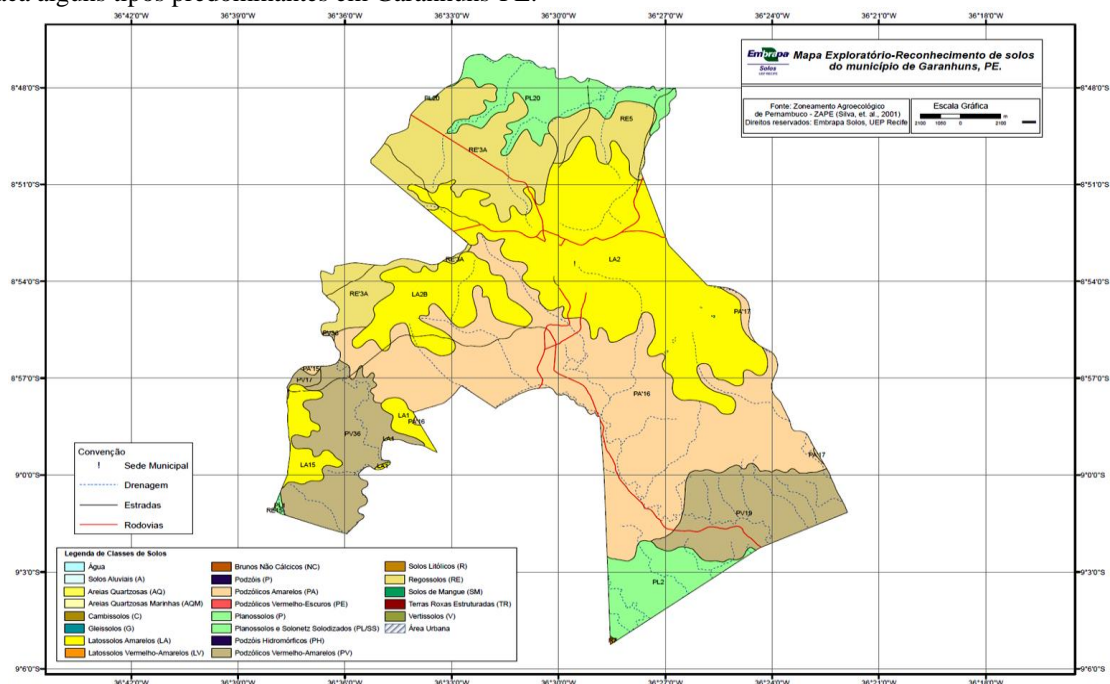


Figura 4 – Mapa exploratório de reconhecimento de solos no município de Garanhuns (Fonte: Embrapa)



Os tipos de solos devem ser avaliados para aplicação em modelos extensivos ou intensivos nas coberturas verdes, ponderando-se sobre variabilidade, perfil das camadas e vegetação a ser utilizada, merecendo-se destaque às seguintes características básicas:

- i. **Solos Podzólicos Amarelos:** Eles estão entre os que mais tradicionalmente têm sido utilizados em agricultura irrigada. Esses solos, apesar de apresentarem baixa fertilidade natural e pouca retenção de água e nutrientes, oferecem, quase sempre, boas condições físicas e de drenagem interna.
- ii. **Latossolos Amarelos:** São solos bem drenados, com predominância de textura média. Apresentam baixa saturação e soma de bases, enquanto os teores de saturação por alumínio são altos, o que lhes confere caráter álico. Uma de suas características mais marcantes é a coesão – quando secos, apresentam-se duros ou muito duros. Suas principais limitações decorrem de forte acidez e baixa fertilidade química natural.
- iii. **Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos:** Os solos desta classe apresentam grande variação em características morfológicas e analíticas, com textura argilosa a muito argilosa, com presença ou não de calhaus e cascalhos. Eventualmente podem ser encontradas pedras em alguns destes solos. Podem ser eutróficos, distróficos ou álicos.
- iv. **Regossolos:** São solos minerais pouco desenvolvidos, não hidromórficos, medianamente profundos ou mais espessos (A+C 50 cm), tendo sequência de horizonte A-C, ou A-Cr, textura normalmente arenosa, contendo na fração areia e/ou cascalhos apreciáveis teores (>4%) de minerais facilmente intemperizáveis.

A seleção de plantas depende, além do perfil do solo, das características do microclima da região, influenciado pelo maciço dômico de altitude média de 800 metros, generosos índices pluviométricos e temperatura amena.

A cidade de Garanhuns está localizada no Agreste Meridional de Pernambuco, situada no Planalto da Borborema (região montanhosa localizada no interior do Nordeste brasileiro). O município ergue-se entre sete colinas e, no ponto mais elevado da cidade, a altitude chega a 1030 metros. O clima é mesotérmico, com temperatura média anual de 21° C, e com variação entre nove graus no inverno e podendo chegar aos 30°C no verão, a média anual do índice pluviométrico (2002-2008) chega à 1.038 mm/ano. Estes indicadores expõem um cenário de oportunidades, subsidiando projetos para implantação, consolidação e reestudo de modelos. Culturas que oferecem suporte à agricultura familiar podem também ser exploradas na transição dos meios urbano e rural.

4. BENEFÍCIOS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Um dos principais benefícios observados pelo uso do telhado verde é a redução do escoamento superficial. Segundo PALLA *et al.* (2010), a partir de estudos específicos conduzidos em diversos microclimas nos Estados Unidos e países da Europa, a capacidade anual de retenção pode variar de 40% à 80% do volume total precipitado (Figura 5).

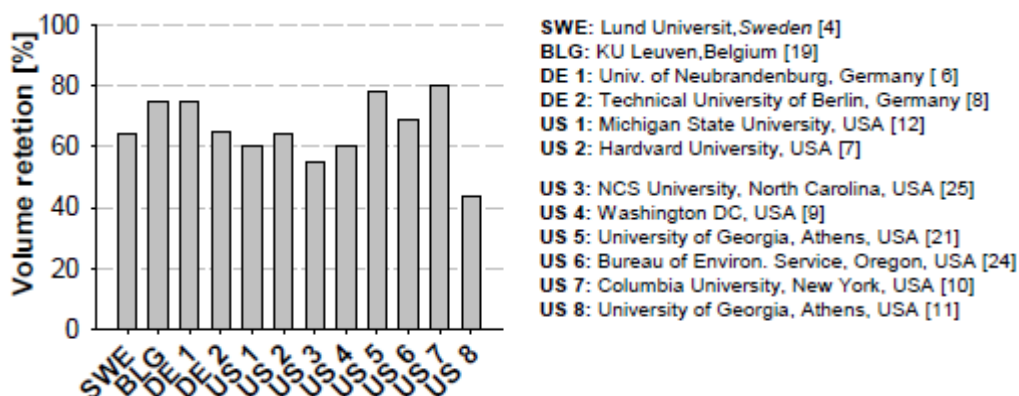


Figura 5 - Capacidade de retenção anual de telhados com cobertura Verde - PALLA *et al.* (2010)

Estudos atentam que a declividade do telhado deve ser parâmetro definido como em função da precipitação pluviométrica. Nas análises realizadas por Van Woert *et al.* (2005), constatou-se através de experimentos que um telhado com um declive de 2% à 4% de profundidade, é mais eficaz na retenção de água do que um telhado com declividade de 6,5%. Porém este aspecto está diretamente relacionado com a intensidade da chuva, ou seja, para regiões com maior precipitação é interessante optar por um telhado com menor declividade, pois a retenção da água é maior. Em cidades como Garanhuns, em que o volume total precipitado no



ano de 2011 foi de 10.012 mm, e a média mensal foi 83,43 mm, seria interessante optar por telhados com nível de declividade menor visando maior retenção da água.

A vegetação predominante na cidade de Garanhuns é a Caatinga de brejos (regiões da caatinga onde as chuvas são regulares) e Mata Atlântica. Dessa forma plantas de pequeno porte e com baixa necessidade de manutenção são as mais indicadas, podendo se fazer como fonte elegível para teste (Figura 6).



Figura 6 - Planta da família Crassulaceae

Diante desta nova perspectiva mundial em busca do desenvolvimento sustentável, é de grande relevância que cidades como Garanhuns, que imprime nos últimos anos considerável crescimento urbano e que apresenta clima propício para implantação de alguns modelos de coberturas verdes se desenvolva de maneira sustentável. Ainda, é evidente o generoso índice pluviométrico anual, tornando possível a adoção destas características a favor da natureza, corroborando para um desenvolvimento sustentável com prerrogativas de redução dos níveis de escoamento, os quais muitas vezes são onerosos ao meio urbano em virtude do relevo do município. O telhado verde é, deste modo, uma alternativa que alia diretamente o conceito de sustentável, percorrendo contribuições para a natureza, além de trazer desenvolvimento para a cidade, que tem um perfil turístico há algumas décadas, sendo reconhecida no plano nacional e internacional como “cidade das flores”.

Como um dos principais desafios na instalação de um telhado verde, destaca-se o custo de implantação, principalmente no valor da manta impermeável, a qual geralmente é de geotêxtil. A prospecção de novas alternativas de mercado pode exibir a curto/médio prazo outras opções com um custo mais viável. Um outro desafio no plano do Agreste Meridional é a estrutura das unidades habitacionais, que necessita de um reforço para suportar o peso e manutenção em intervalos de tempo, caso contrário, poderão sofrer rachaduras, infiltrações, e ainda atrair mosquitos.

É fundamental, para adoção de propostas em cenários congêneres, estudos preliminares sobre o tipo de substrato utilizar, o melhor tipo de planta, conforme o clima da região, e a estrutura da casa. Estes custos para a instalação são compensados, podendo aproveitar-se ao máximo das vantagens de um telhado verde.

Sinteticamente, a escolha de uma cobertura verde vai depender da finalidade em que se apropria a área do telhado. Atualmente, existem telhados (intensivos) que tem função de jardins suspensos, onde podem ser cultivadas espécies de maior porte, hortas, e são acessíveis, os custos de instalação são mais altos e requerem maior manutenção. Existem também modelos mais viáveis que são os mais populares que são os modelos extensivos, não são acessíveis, mas proporcionam os mesmos benefícios que um extensivo, além de ter um custo menor com instalação e manutenção.

A exposição de modelos, discussão estrutural, mapeamento de benefícios e análise de características no município de Garanhuns reporta parte de uma pesquisa dedicada em andamento, abordando condições prévias de implantação para exploração dessa alternativa de desenvolvimento que alia sustentabilidade, adaptabilidade e prospecção de alternativas no Agreste Meridional de Pernambuco.

Conclusões

A partir das informações discutidas no trabalho, nota-se que os telhados verdes expõem inúmeros benefícios decorrentes da utilização da cobertura vegetal. A inexistência na exploração desta prática no município de Garanhuns-PE levanta a possibilidade de construção de modelos adaptativos, acentuando o uso de soluções ambientalmente corretas, potencializando o uso da água da chuva.

Uma análise exploratória sobre as estruturas básicas adotadas nas coberturas verdes e o perfil de solos e características climáticas, acena a viabilidade estrutural na exploração da técnica para fins arbóreos, para agricultura, melhoria térmica e energética de habitações, além da redução na poluição do ar, melhorando o escoamento da água, contribuindo para consolidação da infraestrutura do município. Na pesquisa realizada, a



prospecção dos tipos de vegetação e substrato estão sendo sob realização, bem como estudo minucioso de modelos arquitetônicos para a cobertura.

Através da abordagem, verifica-se que o telhado verde é uma opção sustentável que ameniza a diminuição registrada nas áreas verdes das cidades, reaproveitando recursos naturais. Com a realização de uma análise minuciosa antes da instalação da cobertura verde, é possível usufruir dos benefícios que a mesma proporciona. Com os ecotelhados mostra-se, adicionalmente, que ainda é possível enquadrar a qualidade de vida demandada pelo desenvolvimento socioeconômico por via da utilização de tecnologias limpas, convergindo-se para o conforto ambiental, bem estar e sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

GONÇALVES, P. P. *Avaliação do uso de sistemas ecológicos em Fortaleza: um estudo de caso sobre as práticas atuais e visão dos empreendedores para as construções do futuro*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE: O Autor, 2009. 69pp.

HENEINE, M.C.A.S.; **Cobertura Verde**. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 49p. (Monografia).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (a) *Sinopse do Censo Demográfico 2010*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 2 julho 2012.

MACHADO, F. O.; CORDEIRO, J. S.. *Aproveitamento das Águas Pluviais: Uma Proposta Sustentável*. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 7º. Anais. São Luís, 30 nov a 3 dez 2004.

PALLA, A.; GNECCO, I.; LANZA, L.G. Hydrologic Restoration in the Urban Environment Using Green Roofs. **Water Journal**, 2;140-154, 2010.

VAN WOERT, N.D.; Rowe, D.B.; Andresen, J.A.; Rugh, C.L.; Fernandez, R.T.; Xiao, L. Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope and Media Depth. *J. Environ. Qual.* **2005**, 34, 1036-1044.