

Estudo de benefícios da implantação de telhados verdes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Antecedentes	6
2.1 Objetivos do GTT	8
3.1 Metodologia	10
2. BENEFÍCIOS	10
1.1 Retardo	10
2.1 Reúso	11
3.1 Eficiência energética	12
3. VISTORIA DE CAMPO – PROJETO PILOTO	13
4. MINUTA DE RESOLUÇÃO	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1. INTRODUÇÃO

Considerando o crescente número de iniciativas da atual Administração acerca da sustentabilidade e resiliência, notadamente no âmbito das edificações, o estímulo à produção de telhados verdes em prédios públicos se somará a esses esforços na busca de uma Cidade mais sustentável e equilibrada.

Da mesma forma, este trabalho realizado pelo GTT dos Telhados Verdes busca se alinhar ao Plano de Desenvolvimento Sustentável em elaboração, que prevê a adoção de práticas sustentáveis pelos órgãos públicos, bem como garante que planos e programas da administração municipal estejam alinhados à mitigação dos efeitos decorrentes das mudanças climáticas.

Em função da camada de terra e vegetação, o telhado verde funciona como isolante térmico, garantindo temperaturas internas mais amenas, mesmo em dias de maior incidência solar. Também coopera no sistema de retardo de águas pluviais, uma vez que a chuva é retida na vegetação antes de ser encaminhada aos sistemas de reuso e retardo.

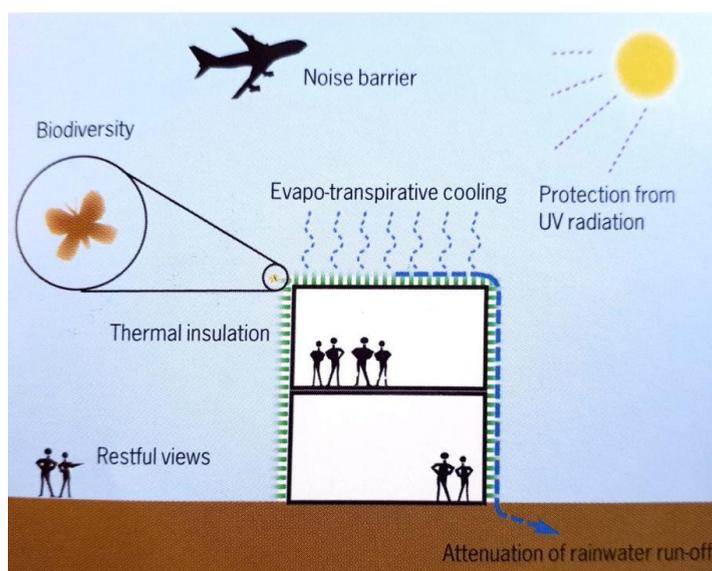


Imagem 1. Síntese dos benefícios da implantação de um telhado verde (Grant, 2006)¹

Possui ainda papel no combate ao efeito estufa e à produção de ilhas de +calor, por aumentar o sequestro de carbono da atmosfera e na formação de microclima pela manutenção da umidade no seu entorno.

Grant (2006) cita ainda diversos benefícios adicionais ao uso do telhado verde, como barreiras acústicas, produção de alimentos, espaços extras para recreação e relaxamento, proteção contra radiação ultra violeta e conexões em redes de

¹ GRANT, Gary. Green roofs and façades. Ed. IHS BRE Press, 2006.

infraestrutura e corredores verdes. Este trabalho tem como foco, sobretudo, o levantamento das reduções de consumo originados pelo uso do telhado verde, considerando o reuso de águas pluviais e consumo energético. Ao final, esta redução do consumo será monetizada de forma a entendermos a melhor forma de implantação da estratégia, considerando a aplicação prática em projeto-piloto.

O projeto-piloto será uma escola da rede municipal, eleita a partir da sua capacidade de replicação e engajamento dos gestores.

1.1. ANTECEDENTES

O projeto dá continuidade ao GTT Telhados Verdes I, que desenvolveu normativa para o uso de telhados verdes, definindo parâmetros e aplicação. Agora, o foco é a ampliação do uso, considerando a Prefeitura como disseminadora da prática.

No entanto, é importante rever, para o início deste trabalho, algumas constatações levantados pelo primeiro GTT, notadamente relativas ao uso do instrumento pelas diversas municipalidades, pelo Brasil e também experiências internacionais. Para tanto elencamos aqui as considerações:

- Existem basicamente três formas de tratamento do tema no âmbito público:
 - a) Permissão de uso;
 - b) Obrigatoriedade (na esfera pública ou privada);
 - c) Incentivos (financeiros ou edilícios).
- Os programas públicos estabelecem o tipo de necessidade vinculada ao uso de telhados verdes:
 - a) Redução das ilhas de calor;
 - b) Isolamento térmico e acústico;
 - c) Qualidade estética do coroamento;
 - d) Uso racional da água, através da criação de reservatórios de retardo;
 - e) Resfriamento através de evapotranspiração e redução das ilhas de calor;
 - f) Geração de biodiversidade;
 - g) Produção alimentar.
- Benchmarking elaborado:
 - a) Países Baixos - o uso de telhado verde é estimulado sobretudo pela capacidade de retenção das águas pluviais, dado que inúmeras cidades possuem cotas de ocupação extremamente baixas e muito suscetíveis a inundações;
 - b) Suíça, notadamente na cidade de Basel - geração de biodiversidade e criação de habitats de vida selvagem, primariamente para encorajar a aparição de invertebrados raros;

- c) Cidades europeias de maneira geral – Diversas obrigadoriedades quanto ao uso de telhado verde;
- d) Cidades americanas - estratégia vinculada à projetos de eficientização energética das edificações, através de incentivos, fiscais e edilícios;
- e) iniciativas nacionais - focam primordialmente na permissão de uso, com exceção das cidades que instituíram programas de desconto de IPTU a partir da adoção de várias estratégias de sustentabilidade.

Quadro 1. Benchmarking políticas públicas

Cidades	Permissão	Obrigaçã Público	Obrigatório Privado	Incentivos Fiscais	Incentivos Edilícios
São Paulo	o				
Recife			o		
Goiânia				o	
Porto Alegre	o				
Munique		o	o	o	
Paris			o		
Rotterdam		o	o		
Basel		o	o		
Bruxelas				o	
Toronto		o	o	o	
Vancouver			o	o	
Singapura	o				

Cidades	Permissão	Obrigaçã Público	Obrigatório Privado	Incentivos Fiscais	Incentivos Edilícios
Austin					o
Chicago					o
Seattle					o
Minneapolis				o	
Nashville				o	
New York City				o	
Ohio				o	
San Francisco				o	
Washington				o	
Syracuse				o	
Milwaukee				o	
Portland		o			o

Fonte: Benchmarking Grupo de Trabalho Transversal Telhados Verdes I, 2016

1.2. OBJETIVOS DO GTT

Aprofundar a legislação específica para telhados verdes na Cidade, definindo obrigações / incentivos ao uso, com seus respectivos cenários de adesão à prática. Será ainda considerada sua aplicação em próprios municipais, em um projeto piloto em escola municipal a ser definida

Ao longo do andamento do GTT, e considerando a necessidade de adoção de medidas pelos próprios entes públicos, as ações se voltaram para a consecução deste projeto piloto, sobretudo aquelas relacionadas ao seu orçamento e formas de financiamento.

Dentro desse espírito, o fornecimento de dados financeiros se tornou de extrema importância como forma de convencimento aos gestores dos órgãos envolvidos do custo benefício da estratégia, denotável a partir de seu baixo investimento e payback relativamente curto, como veremos adiante.

Tal mensuração se torna possível através da redução do consumo energético ligado ao condicionamento de ar naqueles ambientes diretamente beneficiados pelo telhado verde. O telhado verde, enquanto isolante térmico, permite que o uso de ar condicionado nas salas de aula seja reduzido, e, conseqüentemente, tal redução do consumo venha refletido na redução da conta de energia.

Quadro 2. Comparativo dos consumos

LOCAL	BENEFÍCIO QUANTITATIVO	
Europa (Alemanha)	27°C / -21°C	Diferença entre as temperaturas do ar interno máximas (verão) e mínimas (inverno) internas, respectivamente, comparando cobertura convencional e CV
Ásia (Japão)	4,2°C	Redução da temperatura do ar máxima interna medida em relação à uma laje plana de um edifício comercial (wong,2003)
	30°C	Diferença da temperatura superficial máxima externa medida em relação à laje plana exposta no verão no Japão. (Onmura, 2000)
América do Norte (EUA)	6°C	Variação máxima da temperatura interna com CV em Chicago. Redução na demanda de energia 6-7,5 KWh/dia.
América do Sul (Brasil)	5,1°C	Diferença de temperatura máxima do ar interior, no período de verão comparando-se CV e laje exposta medida em protótipo. (Moraes, Roriz, 2005);
	4,7°C	Diferença da temperatura máxima do ar interno, no período de verão comparandose CV extensiva e telhado de fibrocimento em protótipo. (Rosseti, 2009)
	4°C	Média da diferença da temperatura máxima do ar interno de casa-protótipo térrea de cobertura cerâmica comparada à CV em 7 dias de medições no verão (Parizzoto, Lambert, 2011);
	2,2°C	Diferença da temperatura máxima do ar interno comparando-se CV leve com Cobertura em telha de fibrocimento medida em protótipo em out-2004. (Vecchia, 2005)
	1,48°C	Diferença da temperatura máxima do ar interno comparando CV semi-intensiva com cobertura em telha de alumínio com isolamento térmico, obtida através de simulação computacional (Energyplus) no período de verão.(Almeida, 2010)

Fonte: UCHÔA, VITTORINO. Método para avaliação de coberturas verdes. In: Anais do XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora, 2012. Em destaque, a situação do projeto piloto.

Do mesmo modo, ao longo dos estudos do GTT, em face das possibilidades de financiamento da estratégia considerando o projeto piloto, foi levantada a possibilidade de utilização dos próprios recursos já destinados a manutenção e climatização da rede escolar. Para tanto, seria necessário a readequação da rubrica em que a construção de telhados estaria inserida.

Para atender a esta necessidade foi proposta uma Minuta de Resolução SMUIH, permitindo que tais trabalhos estejam cobertos pelo orçamento existente.

1.3. METODOLOGIA UTILIZADA

Para elaboração deste relatório e obtenção de dados relativos aos benefícios do uso de telhados verdes foram utilizados os *softwares Green Roof Modeling e Energy Plus*, considerando a localização e zona térmica da região da escola que será adotada como projeto piloto, bem como seu modelo construtivo.

Foram utilizadas ainda literatura técnica relativa ao tema e diversas publicações acadêmicas, constantes das Referências Bibliográficas.

2. BENEFÍCIOS LEVANTADOS

2.1. REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A implantação de um sistema de reuso de águas pluviais substitui parte do consumo de água potável em atividades de fins menos exigentes que possam ser atendidos com água de qualidade inferior. Em consequência, a redução do consumo de água nas edificações resulta na preservação de diversos recursos naturais que seriam gastos para a disponibilização de um maior volume de água tratada.

Além disso, como benefício ambiental resultante dessa prática, temos a redução do lançamento de efluentes na rede coletora, evitando sua sobrecarga.

Considerando, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2007), que o desperdício de água entre a concessionária e o usuário final, no país, é da ordem de 40%, aliado aos 80 milhões de brasileiros sem acesso à água potável, tal estratégia se torna ainda mais relevante.

Em sua tese de doutoramento na COPPE – UFRJ, Sylvia Rola buscou analisar a capacidade do sistema de telhado verde em filtrar a água da chuva que entra, no sentido de conferir-lhe qualidade para o abastecimento doméstico, ou seja, que atenda ao enquadramento “classe especial”, do sistema de classes de qualidade da Resolução CONAMA no.357, 17/03/2005.

O experimento teve ainda como objetivos específicos determinar a qualidade da chuva que incide na cidade do Rio de Janeiro, e analisar o comportamento do sistema de natureza frente à deposição úmida (chuva e água destilada). A tese versa ainda sobre a adoção da natureza como técnica de “enverdecimento” urbano, integrando “o ambiente construído no ambiente natural, tratando a edificação, a qual já é bem adaptada às funções dos humanos, como uma “máquina” que participa favoravelmente do funcionamento do ciclo hidrológico, anteriormente impedido, pelas áreas densamente urbanizadas e impermeabilizadas.”

“Parte das respostas às demandas de sustentabilidade das cidades pode ser proporcionada pela adoção de técnicas de “enverdecimento” urbano e de captação da água de chuva. A primeira, tal como a naturalização de superfícies construídas, adaptam e revitalizam áreas degradadas das cidades e a segunda, no sentido de seu armazenamento tanto atua na mitigação dos efeitos adversos provocados pelas enchentes, uma vez que reduz o fluxo superficial de água pluvial, que sobrecarrega o sistema de drenagem urbano, comprometendo construções e causando deslizamentos; quanto se traduz em fonte de água para o uso, inicialmente, não nobres, mas que associados a processos de tratamento podem adquirir qualidade para demais usos, resultando em economia. O consórcio destas duas práticas promove outros resultados positivos à sustentabilidade da cidade, no sentido de que amplia a capacidade de resiliência do ecossistema urbano, na sua envergadura adaptativa frente aos impactos adversos.”

2.2. RETARDO

Um estudo realizado na Universidade Federal do Paraná, na dissertação de mestrado de Silvia Maria Nogueira Baldessar, acerca dos benefícios da implantação de telhados verdes em relação à redução do escoamento de água de chuva. Para tanto, foram construídos protótipos de telhados, um de telhado verde, um protótipo de telhado convencional com telhas de barro e um protótipo de uma laje impermeável, para serem confrontados verificando o desempenho de cada um. Junto ao experimento foi aplicado também o *software GreenRoof*, como uma ferramenta auxiliar na comprovação da contribuição do telhado verde na redução do escoamento de água de chuva.

Segundo Baldessar, “os resultados de medição diária, quanto os resultados de simulação no *software* utilizado, apontaram os benefícios do uso do telhado verde no processo de gestão de águas pluviais, que foi capaz de escoar 30,7% de toda a água precipitada enquanto o telhado de barro escoou 77,3%.”

Mais do que funcionar como retardo de águas pluviais, a utilização de telhados verdes reduz o volume de água a ser escoado, em função da evapotranspiração. Da mesma forma, evita-se com que as águas pluviais sejam contaminadas por óleo, lixo e outras toxinas que acabam sendo direcionadas aos córregos e rios.

“A contribuição do conceito da Tecnologia de evapotranspiração potencial (Thornthwaite e Wilm - 1944) está no entendimento da capacidade da vegetação em reter a água da chuva e devido à sua ação

fisiológica permitir a ocorrência da transpiração e evaporação. Quantificar a evapotranspiração de um telhado verde torna-se um fator importante para medir a real contribuição deste telhado ao minimizar o escoamento das águas pluviais. Os dados de evapotranspiração fornecidos pelo IAPAR e os dados de precipitação fornecidos pelo INMET são dados que exportados para *softwares* específicos permitem calcular a quantidade de água que não é retida no telhado verde e que não passa pelo processo de evapotranspiração.”

Baldessar cita ainda outra pesquisa, desenvolvida por Cunha e Mediondo (2004) na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP), onde os pesquisadores concluíram que a cobertura verde leve gera o retardamento no escoamento de águas pluviais equivalente a 14 mm de chuva, se comparado com uma cobertura tradicional. Considerando que a maior parte deste montante seria destinada diretamente à rede pública de drenagem urbana, se evitaria um superfluxo de águas pluviais que poderia gerar inundações.

Alguns resultados da pesquisa:

- Dos 92.800 litros de precipitação computada no período, 21% foram escoadas pelo telhado verde e 96% pelo imaginário telhado convencional;
- Na análise dos dados, observou-se que o telhado verde começa a escoar a água depois de alguns dias de precipitação, ou seja, somente na saturação do substrato;
- A redução acentuada da água de escoamento durante os períodos de chuva demonstra que o problema de redução da permeabilidade do solo em regiões urbanas pode ser atenuado pelo uso do telhado verde.

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

3. VISTORIA DE CAMPO – PROJETO PILOTO

4. MINUTA DE RESOLUÇÃO CONJUNTA SMUIH

Resolução SMUIH Nº de de de 2017

Inclui o uso de telhados verdes nos programas de climatização coordenados pela Secretaria Municipal de Urbanismo, Infraestrutura e Habitação - SMUIH

O SECRETÁRIO MUNICIPAL DE URBANISMO, INFRAESTRUTURA E HABITAÇÃO, no uso de suas atribuições que lhes são conferidas pela legislação em vigor, e

CONSIDERANDO que as diretrizes, objetivos, instrumentos e políticas públicas devem contemplar o entrecruzamento das variáveis ambiental e paisagística nos processos de planejamento urbano, a fim de garantir o desenvolvimento sustentável da Cidade, de acordo com o parágrafo 2º, do artigo 2º, do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável - Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011;

CONSIDERANDO que a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro deve garantir que os planos, programas e projetos da administração municipal incorporem a lente climática, pela adoção de práticas sustentáveis pelos órgãos públicos em suas políticas, conforme disposto nas diretrizes do Plano Estratégico da Cidade do Rio de Janeiro - Rio 2020: mais solidário e mais humano;

CONSIDERANDO a formação do Grupo de Trabalho Transversal Telhados Verdes, no âmbito do Programa Líderes Cariocas, coordenado pela Fundação João Goulart – FJG, que busca aprofundar a legislação específica para telhados verdes na Cidade e sua aplicação em próprios municipais;

Resolve:

Art. 1º Fica incluído o uso de telhado verde nos programas de climatização coordenados por esta Secretaria, para construção e reforma de edificações municipais.

§1º Para fins de aplicação desta Resolução, considera-se telhado verde o sistema de cobertura de edificações na qual é plantada vegetação compatível, com substrato isolado do solo natural, impermeabilização e drenagem adequadas.

§2º O telhado verde poderá ter dois tipos de vegetação:

- I. Extensiva: Cobertura não pisoteável, com espessura do substrato entre 5,0 e 15,0cm, e plantio de espécies rasteiras nativas.
- II. Intensiva: Cobertura pisoteável, com espessura do substrato entre 15,0 e 40,0cm, e plantio de espécies de médio e grande porte.

§3º O atendimento ao disposto no caput fica condicionado à capacidade estrutural da edificação, bem como demais requisitos necessários à sua plena manutenção, a serem avaliados pelas equipes técnicas dos órgãos responsáveis.

Art. 2º A área do telhado verde não será computada para efeito do cálculo da área permeável mínima exigida na legislação de uso e ocupação do solo.

Art. 3º Em edificações municipais que estejam localizadas em áreas de proteção (APAC's e entorno de Bens Tombados) e em imóveis tombados, os projetos de climatização que contemplem o uso de telhados verdes deverão ser submetidos à análise prévia do Instituto Rio Patrimônio da Humanidade – IRPH.

Art. 4º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

ANTONIO PEDRO ÍNDIO DA COSTA

Secretário Municipal de Urbanismo, Infraestrutura e Habitação

4. Referências bibliográficas

(Resumo Tese Doutorado Coppe UFRJ 2008 - Sylvia Meimaridou Rola)

**A NATURAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A SUSTENTABILIDADE DE CIDADES:
ESTUDO DA CAPACIDADE DO SISTEMA DE NATURAÇÃO EM FILTRAR A ÁGUA DE
CHUVA**

(Resumo Tese Mestrado UFPR 2012 – Silvia Maria Nogueira Baldessar)

**TELHADO VERDE E SUA CONTRIBUIÇÃO NA REDUÇÃO DA VAZÃO DA ÁGUA PLUVIAL
ESCOADA**