

## **Monografia**

### **"TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL"**

Autora: Neusiane da Costa Silva

Orientadora: Adriana Guerra Gumieri

Agosto/2011

NEUSIANE DA COSTA SILVA

**"TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E  
MENOR IMPACTO AMBIENTAL"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientadora: Adriana Guerra Gumieri

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

S586t Silva, Neusiane da Costa.  
Telhado verde [manuscrito] : sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental / Neusiane da Costa Silva. – 2011.  
60 f., enc.: il.

Orientadora: Adriana Guerra Gumieri.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Bibliografia: f.56-60

1. Construção civil. 2. Telhados. 3. Meio ambiente. I. Gumieri, Adriana Guerra. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 691



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: NEUSIANE DA COSTA SILVA

MATRÍCULA: 2009740356

### RESULTADO

Aos 16 dias do mês de agosto de 2011 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 9,50

CONCEITO: A

### BANCA EXAMINADORA:


Profª. Drª. Adriana Guerra Gumieri

Nome

  
Assinatura

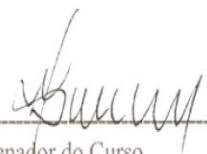
Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Nome

  
Assinatura

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E AVALIAÇÕES NAS CONSTRUÇÕES"

Belo Horizonte, 16 de agosto de 2011

  
Coordenador do Curso  
Prof. Dalmo Lúcio M. Siguelredo  
Coordenador do Curso de Especialização  
Em Construção Civil

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela saúde e força;

Ao meu marido pelo apoio, incentivo e dedicação;

Aos amigos e colegas que fiz durante curso com quem compartilhei bons momentos, conhecimento e amizade;

A orientadora, Adriana Guerra Gumieri, por compartilhar seu conhecimento e pela dedicação do seu tempo para a finalização deste estudo.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1 <i>Objetivos</i> .....	12
1.1.1 <i>Geral</i> .....	12
1.1.2 <i>Específicos</i> .....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 <i>Telhado verde</i> .....	13
2.2 <i>Contexto Histórico</i> .....	14
2.3 <i>Benefícios</i> .....	16
2.3.1 <i>Estéticos, terapêuticos, lazer e social</i> .....	16
2.3.2 <i>Produção de alimentos</i> .....	17
2.3.3 <i>Econômicos</i> .....	18
2.3.3.1 <i>Vida útil da cobertura</i> .....	18
2.3.3.2 <i>Eficiência energética</i> .....	19
2.3.4 <i>Ambientais</i> .....	21
2.3.4.1 <i>Biodiversidade</i> .....	22
2.3.4.2 <i>Retenção de água</i> .....	22
2.3.4.3 <i>Poluição atmosférica</i> .....	23
2.4 <i>Aplicabilidade</i> .....	24
2.5 <i>Estrutura de composição do telhado</i> .....	24
2.5.1 <i>Camada Impermeabilizante</i> .....	25
2.5.2 <i>Camada drenante</i> .....	25
2.5.3 <i>Camada filtrante</i> .....	25
2.5.4 <i>Solo e Substrato</i> .....	25
2.5.5 <i>Membrana de proteção contra raízes</i> .....	26
2.5.6 <i>Vegetação</i> .....	26

2.6 Tipos de telhado verde .....	26
2.6.1 Extensivo .....	27
2.6.1.1 Exemplo de telhado verde extensivo .....	28
2.6.2 Intensivo.....	28
2.6.2.1 Exemplo de telhado verde intensivo .....	29
2.6.3 Semi-intensivo .....	29
2.6.3.1 Exemplos de telhados verdes semi-intensivos.....	29
2.7 Sistema de aplicação e construção .....	30
2.7.1 Contínua .....	30
2.7.2 Módulos pré-elaborados.....	31
2.7.2.1 Modular.....	31
2.7.2.1.1 Estrutura e aplicação do Sistema Modular .....	33
2.7.2.2 Alvéolar.....	35
2.7.2.2.1 Estrutura do sistema.....	36
2.7.2.2.2 Aplicação do Sistema Alveolar.....	37
2.7.2.3 Lâminar.....	38
2.7.2.3.1 Estrutura do sistema.....	39
2.7.2.4 Aplicação do Sistema Laminar.....	39
2.7.3 Cobertura aérea.....	40
2.8 Vegetação.....	41
2.8.1 Tipos de plantas .....	44
2.9 Manutenção .....	47
2.10 Cuidados especiais.....	49
2.11 Políticas públicas .....	49
2.12 Custos.....	50
3. EXPERIÊNCIAS UTILIZANDO COBERTURAS VERDE .....	51
3.1 Ponto de ônibus com cobertura verde .....	51
3.2 Cortina Verde no Japão.....	52

3.3 Banco com cobertura verde no Japão .....	53
3.4 Ônibus com cobertura verde .....	53
4. CONCLUSÃO .....	54
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento anual médio do PIB da construção e do PIB Brasileiro. ....	16
Figura 2 - Exemplo de telhado verde ornamental.....	17
Figura 3 - Comparação da temperatura interna de materiais utilizados em telhados. ....	21
Figura 4 - Gráfico comparativo Volume acumulado x Tempo. ....	23
Figura 5 - Corte esquemático de telhado verde extensivo.....	25
Figura 6 - Corte esquemático de telhado verde extensivo.....	28
Figura 7 - Telhado verde extensivo.....	28
Figura 8 - Edifício da prefeitura de Chicago, USA.....	29
Figura 9 - Hotel Fairmount em Vancouver, Canadá.....	30
Figura 10 - Telhado verde com sistema modular. ....	31
Figura 11 - Telhado verde implantada Colégio Estadual Erich Walter no Rio de Janeiro.....	32
Figura 12 - Impermeabilização e proteção mecânica.....	33
Figura 13 - Elementos de drenagem. ....	33
Figura 14 - Camada de filtragem e separação. ....	33
Figura 15 - Caixa de proteção para drenos. ....	34
Figura 16 - Substrato de argila expandida.....	34
Figura 17 - Bordas de drenagem. Acabamento em pedra São Tomé. ....	34
Figura 18 - Plantio de mudas "in loco". ....	34
Figura 19 - Mudas recém-plantadas. ....	35
Figura 20 - Jardim suspenso com seis meses após plantio.....	35
Figura 21 - Jardim suspenso um ano após plantio.....	35
Figura 22 - Esquema estrutural alveolar do telhado verde. ....	36
Figura 23 - Colocação da membrana de retenção sobre a membrana antirraízes. ....	37
Figura 24 - Colocação da membrana de retenção.....	37
Figura 25 - A membrana alveolar é cortada e aplicada.....	37
Figura 26 - Sistema alveolar Ecotelhado recém colocado em Niterói. ....	38
Figura 27 - Esquema de reúso de água do telhado verde. ....	38
Figura 28 - Esquema estrutural laminar do telhado verde Ecotelhado.....	39
Figura 29 - Módulos sobre laje impermeabilizada e colocação da membrana de retenção. .	39
Figura 30 - Colocação de substrato leve fibroso e os feixes de grama são encaixadas.....	40
Figura 31- Detalhe da lâmina de água subterrânea com dreno lateral e sistema instalado. .	40
Figura 32 - Sistema recém-colocado numa residência em Porto Alegre (RS). ....	40
Figura 33 - Manacá da Serra, testada e enraizada. ....	42

Figura 34 - Tipos de plantas cultivadas em coberturas verdes e suas características. ....	43
Figura 35 - Nome científico: Sedum acre. Nome popular: Estrelinha dourada. ....	44
Figura 36 - Nome científico: Sedum sp1. Nome popular: Mosquitinho.....	44
Figura 37 - Nome científico: Zoyzia japonica. Nome popular: Grama esmeralda. ....	45
Figura 38 - Nome científico: Bulbine frutescens. Nome popular: Bulbine.....	45
Figura 39 - Nome científico: Arachis repens. Nome popular: Grama amendoim. ....	45
Figura 40 - Nome científico: Ophiopogon japonicus. Nome popular: Grama preta.....	45
Figura 41 - Nome científico: Zephyranthes Candida. Nome popular: Lírio ventos branco.....	46
Figura 42 - Nome científico: Festuca glauca. Nome popular: Capim azul.....	46
Figura 43 - Nome científico: Lobularia maritima. Nome popular: Alyssum.....	46
Figura 44 - Nome científico: Aptenia cordifolia. Nome popular: Rosinha de sol.....	46
Figura 45 - Nome científico: Tulbaghia violacea. Nome popular: Alho social.....	47
Figura 46 - Nome científico: Russelia equisetiforme. Nome popular: Russelia.....	47
Figura 47 - Telhado verde em morro carioca. Cuidado envolve rega das plantas. ....	48
Figura 48 - Ponto de ônibus com telhado de grama em Sheffield, Inglaterra. ....	51
Figura 49 - Parada de Ônibus Ecológica utilizando sistema alveolar, Porto Alegre/RS. ....	51
Figura 50 - Japoneses usam cortina feita de pepino e plantas para fugir do calor. ....	52
Figura 51 - Banco com cobertura de grama no Japão. ....	53
Figura 52 - Primeiro ônibus com teto verde em Nova York, USA.....	53

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1.1: Características dos tipos de telhado verde.....	27
---	----

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

a.a. = ao ano

AES = advanced encryption standard

EVA = etil vinil acetato

FSP = Faculdade de Saúde Pública

IGRA = International Green Roof Association

IPTU = Imposto Predial Territorial Urbano

LEED = Leadership in Energy and Environmental Design

ONU = Organização das Nações Unidas

PEAD = polietileno de alta densidade

USGBC = United States Green Building Council

## RESUMO

Esta monografia apresenta uma revisão bibliográfica sobre telhados verdes como sistema construtivo eficiente no planejamento urbano. Caracteriza-se pelo cultivo de plantas sobre lajes ou telhados que precisarão de impermeabilização e de drenagem adequados trazendo uma variedade de benefícios na adoção do sistema para o meio ambiente, para a sociedade, contribui para a estética do meio urbano entre outras. Dessa forma, esse trabalho pretende mostrar os benefícios, as limitações e cuidados que devem ser tomados na instalação do telhado verde.

**Palavras-chave:** telhado verde; sistema construtivo; eficiência energética; meio ambiente.

## 1. INTRODUÇÃO

O impacto ambiental está relacionado diretamente aos efeitos da ação do homem sobre o meio ambiente.

A questão da importância entre a conservação ambiental e o desenvolvimento foi lançada com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a RIO 92.

Com a inovação tecnológica o mercado construtivo tem buscado novas possibilidades para o desenvolvimento de todo o país. O que é certo dizer é que a construção civil exerce um grande impacto no meio ambiente.

Ceotto (2006) destaca dados importantes sobre o impacto da construção civil no meio ambiente: “a construção e reforma dos edifícios produzem anualmente perto de 400 kg por habitante, volume quase igual ao do lixo urbano”, referindo-se aos resíduos gerados pela população.

Para minimizar esses efeitos e compensar o meio ambiente o telhado verde é uma solução eficiente que está sendo adotada em muitas partes do mundo, principalmente na Europa, como um meio de minimizar os impactos impostos pela impermeabilização das grandes cidades.

No Brasil, esse sistema construtivo ainda é muito tímido, sendo mais utilizado em São Paulo e no Rio Grande do Sul.

O tema é muito vasto e não se tem dúvidas sobre os benefícios que o sistema traz para o meio ambiente e para a sociedade, mas medidas devem ser adotadas para um bom funcionamento do telhado verde, como estrutura adequada lembrando-se da necessidade do cálculo estrutural, pois embora o sistema seja considerado leve ainda existe uma sobrecarga na estrutura, a impermeabilização da laje e um sistema de drenagem adequado.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Mostrar e divulgar a técnica do telhado verde como um sistema construtivo eficaz na busca de novas ideias para minimizar o impacto que a construção civil causa no meio ambiente.

### **1.1.2 Específicos**

- Definir e apresentar os tipos de telhado verde;
- Mostrar os benefícios da construção de um telhado verde;
- Mostrar a aplicação do sistema construtivo bem como sua manutenção;
- Servir como fonte de pesquisa para os profissionais da área mostrando os benefícios e limitações do sistema, na instalação e manutenção dos telhados verdes.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo de desenvolvimento e execução da pesquisa para a monografia foi baseado em levantamento bibliográfico e pesquisas documentais. Serão apresentados dados técnicos sobre o sistema construtivo bem como a estrutura e a manutenção de um telhado verde.

Serão relacionadas informações históricas sobre a utilização do sistema na construção civil no mundo e no Brasil. Por fim, será feita uma análise crítica sobre o tema com o objetivo de ressaltar a eficiência do sistema.

### 2.1 *Telhado verde*

Telhado verde, cobertura verde ou jardim suspenso é um sistema construtivo que consiste em uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas e pode ser instalada em lajes ou sobre telhados convencionais e proporcionam conforto térmico e acústico nos ambientes internos.

“Geralmente são aplicados em telhados praticamente planos com inclinação aproximadamente de 5° para permitir o escoamento não muito rápido da água. Para telhados acima de 20° deverão ser tomadas outras providências para deter o fluxo de água como barreiras ou outras estruturas” (TOMAZ, 2008).

O telhado verde tem função de aumentar as áreas verdes melhorando o meio ambiente diminuindo a ilha de calor.

Segundo Spangenberg (2004) “o custo- benefício da solução compensa.” Em sua pesquisa em convênio com a Universidade de São Paulo “... a utilização em larga escala dos telhados verdes poderia reduzir 1oC ou 2oC a temperatura nas grandes cidades.”

Após a instalação de uma cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15°C influenciando no conforto térmico dos ambientes e, dependendo do tipo

de telhado, da vegetação e da capacidade da área, a redução de carga térmica para o ar condicionado se aproxima de 240 kWh/m<sup>2</sup>. (SPANGENBERG, 2004)

Para implantação do sistema, a obra exige a instalação de uma estrutura específica na cobertura da casa. Se o telhado for simplesmente uma laje, é preciso impermeabilizá-la; se for feito de telhas de cerâmica, é preciso retirá-las e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal. Ali serão colocados a terra e o adubo para o crescimento das plantas. Mantas onduladas, para impedir que o substrato escorra, mantas de impermeabilização para evitar infiltrações na casa, e dutos de irrigação e drenagem também fazem parte do projeto de um telhado verde.

A manutenção do telhado verde deve ser feita uma ou duas vezes ao ano dependendo do telhado aplicado. Os telhados verdes intensivos requerem maior manutenção e serviço durante o ano, pois o solo tem de 150 mm a 300 mm e pode ter várias espécies de plantas e árvores. O prédio deve prever cargas que varia de 400kg/m<sup>2</sup> a 750kg/m<sup>2</sup>. Já a vegetação extensiva, tem maiores aplicações. O solo varia de 25 mm a 127 mm de espessura e a carga necessária para a estrutura varia de 50kg/m<sup>2</sup> a 250kg/m<sup>2</sup>.

Segundo Araújo (2007), dá-se preferência a plantas locais mais resistentes à chuva e à estiagem e que exijam pouca rega e poda.

Plantas de porte baixo e crescimento lento também podem facilitar a manutenção, que é parecida com a de um jardim comum.

## **2.2 Contexto Histórico**

Os registros históricos mostram que o telhado verde é uma técnica construtiva antiga primeiramente usado pelos zigurates da antiga Mesopotâmia, atual sul do Iraque e na Babilônia, por causa do desempenho térmico proporcionado.

Os Jardins Suspensos da Babilônia estavam localizados no lado leste do Eufrates, num antigo bairro da cidade, entre as margens do rio e os palácios reais. São uma das sete maravilhas do mundo e a menos conhecida já que não foi encontrado algum vestígio do monumento nos sítios arqueológicos, tendo como única “suspeita” um poço fora dos

padrões que imagina-se ter sido usado para bombear água. (DISCOVERY CHANNEL, 2009).

Posteriormente, os telhados verdes foram amplamente difundidos, no Império Romano onde árvores eram cultivadas na cobertura de edifícios; no período renascentista na Itália, pré-colombiano no México, na Índia entre os séculos XVI e XVII e em algumas cidades da Espanha, na França a partir do século XVIII e na Escandinávia no início do século XIX (ARAÚJO, 2007).

Nos anos 50, a Alemanha foi pioneira em pesquisas científicas sobre o tema que tinha como objetivo a conservação das águas e energia através desse sistema construtivo. Com investimento do governo nesse setor, muitas técnicas de construção foram desenvolvidas e nos anos 70 materiais foram introduzidos nesse sistema como materiais drenantes, membranas impermeabilizantes, agentes antirraízes, entre outros. Nos anos 80, houve aumento nas construções de 15 a 20% a.a, totalizando dez milhões de metros quadrados de telhados verdes na Alemanha em 1996; crescimento possível por leis de subsidio municipais, estaduais e federais (PECK, 1999A apud ARAÚJO, 2007).

No Brasil, esse sistema construtivo ainda não é muito usado e começam a surgir leis de incentivo por parte do governo como forma de disseminação desse sistema. O primeiro projeto de telhado verde no Brasil foi em 1936, no prédio do MEC e foi construído por Roberto Burle Marx, depois em 1988 no Banco Safra em São Paulo e em 1992, a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfourri projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo (TOMAZ, 2005). A natureza ainda é tímida no Brasil, diz Rola (2005) e explica que o sistema de natureza vem como uma alternativa real para sanar não só problemas como as ilhas de calor, mas também de poluição atmosférica. Em São Paulo e no Rio Grande do Sul, já existem empresas especializadas na aplicação e construção de coberturas verdes.

## 2.3 Benefícios

Segundo levantamento bibliográfico, os telhados verdes trazem contribuições significativas para a sociedade e para as edificações. Os benefícios vão desde a melhoria das condições termo acústicas a fatores psicológicos que interferem no bem estar das pessoas.

### 2.3.1 Estéticos, terapêuticos, lazer e social

Como forma de suavizar as paisagens dos grandes centros urbanos, o telhado verde se torna uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes havendo a possibilidade de criar jardins onde antes, não havia espaço. A cadeia da construção civil apresentou nos últimos quatro anos, um expressivo crescimento, sendo que em 2007, representou 8,5% do PIB brasileiro, contribuindo com R\$ 187 bilhões em 2007 (FGV, 2008). Comparando com o crescimento do país, de 3,7% entre 2005 a 2006 e 5,4% entre 2006 a 2007, a cadeia da construção registrou números mais expressivos: 4,6%, 7,9% e 10,2% respectivamente entre 2006 a 2009, conforme figura 1 (IBGE, 2008 *apud* RANK, 2009).

Com esse crescimento, a diminuição das áreas verdes nas grandes cidades e o crescimento do número de construções com uso de materiais cimentícios e cerâmicos, tem como consequência o aumento da impermeabilização na superfície do solo.

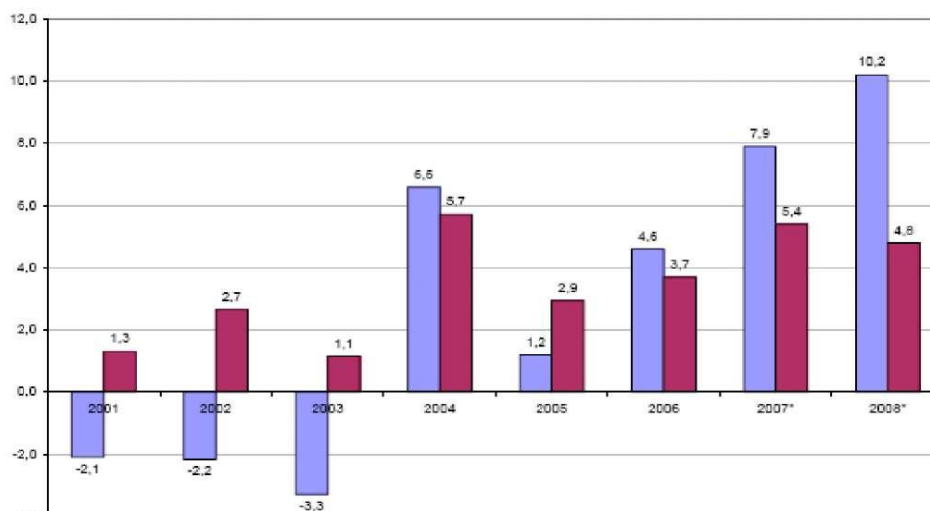


Figura 1 - Crescimento anual médio do PIB da construção e do PIB Brasileiro.  
Fonte: IBGE (2008) *apud* RANK (2009).

Ao invés de enxergarmos além da linha do horizonte apenas grandes construções como galpões, indústrias, prédios residenciais entre outros, temos a possibilidade de ver parques e jardins e usufruirmos da beleza que eles poderão trazer para as cidades.

As coberturas verdes como possibilidade de geração de renda com o cultivo de plantas ornamentais (Figura 2), medicinais e temperos domésticos, já é uma realidade em alguns países do mundo e possibilita profissionalizar e empregar pessoas, caso os produtos sejam comercializados, proporcionando um novo segmento sócio econômico.



Figura 2 - Exemplo de telhado verde ornamental.  
Fonte: [www.envec.com.br](http://www.envec.com.br) (2011).

### **2.3.2 Produção de alimentos**

Segundo Tomaz (2007), o cultivo de alimentos em telhados verdes já é feita na Rússia, Tailândia, Colômbia, Haiti e Canadá.

O Hotel Fairmont Waterfront, em Vancouver na Columbia, com 2100 m<sup>2</sup> de jardim, se tornou um dos primeiros a ter um telhado verde. A economia em seu restaurante é cerca US\$ 30.000 (Trinta mil dólares) e tem mais de sessenta variedades de ervas, legumes,

frutas e flores comestíveis bem como mais de dez espécies diferentes de aves no local (KLINKENBORG, 2009).

A desvantagem dessa produção é que as plantas absorvem facilmente a poluição atmosférica e em lugares onde o nível de poluição é muito alto, não é recomendado o consumo desses produtos.

### **2.3.3 Econômicos**

Esse é um dos fatores que tornam o telhado verde um sistema construtivo eficiente, já que recuperam um espaço desperdiçado e os torna habitáveis ampliando a área útil do imóvel. Além desse fator relevante, outros se tornam atrativos quanto sua aplicabilidade. Em São Paulo e no Rio Grande do Sul essa ideia já está sendo difundida tornando possíveis benefícios em menor escala como economia de energia, diminuição das ilhas de calor e aproveitamento das águas de chuva. É válido ressaltar que as coberturas verdes podem gerar benefícios em grande escala o que só será possível se a utilização desse sistema for mais utilizada.

#### **2.3.3.1 Vida útil da cobertura**

Segundo Givoni (1976) *apud* Araújo (2007), a cobertura é o principal elemento de exposição ao processo de trocas térmicas entre o interior e o exterior da construção. São submetidos aos efeitos do clima, que com a radiação solar, as perdas de calor à noite e as chuvas sofrem mais do que qualquer outra parte da edificação.

Materiais usados na construção civil armazenam radiação solar e reemitem essa radiação na forma de calor, tornando as cidades até 17º C mais quentes. O acúmulo desse calor durante o dia devido às propriedades de absorção dos materiais utilizados na construção comprometem a durabilidade e desgaste dos mesmos reduzindo conseqüentemente a vida útil da edificação (PIERGILI, 2007).

Segundo Heneine (2008), a exposição ao sol pode acelerar o envelhecimento de materiais betuminosos e a radiação solar muda a composição química e conseqüente degradação das propriedades mecânicas desses materiais.

Com a aplicação de telhado verde sobre o telhado convencional, a vida útil da cobertura é melhorada. Segundo Abreu (2009), “os telhados verdes reduzem também os efeitos danosos dos raios ultravioletas, extremos de temperatura e os efeitos do vento, uma vez que nesses telhados a temperatura não passa de 25° C contra 60° C dos telhados convencionais” e...“ tem um ciclo de vida de 2 a 3 vezes mais longo do que as telhas utilizadas em telhados convencionais.”

### **2.3.3.2 Eficiência energética**

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997),

“A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é considerado mais eficiente do que outro se esta edificação oferece as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.”

Dados informam que da energia elétrica consumida no Brasil, 23% é utilizada em edificações residenciais, 11% comerciais e 8% públicas, totalizando 42% da energia nacional e em edifícios comerciais e públicos no Rio de Janeiro, o consumo de energia elétrica chega a 50% no verão por causa do ar condicionado e a 70% em prédios que utilizam vidro (LAMBERTS, 1997).

Segundo Lamberts (1997), um quarto pilar deve ser acrescido no triângulo de Vitruvius: a eficiência energética.

Dando ênfase a essa declaração, os profissionais da construção civil responsáveis em fazer projetos, podem assegurar-se que estão especificando além de durabilidade, beleza e convivência, meios de garantir o consumo de energia. Materiais de construção como tipo de telha e vidro, decisões quanto a melhor localização de janelas e portas para

desfrutar da ventilação cruzada, aproveitamento da luz natural e paisagismo têm forte influência nas condições do interior dessas edificações.

O problema do consumo de energia é mundial. Percebemos essa problemática quando foi imposto pelo governo brasileiro o racionamento de energia e todos foram incentivados a trocar as lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes, a não tomar banho em horários de pico, etc. No setor civil, foi criado nos EUA em 1993 o selo LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), um sistema de classificação de edificações desenvolvido pela organização United States Green Building Council (USGBC) a partir de critérios de sustentabilidade ambiental onde a certificação impõe às construções medidas ecologicamente corretas como estabelecer nível mínimo de eficiência energética para a construção e verificação dos sistemas de energia instalados e seu desempenho. No Brasil, as normas LEED foram iniciadas em 2004 (LAMBERTS, 1997). Embora o custo da certificação LEED seja caro, cerca de US\$ 750 (Setecentos e cinquenta dólares) para obras até cinco mil metros até US\$ 7,5 mil (Sete mil e quinhentos dólares) para obras com mais de 50 mil metros (LAMBERTS, 1997), não permitindo a certificação para a maioria das empresas, muitas decisões para diminuir desperdícios são tomados ainda no canteiro de obras. Na era do aquecimento global, muitas ações podem ser tomadas para diminuir o impacto no planeta, onde toda a cadeia produtiva tem que se engajar numa transformação que envolve diminuir o consumo de materiais e o desperdício.

Em busca de novas tecnologias para tornar as edificações sustentáveis, o telhado verde foi resgatado da antiguidade e tem sido um aliado na diminuição das ilhas de calor nas grandes cidades reduzindo as temperaturas internas das edificações, ajudam a melhorar a qualidade do ar e a controlar o efeito estufa e favorece o clima do entorno.

Segundo Spangenberg (2004), o telhado verde é eficiente na redução da temperatura das coberturas em 15° C, dando aos moradores das edificações conforto térmico com conseqüente diminuição do uso do ar condicionado e redução do consumo de energia.

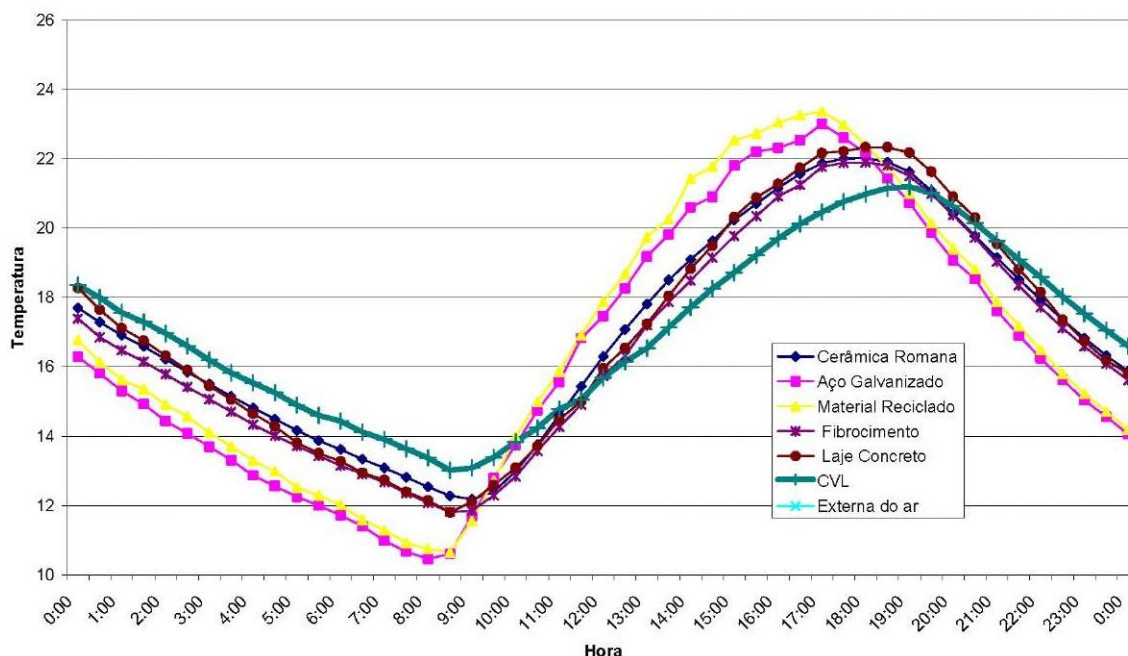


Figura 3 - Comparação da temperatura interna de materiais utilizados em telhados.  
Fonte: LAAR (2002) apud ARAÚJO (2007).

A idéia de reabilitar edifícios e espaços dando novas funções urbanas e ambientais às edificações, torna o uso das coberturas verdes uma eficiente possibilidade de regeneração para a atmosfera que se tornam “pequenos pulmões” por criarem corredores verdes em meio das grandes muralhas de pedras das cidades (VILELA, 2005).

Spangenberg (2004) diz que os principais benefícios da vegetação em climas quentes são os de reduzir a radiação solar e de diminuir a temperatura do ar devido ao sombreamento e evapotranspiração. Temperaturas baixas são essenciais tanto para melhorar as condições de conforto térmico como também para limitar o uso de energia para resfriamento.

#### **2.3.4 Ambientais**

Como solução parcial para vários problemas ambientais comuns nas grandes cidades, o telhado verde ajuda na redução da poluição, melhora a qualidade do ar, reduz os efeitos das ilhas de calor, diminui a poluição sonora além de ser uma iniciativa sustentável eficiente na busca por mais espaços verdes nos centros urbanos.

#### **2.3.4.1 Biodiversidade**

A vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclimas e também para equilibrar o clima do seu entorno, absorvendo energia e favorecendo a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico que é essencial para a renovação do ar atmosférico (DIMOUDI & NIKOLOPOULOU, 2003 *apud* ARAÚJO, 2007). Dessa forma, há um aumento da biodiversidade nesses locais atraindo pássaros, insetos, besouros, borboletas entre outros.

A pesquisa bibliográfica mostrou unanimidade nas espécies de plantas como a *Portulaca Grandiflora* (Onze-horas), *Tradescantia Pallida* (Coração-roxo), *Asparagus Densiflorus* (Aspargo rabo de gato) e *Senecio Confusus* (Margaridão), como as mais resistentes ao clima tropical e se adaptam bem em telhados verdes extensivos assim também outras espécies como cebolinha, louro, magnólia, amor-perfeito, orquídeas entre outras.

#### **2.3.4.2 Retenção de água**

Para cumprir a função da terra que a urbanização enterrou com asfalto, as áreas naturalizadas podem reter de 15 a 17% do volume das águas de chuva reduzindo a ocorrência de enchentes em regiões de chuva intensa.

Di Giovanni e Cruz (2010), a partir de um protótipo de um telhado verde com o objetivo de medir várias vazões de água lançadas sobre o mesmo simulando intensidades de chuvas, concluiu que, com a construção e utilização do protótipo, os resultados foram satisfatórios e promissores, onde se observou eficiência do sistema com retenção significativa de água, como mostra Figura 4. Baseado nesses dados esse estudo de caso terá continuidade já que o tema pode ser uma alternativa no combate a ocorrência de enchentes nas grandes metrópoles.

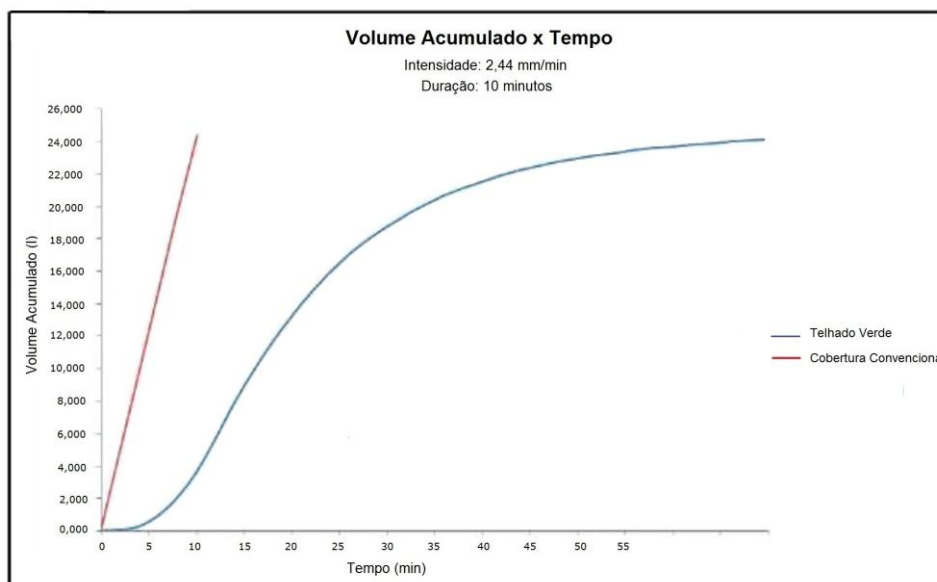


Figura 4 - Gráfico comparativo Volume acumulado x Tempo.  
 Fonte: Di Giovanni e Cruz (2010).

O aproveitamento da água de chuva associado ao telhado verde, consiste basicamente na coleta da água pluvial através de calhas e condutores direcionado a um reservatório de acumulação.

Com um bom sistema de condução, a água dos chuveiros e das pias é filtrada e armazenada num reservatório que é bombeada até o telhado verde para a rega das plantas onde é novamente filtrada através da camada do substrato, areia e brita e redirecionada para outro reservatório que será reutilizado nas descargas.

#### **2.3.4.3 Poluição atmosférica**

Segundo Leal, Farias e Araújo (2008), “O desenvolvimento industrial e urbano tem originado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. O acréscimo das concentrações atmosféricas destas substâncias, a sua deposição no solo, nos vegetais e nos materiais é responsável pela redução da produção agrícola, danos nas florestas, degradação de construções e obras de arte e de uma forma geral origina desequilíbrios nos ecossistemas.”

“O clima também é afetado pela poluição do ar. O fenômeno do efeito estufa está aumentando a temperatura em nosso planeta” que ocorre quando...“os gases poluentes

formam uma camada de poluição na atmosfera, bloqueando a dissipação do calor. Desta forma, o calor fica concentrado na atmosfera, provocando mudanças climáticas.” (LEAL, FARIAS e ARAUJO, 2008).

Com todos os efeitos que a poluição atmosférica tem trazido para o mundo e com o desmatamento que está acontecendo, a popularização do telhado verde pode ser uma solução eficiente para os grandes centros urbanos reduzindo a emissão de carbono atenuando a poluição do ar, filtrando a poluição, o gás carbônico e os poluentes e metais pesados da água da chuva.

#### **2.4 Aplicabilidade**

As primeiras cidades apareceram a mais de 3.500 anos a.C., mas o processo de urbanização moderno só teve início no século XVIII, em decorrência da Revolução Industrial.

Dessa forma, o processo de urbanização modifica a paisagem por meio da alteração do uso da superfície, e o que antes era coberto por vegetação, hoje vemos grandes construções residenciais, galpões industriais e comerciais.

Para amenizar os efeitos que essa mudança traz para o meio ambiente, o telhado verde pode ser uma solução eficiente, já que pode ser aplicada em telhados e lajes tendo como pré-requisitos a impermeabilização da superfície, drenagem dimensionada, inclinação mínima de 2% e máxima de 35% (até 75% com travamento e barreiras) e estrutura que suporte a sobrecarga (CATÁLOGO REVESTIMENTOS VIVOS, 2011).

Ainda que pouco popular no Brasil, já existe empresas especializadas nesse segmento e possuem alternativas para o aumento das áreas verdes.

#### **2.5 Estrutura de composição do telhado**

O telhado verde é composto por 5 camadas, conforme descritas na figura 5.

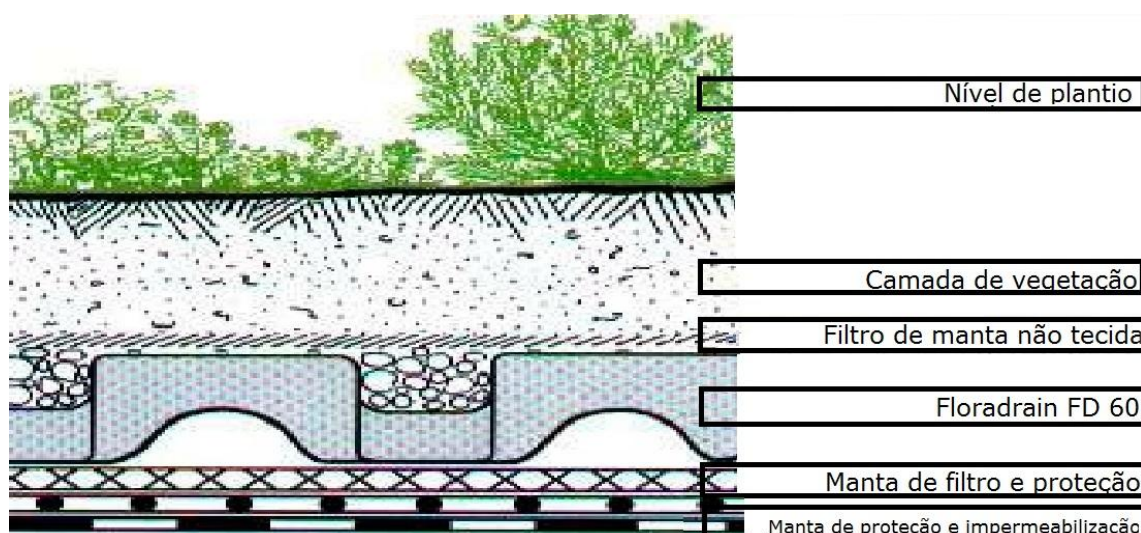


Figura 5 - Corte esquemático de telhado verde extensivo.

Fonte: Zinco (2000) apud Araújo (2007). (Houve alteração na ilustração com acréscimo de legenda, fins didáticos).

### **2.5.1 Camada Impermeabilizante**

Tem função de proteger a laje contra infiltrações. Há diversos materiais para impermeabilizar a estrutura como betuminosos e sintéticos.

### **2.5.2 Camada drenante**

Servi para drenar a água da chuva dando vazão ao excesso de água e também como filtro separando os poluentes. Esta camada pode ser constituída de brita, seixos, argila expandida e tem espessura de 7 a 10 cm.

### **2.5.3 Camada filtrante**

Retêm partículas que seriam levadas pela água da chuva.

### **2.5.4 Solo e Substrato**

Para telhados verde onde haverá pisoteio e uso intenso, existe no mercado uma tecnologia onde todos os componentes estruturais (drenagem, filtro e reservatório) estão numa mesma peça com encaixe lateral, onde o substrato é leve e há um adequado desenvolvimento radicular.

### **2.5.5 Membrana de proteção contra raízes**

Controla o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema.

### **2.5.6 Vegetação**

A escolha das plantas vai depender do quanto a estrutura da edificação pode receber de carga e do objetivo do telhado.

Esteticamente, um jardim bonito deve conter plantas ornamentais e grama além de seixos, cascas de árvores entre outros para compor o jardim tornando o ambiente confortável.

Outra condição para a escolha das plantas é o clima do local, devendo dar preferência para plantas regionais que são acostumadas com o clima.

As coberturas verdes extensivas quase não têm variedade e sistematicamente usa-se grama por causa da manutenção baixa e são duráveis. Já as intensivas, pode-se escolher entre uma variedade.

## **2.6 Tipos de telhado verde**

Essa tipologia depende do tipo de laje onde deverá ser instalado o sistema construtivo e o objetivo que quer ser alcançado. Dessa forma, após avaliação estrutural, o telhado poderá ser extensivos, intensivos ou semi-intensivos.

Para a IGRA, International Green Roof Association, (2011), os critérios descritos na tabela 1, podem ser utilizados para caracterizar três formas diferentes de Telhados Verdes:

Tabela 1 - Características dos tipos de telhado verde

<b>Itens</b>	<b>Telhado Verde extensivo</b>	<b>Telhado Verde semi-intensivo</b>	<b>Telhado Verde intensivo</b>
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150-400 mm
Peso	60-150 kg / m <sup>2</sup>	120-200 kg / m <sup>2</sup>	180-500 kg / m <sup>2</sup>
Custos	Baixo	Meio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: [www.igra-world.com](http://www.igra-world.com) (2011) - Site traduzido.

### **2.6.1 Extensivo**

Geralmente são aplicados onde o ambiente será visitado ou visto por pessoas e tem sua beleza espelhada em um parque gramado.

Tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte, conforme figura 6, e necessitam de um volume de água menor e pouca manutenção.

O sistema se caracteriza por ter vegetação de solo médio com filtro geotêxtil sintético de drenagem e retenção de umidade, sistema de isolamento, barreira de proteção da camada de superfície com membrana impermeável.

Por esses motivos tem um impacto menor de sobrecarga sobre os elementos da cobertura, dos pilares e da fundação (VECCHIA, 2005).

As empresas especializadas na instalação e manutenção dos telhados verdes, concordam que o solo extensivo tem de 5 a 15 cm de espessura e a vegetação de 5 a 13 cm, conforme figuras abaixo, e a carga estrutural necessária varia de 80 Kg/m<sup>2</sup> a 150 Kg/m<sup>2</sup>, conforme figura 6.

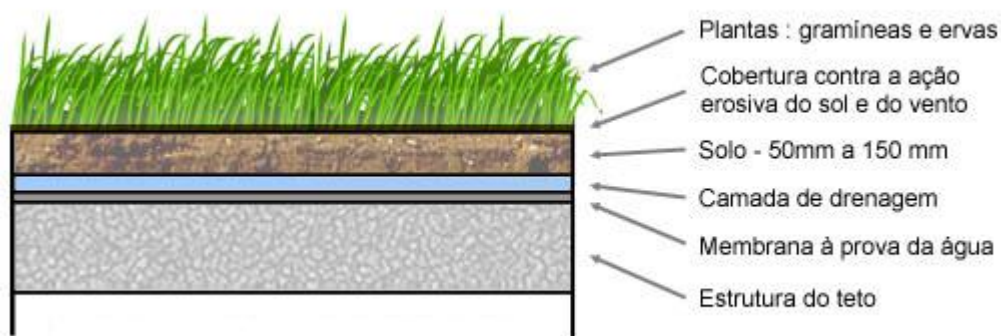


Figura 6 - Corte esquemático de telhado verde extensivo.  
Fonte: Auckland (1998) apud Tomaz (2005).

### 2.6.1.1 Exemplo de telhado verde extensivo

Seu uso é muito comum em terraços. É válido lembrar que deve haver uma pesquisa na estrutura em ambientes reformados onde irá receber o telhado verde por causa do peso que a instalação requer.



Figura 7 - Telhado verde extensivo.  
Fonte: [www.umahku.com/architecture-concept/green-building-design-in-urban-areas](http://www.umahku.com/architecture-concept/green-building-design-in-urban-areas) (2010).

### 2.6.2 Intensivo

Conforme a Associação Internacional Telhado Verde (2011), os telhados verdes intensivos por comportarem plantas de nível médio a grande, precisam de uma estrutura que comportem maior capacidade de carga, pois precisam de uma camada de solo que varia entre 15 a 40 cm e a carga prevista varia entre 180 Kg/m<sup>2</sup> a 500 Kg/m<sup>2</sup>.

A vegetação varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas e a manutenção exige cuidados específicos, similares à aos empregados num jardim comum.

Neste tipo de vegetação, o telhado verde também protege a cobertura da radiação ultravioleta aumentando sua vida útil.

### **2.6.2.1 Exemplo de telhado verde intensivo**

O edifício da prefeitura de Chicago, USA, com seu teto verde, ameniza a temperatura numa cidade onde possui muitas construções de aço e alvenaria.

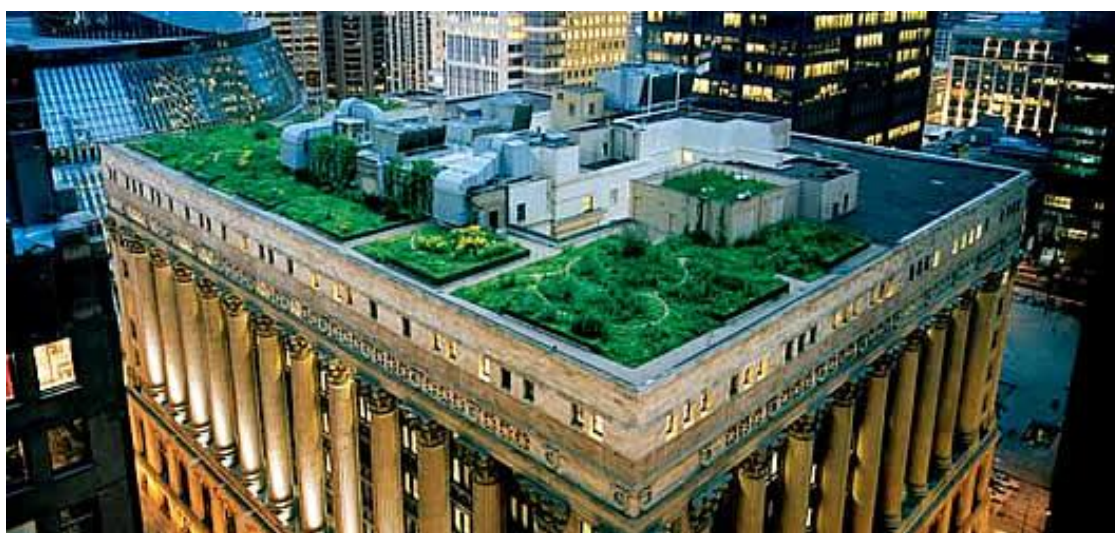


Figura 8 - Edifício da prefeitura de Chicago, USA.  
Fonte: <http://viajeaqui.abril.com.br/national-geographic> (2009).

### **2.6.3 Semi-intensivo**

Este tipo de telhado reúne as características dos telhados verdes intensivos e extensivos.

#### **2.6.3.1 Exemplos de telhados verdes semi-intensivos**

Um bom exemplo deste tipo de telhado é o Hotel Fairmount em Vancouver, figura 9, que poupa 30 mil dólares por ano plantando frutas, flores, verduras, temperos e ervas no seu telhado verde.



Figura 9 - Hotel Fairmount em Vancouver, Canadá.  
Fonte: [www.usatoday.com](http://www.usatoday.com) (2008).

## **2.7 Sistema de aplicação e construção**

Segundo Pereira (2007), quanto aos sistemas de aplicação e construção, o telhado verde encontra-se dividido em três tipos básicos: aplicação contínua, com módulos pré-elaborados e aérea e serão detalhadas a seguir conforme artigo.

### **2.7.1 Contínua**

Tipo de cobertura mais antiga e difundida onde o substrato é aplicado diretamente sobre a base impermeabilizada com todas as outras diferentes camadas.

Ainda segundo Pereira (2007), “as camadas se alteram de acordo com a base utilizada e o tipo de clima da região”. Em regiões de clima frio, para evitar a condensação de vapor d’água, é necessário uma camada que fará o papel de uma membrana isolante. Já em regiões de clima tropical, encontra-se a camada impermeabilizante, a de drenagem, de filtragem e camada onde será plantada a vegetação.

### **2.7.2 Módulos pré-elaborados**

Cobertura comercializada por empresas especializadas que através de pequenos módulos prontos compostos de bandejas rígidas, substrato e com a vegetação já crescida é de fácil manuseio e é aplicada através de um sistema de encaixe que permite um resultado imediato.



Figura 10 - Telhado verde com sistema modular.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010).

Dentro desse sistema de aplicação e construção, os módulos pré-elaborados podem se subdividir em sistema modular, alveolar e laminar. Empresas especializadas fabricam tipos de materiais recicláveis como fibra de coco, solas de sapato, garrafas pet entre outros, para a confecção dos módulos.

#### **2.7.2.1 Modular**

No mercado, existem módulos fabricados por empresas especializadas que são compostos por material biodegradável e pode ser utilizado em coberturas planas ou inclinadas. Há versões que contêm um reservatório interno de água garantindo até 44 dias sem irrigação nos meses de inverno e algumas suculentas suportam até 88 dias praticamente dispensando água na manutenção. Um modelo específico de módulo, tem peso saturado de 80 Kg/m<sup>2</sup>, mede 400 mm x 500 mm x 50 mm e capacidade de armazenamento de 16 L/m<sup>2</sup> por módulo, havendo variações de tamanho e forma dependendo do fornecedor. Em cidades como Brasília, com baixa umidade de ar e onde os períodos de seca chegam a ficar até 5 meses, o telhado verde demanda de irrigação complementar e devem seguir orientações específicas.

Alguns módulos são fabricados com fibra de coco que se decompõem com o passar do tempo e se incorporam ao substrato.

No Rio de Janeiro, entrou em funcionamento no mês de maio deste ano, a primeira escola verde da América Latina e é também a primeira pública do mundo, o Colégio Estadual Erich Walter. Com incentivo da empresa ThyssenKrupp CSA, foi possível promover uma estrutura escolar sustentável e inovadora. Sistemas construtivos como telhado verde, ecopavimento e brise vegetal – foram fundamentais para a conquista da certificação LEED School (CICLO VIVO, 2011).

Segundo Gerolimich (2011), “o telhado verde é construído com resíduos industriais e solas de sapato. É 100% reciclável.”



Figura 11 - Telhado verde implantada Colégio Estadual Erich Walter no Rio de Janeiro.  
Fonte: [www.arktos.arq.br/projetos](http://www.arktos.arq.br/projetos) (2011).

### **2.7.2.1.1 Estrutura e aplicação do Sistema Modular**

Os projetos de telhados verdes intensivos são mais complexos e costumam ser planejados com exclusividade.

Detalhamento em sequência de instalação de um jardim suspenso numa cobertura intensiva, figuras de 12 a 21.



Figura 12 - Impermeabilização e proteção mecânica.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 13 - Elementos de drenagem.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 14 - Camada de filtragem e separação.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).

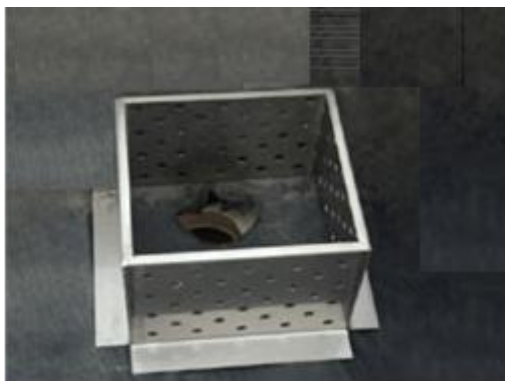


Figura 15 - Caixa de proteção para drenos.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 16 - Substrato de argila expandida.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 17 - Bordas de drenagem. Acabamento em pedra São Tomé.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 18 - Plantio de mudas "in loco".  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 19 - Mudas recém-plantadas.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 20 - Jardim suspenso com seis meses após plantio.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 21 - Jardim suspenso um ano após plantio.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).

#### **2.7.2.2 Alvéolar**

Este sistema também se caracteriza pela utilização de módulos, que podem ter na sua composição resíduos de EVA (etil vinil acetato) moídos e aglutinados com cimento, são preenchidos com substrato nutritivo e funcionam como um xaxim artificial. O peso saturado é de 60 a 80 kg/m<sup>2</sup>.

Permite uma maior variedade de plantas inclusive as nativas e a diferença deste sistema para o laminar é que este vem acrescido de três membranas: a antirraízes de polietileno de alta densidade, alveolar que retém a água e por baixo forma canais drenantes e a filtrante que retém os nutrientes. Segundo Feijó (2011),

“quando saturada a planta, ela deixa vazar o excedente pelas laterais das placas, que possui espaços vazios na parte inferior, conduzindo esse excedente em toda a extensão da laje até o ralo de drenagem. Assim a laje se mantém sem umidade ficando a água toda retida na parte superior da placa.”

#### **2.7.2.2.1 Estrutura do sistema**

Seguindo a numeração da figura 22, a estrutura é detalhada de 1 a 5:

- 1 - Membrana anti-raízes;
- 2 - Membrana alveolar com 2 cm. Tem função de reter água e formar canais drenantes por baixo da mesma;
- 3 - Membrana de retenção de nutrientes;
- 4 - Módulo com função de evitar a erosão e a compactação do solo e faz a aeração do substrato;
- 5 - Substrato com 1 cm ou mais. Cada 10 litros/m<sup>2</sup> correspondem a 1 cm de altura.



Figura 22 - Esquema estrutural alveolar do telhado verde.  
Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br) (2010).

### 2.7.2.2.2 Aplicação do Sistema Alveolar



Figura 23 - Colocação da membrana de retenção sobre a membrana antirraízes.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 24 - Colocação da membrana de retenção.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 25 - A membrana alveolar é cortada e aplicada.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 26 - Sistema alveolar Ecotelhado recém colocado em Niterói.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).

### 2.7.2.3 Lâminar

Guimarães (2010), diz que esse sistema “se caracteriza pela utilização de uma lâmina d’água sob um piso elevado feito de módulos de sustentação, garantindo suprimento de água de até 40 l/m<sup>2</sup> e só devem se usados em telhados completamente planos.”

O sistema também pode ter vários tipos de forrações e pequenos arbustos. Tem peso total de 120 Kg/m<sup>2</sup> saturado e pode sofrer variação por causa do tamanho da vegetação escolhida.

“Ideal para telhado gramado porque mantém a umidade ideal da lâmina d’água e permite a purificação de águas cinzas para posterior reutilização...” (GUIMARÃES, 2010), conforme mostra figura 27.

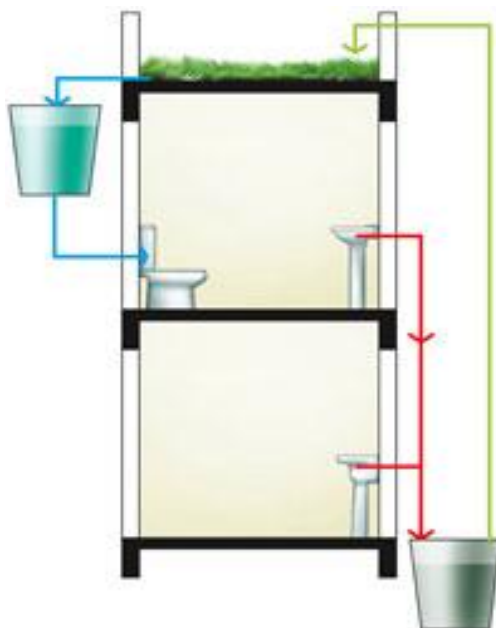


Figura 27 - Esquema de reúso de água do telhado verde.  
Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br) (2010).

### 2.7.2.3.1 Estrutura do sistema

Segundo Guimarães (2010) a respeito da montagem de um sistema laminar, conforme figura 28:

“Os módulos (1) são posicionados sobre a laje impermeabilizada com os vasos para baixo. Eles são cobertos com uma manta que os separa das raízes, sobre a qual se dispõe uma camada de substrato fibroso (2) onde será plantada a grama. Porosos, os módulos são feitos de um material rígido que retém a umidade e os nutrientes e permite a passagem da água. Regulada por um ladrão (3), a lâmina de água mantém-se em 4 cm. Para facilitar a manutenção, que deve ocorrer duas vezes ao ano, o ralo sifonado fica dentro de uma caixa de inspeção (4). O sistema tem, no total, 16 cm de espessura e pesa em torno de 120 kg/m<sup>2</sup>.”

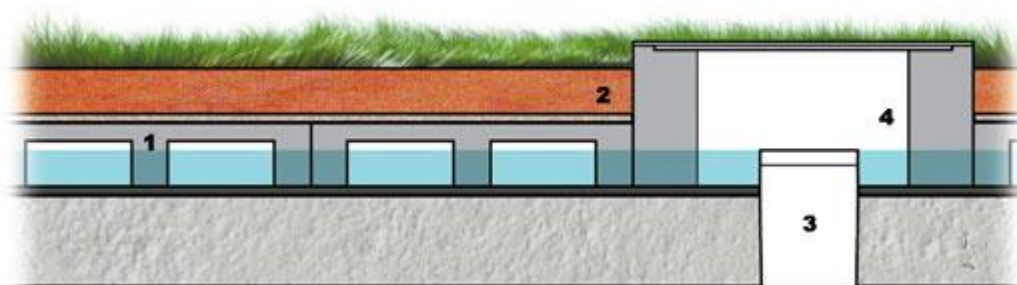


Figura 28 - Esquema estrutural laminar do telhado verde Ecotelhado.  
Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br) (2010).

### 2.7.2.4 Aplicação do Sistema Laminar



Figura 29 - Módulos sobre laje impermeabilizada e colocação da membrana de retenção.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 30 - Colocação de substrato leve fibroso e os feixes de grama são encaixadas.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 31- Detalhe da lâmina de água subterrânea com dreno lateral e sistema instalado.  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).



Figura 32 - Sistema recém-colocado numa residência em Porto Alegre (RS).  
Fonte: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil) (2011).

### **2.7.3 Cobertura aérea**

Sistema que se caracteriza pela separação da vegetação da sua base, ou melhor, a vegetação precisa de um suporte que não é um substrato ou solo, e sim uma tela que servirá como base para seu crescimento. Tem como vantagem a não sobrecarga estrutural e o uso de plantas frutíferas como pepino, maracujá ou trepadeiras, mas também o efeito isolante é menor do que nos outros sistemas.

Um exemplo desse sistema foi sua implantação na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP. “Esta cúpula provocava muito barulho nos dias de chuva, além de produzir

muito calor”...“o telhado verde deu fim a esses desconfortos, pois as plantas amortecem o peso da chuva sobre a cúpula e filtram os raios de sol, deixando a sensação térmica mais agradável para quem trabalha no prédio da Faculdade” (VASCONCELLOS, 2007).

Implantado sobre a cúpula do prédio do Centro de Educação Permanente em Saúde Pública, sua estrutura utilizou nove estruturas metálicas, com telas por onde a vegetação escolhida, o maracujá, cobriu o telhado de fibra de vidro, conforme figura 33. A escolha dessa espécie foi escolhida pelo seu rápido crescimento e por servir como alimento para os funcionários da instituição. A cobertura vegetal tem como principais objetivos a redução do calor e a diminuição do nível de ruído provocado em dias de chuva dentro do edifício, além melhorar a qualidade do ar do entorno da região do bairro de pinheiros (CONCEPT, 2007).



Figura 33 - Telhado verde na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP.  
Fonte: [www.conpet.gov.br/noticias](http://www.conpet.gov.br/noticias) (2007).

## **2.8 Vegetação**

Spangenberg (2004) diz que a “vegetação é um elemento de design importante na melhoria do microclima urbano e conforto térmico em espaços urbanos ao ar livre em climas quentes.”

Existem diferentes tipos de plantas que podem ser cultivadas no telhado verde, mas a seleção deve ser feita pensando no clima da região aplicada, a aparência que deve ter o telhado e a manutenção que será disponibilizada.

Segundo Pereira (2007), outros aspectos devem ser levados em consideração ao se implantar um telhado verde, tais como incidência solar, índices pluviométricos, temperatura do local, ventos dominantes, inclinação do telhado e a necessidade de retenção de água pela vegetação.

Deve-se ter devido cuidado com a retenção de água que a inclinação do telhado deve ter por causa do apodrecimento das raízes.

“Tecnicamente, é possível colocar qualquer tipo de planta, como a jaboticaba e o bambu, mais isso vai depender do projeto paisagístico e da carga que a estrutura do telhado pode suportar”, diz Rocha (2010). E para que o cliente tenha um projeto personalizado, escolhendo as plantas, fazendo caminhos e para que seja possível a colocação de bancos, é necessário que haja uma proteção mecânica para evitar que a força da raiz provoque perfuração da superfície impermeabilizada, completa Rocha (2010).

Segundo Cardim (2010), sobre uma empresa especialista em telhado verde: se...“investe em pesquisa para adaptar plantas nativas em espaços urbanos. Um exemplo dessa pesquisa foi o teste da planta Manacá da serra, árvore típica da floresta paulistana,” conforme figura 33.



Figura 33 - Manacá da Serra, testada e enraizada.  
Fonte: <http://envecbrasil.wordpress.com> (2010).

Uma tabela detalhada com características específicas de irrigação, luminosidade, manutenção, adubação e resistência ao vento e os tipos de plantas aplicáveis nesse sistema construtivo, encontra-se na figura 34.













Espécies	Altura	Hábito	Irrigação Chuva ou Irrigação pesada	Consumo de água	Luminosidade	Manutenção Poda, ebra, retirada de pólvora invasoras	Adubação	Resistência ao Vento
 Estrelinha dourada <i>Sedum acre</i>	25 cm	Forração densa	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Alta
 Mosquitinho <i>Sedum sp1</i>	20 cm	Forração esparsa	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Alta
 Bulbine <i>Bulbine frutescens</i>	40 cm	Forração densa	A cada 10 dias	baixo	pleno sol	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
 Russelia <i>Russelia equisetiformes</i>	até 2 metros	Pendente de folhagem densa	A cada 10 dias	médio	pleno sol / meia sombra	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
 Rosaíha de sol <i>Aptenia cordifolia</i>	30 cm	Forração densa	1x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
 Alho social <i>Tubophia violacea</i>	40 cm	Forração esparsa	3x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Baixa
 Lírio dos ventos <i>Zephyranthes candida</i>	30 cm	Forração esparsa	3x por semana	médio	meia sombra	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
 Alyssum <i>Lobularia maritima</i>	20 cm	Forração esparsa	3x por semana	médio	pleno sol	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Muito baixa
 Capim azul <i>Festuca glauca</i>	40 cm	Forração densa	3x por semana	médio	pleno sol	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Baixa
 Grama preta <i>Ophiopogon japonicus</i>	20 cm	Forração densa	3x por semana	médio	sobra / meia sombra	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Baixa
 Grama amendoim <i>Arachis repens</i>	20 cm	Forração densa	3x por semana	alto	pleno sol / meia sombra	Mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	Mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	Muito baixa
 Grama esmeralda <i>Zoysia japonica</i>	5 cm	Forração densa	3x por semana	muito alto	pleno sol	Mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	Mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	Média

Figura 34 - Tipos de plantas cultivadas em coberturas verdes e suas características.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).

### 2.8.1 Tipos de plantas

Em pesquisa realizada na Carolina do Norte, USA, cinco foram as plantas avaliadas mais resistentes no cultivo de um telhado verde: Reflexum, Sedum Álbum, Sedum Álbum Murale e Sedum Sexangulare.

Algumas empresas preferem plantar as suculentas de forração, que asseguram a máxima sustentabilidade por se tratarem de plantas pequenas do deserto, do gênero sedum e se adaptam ao clima do Brasil. São plantas resistentes tanto ao clima seco quanto ao úmido. Outra opção é a grama esmeralda, que tem crescimento rápido e necessita de poda e consome mais nutrientes. Dessa forma, é necessário irrigá-lo a cada 20 dias e adubá-lo com maior frequência.

A seguir, as figuras 35 a 46 exemplificam algumas plantas pequenas e de fácil cultivo e manutenção.



Figura 35 - Nome científico: Sedum acre. Nome popular: Estrelinha dourada.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).

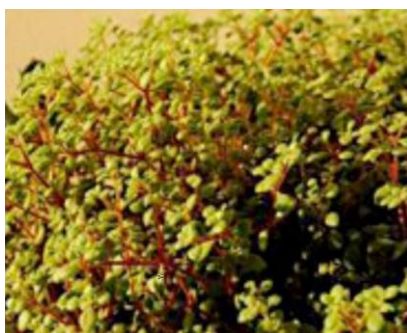


Figura 36 - Nome científico: Sedum sp1. Nome popular: Mosquitinho.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 37 - Nome científico: *Zoyzia japonica*. Nome popular: Grama esmeralda.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 38 - Nome científico: *Bulbine frutescens*. Nome popular: Bulbine.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 39 - Nome científico: *Arachis repens*. Nome popular: Grama amendoim.  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 40 - Nome científico: *Ophiopogon japonicus*. Nome popular: Grama preta  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 41 - Nome científico: *Zephyranthes Candida*. Nome popular: Lírio ventos branco  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 42 - Nome científico: *Festuca glauca*. Nome popular: Capim azul  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 43 - Nome científico: *Lobularia maritima*. Nome popular: Alyssum  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 44 - Nome científico: *Aptenia cordifolia*. Nome popular: Rosinha de sol  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 45 - Nome científico: Tulbaghia violacea. Nome popular: Alho social  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).



Figura 46 - Nome científico: Russelia equisetiforme. Nome popular: Russelia  
Fonte: Instituto Cidade Jardim (2010, 2011).

## **2.9 Manutenção**

Mais difícil do que fazer um jardim, é conseguir mantê-lo. Dessa forma, o jardim deverá ser planejado detalhando quais os tipos de planta que deverão ser cultivados, a melhor forma de impermeabilização a ser aplicada e a devida vazão para escoamento das águas da rega e chuva. A partir desse momento, o nível de manutenção será definido.

Os principais cuidados de manutenção são as regas e podas, que devem ser mais frequentes de acordo com o tipo de jardim escolhido.

Cuidados devem ser tomados desde a escolha das plantas até às doenças que podem contaminar o jardim.

As plantas devem ser semelhantes já que evitam que a rega seja feita planta a planta. Para facilitar o processo, elas devem ser molhadas ao mesmo tempo (Figura 47).

O mesmo cuidado deve-se tomar com a poda. Escolher plantas com crescimento semelhante diminui a manutenção do jardim. O controle de ervas daninhas é outra preocupação relevante. Embora cresçam espontaneamente sendo levadas pelo vento ou por pássaros, elas tiram os nutrientes do solo e prejudicam a luz do sol no jardim. Por isso, a melhor opção ainda é arrancá-las e de preferência manualmente.

Insetos e pragas são comuns em jardins, mas a presença deles não significa que devam ser mortos, em sua maioria, trazem benefícios às plantas. Os insetos devem ser controlados quando prejudicam o jardim ou quando representam risco às pessoas ou animais, como aranhas e escorpiões, assim como também o uso de inseticidas é desaconselhável.

Para evitar doenças nas plantas, que na maioria das vezes é causada por fungos que surgem favorecidos por altas umidades e calor, deve-se evitar regas excessivas ou falta de sol. Caso a doença persista, pode ser um indício de que a planta não é capaz de se adaptar ao jardim.



Figura 47 - Telhado verde em morro carioca. Cuidado envolve rega das plantas.  
Fonte: <http://ecotelhado.blog.br/> (2011).

### **2.10 Cuidados especiais**

Para Seigneur (2009), para que as coberturas verdes garantam longevidade às camadas de impermeabilização, cuidados deverão ser tomados nessa fase de implantação. Segundo ele, a impermeabilização “pode ser feita com manta de PEAD (polietileno de alta densidade), cimento polimérico ou manta geotêxtil”, entre outros e por prevenir o rompimento da impermeabilização já que se eliminam os efeitos destrutivos da constante dilatação e contração das superfícies devido às mudanças de temperatura e insolação, o telhado verde também serve como camada de isolamento.

Outra preocupação é em relação às águas de chuva. “Para que não se acumulem provocando infiltrações, transbordamentos, trincas estruturais e até o colapso da estrutura, a resistência da laje deve ser equivalente ao acúmulo de água e ao peso total da cobertura verde”, diz Seigneur (2009). Por isso as estruturas subjacentes da edificação, como pilares e vigas, também devem ser estudadas tanto para um projeto novo de edificação quanto para um projeto de reforma devendo ter reforço na sua estrutura caso necessário.

A vegetação também pode trazer problemas se não forem bem escolhidas. Plantas com raízes agressivas, como a figueira, penetram na impermeabilização danificando o sistema.

### **2.11 Políticas públicas**

No Brasil, as políticas de incentivos fiscais para práticas sustentáveis ainda são muito tímidas, sendo ainda uma iniciativa voluntária quer em busca de certificação, tendências de mercado ou estético.

Mas surgem os primeiros passos já que começam a surgir iniciativas nessa direção.

No dia 2 de junho deste ano, no seminário realizado na Câmara Municipal de São Paulo, ambientalistas, engenheiros e representantes do poder público se reuniram para discutir aspectos como custo da implantação de telhados verdes entre outros, do Projeto de

Lei no 115/09 da Vereadora Sandra Tadeu do DEM/SP, que trata sobre a obrigatoriedade da instalação dos telhados verdes em novas edificações no município (LIMA, 2011).

Outro exemplo de iniciativa pública, foi comentada por Spitzcovsky (2011), que divulga as diretrizes do programa IPTU Verde em São Paulo, na cidade de Guarulhos, estabelecido pela Lei Municipal 6.793/2011, que tem como objetivo uma série de benefícios fiscais para os donos de imóveis que adotarem princípios de sustentabilidade, como acessibilidade nas calçadas, sistema de captação de água da chuva, telhado verde, separação de resíduos sólidos, utilização de energia solar e eólica e arborização do terreno, prevendo desconto de até 20% no valor anual do IPTU.

E para obter esse benefício fiscal, Spitzcovsky (2011) diz que os proprietários de imóveis em Guarulhos devem solicitar o desconto do IPTU Verde na Secretaria de Finanças do município comprovando a implantação das medidas sustentáveis declaradas. O abatimento no valor do IPTU é válido por cinco anos e já é uma realidade em outras cidades do Brasil, como Campinas, São Carlos e Araraquara, em São Paulo, e Vila Velha, no Espírito Santo.

### **2.12 Custos**

No Brasil, os custos variam dependendo do tipo de telhado, intensivo ou extensivo, do sistema a ser implantado, contínuo, módulos pré elaborados (modular, alveolar ou laminar) ou aérea, podendo variar de no mínimo R\$ 80 a R\$ 120 por m<sup>2</sup>.

Segundo a IGRA (2011), “alguns conselhos municipais e autoridades locais concedem apoio financeiro direto a projetos de telhado verde. Em muitos casos, os subsídios financeiros variam entre 10 € e 20 € por m<sup>2</sup>. Outras comunidades pagam um montante fixo para todo o telhado verde, que varia entre 25% e 100% do material e custos de instalação.”

“Hoje em dia é possível gastar praticamente o mesmo valor usado em um telhado normal”, explicou Feijó (2011) a respeito do custo de um telhado verde.

### 3. EXPERIÊNCIAS UTILIZANDO COBERTURAS VERDE

Com o objetivo de divulgar a eficiência do telhado verde, algumas empresas e órgãos públicos estão tomando iniciativas para incentivar e divulgar esse sistema construtivo. Exemplo disso, são algumas idéias criativas que estão surgindo no mundo como forma de chamar a atenção da população para os danos ao planeta.

#### 3.1 Ponto de ônibus com cobertura verde



Figura 48 - Ponto de ônibus com telhado de grama em Sheffield, Inglaterra.  
Fonte: [www.mastchulbule.com](http://www.mastchulbule.com) (2011).



Figura 49 - Parada de Ônibus Ecológica utilizando sistema alveolar, Porto Alegre/RS.  
Fonte: Marco Milazzo & Associados (2010).

### 3.2 Cortina Verde no Japão

Para enfrentar o calor onde as temperaturas foram as mais altas da história em 23 cidades, os japoneses estão adotando uma solução simples e ecológica: uma cortina verde feita de pepino e outras plantas que alcançará 28 metros conforme figura 50.



Figura 50 - Japoneses usam cortina feita de pepino e plantas para fugir do calor.  
Fonte: Jornal Nacional (2011).

O motivo para os japoneses enfrentarem essas altas temperaturas altas sem o uso do ar-condicionado foi o acidente na usina nuclear de Fukushima, que reduziu a produção de energia no país.

Segundo Kovalick (2011), em uma reportagem sobre a cortina no Japão, “o esforço tem dado certo. Painéis nas estações de trem mostram que, com medidas como essas, o consumo de energia está bem abaixo do limite.”

Para estudar o efeito da cortina, uma câmera termográfica mostrou que, na parte do prédio sem a cortina, o calor era de 40,5°C e sob a cortina, 32,9°C, mas acrescenta Kovalick, que o benefício não é só térmico. A cortina produz sombra e alimentos.

Com esse resultado, as prefeituras do Japão estão distribuindo mudas para a população para incentivar o cultivo dessa cortina.

### 3.3 Banco com cobertura verde no Japão

Empresa japonesa lançou uma linha de bancos verdes. A novidade está sendo implantada e o interessante é a demonstração do gramado que permite inclinações até então impossíveis.



Figura 51 - Banco com cobertura de grama no Japão.  
Fonte: <http://envecbrasil.wordpress.com> (2011).

### 3.4 Ônibus com cobertura verde

Cidades como Nova York, não possuem mais espaço para o áreas verdes. O Bus Roots (Figura 52), criado pelo designer Marco Antonio Cosio, veio com o objetivo de solucionar esse problema além de ajudar na diminuição do aquecimento urbano, na absorção de CO2 e trazer a natureza às cidades melhorando a qualidade de vida das pessoas (SOUZA, 2010).

“O intuito do designer é conseguir plantar, em média, 15 hectares de plantas em 4500 ônibus de Nova York, EUA. A ideia surgiu para uma competição conhecida como Design Wala Grand Idea Competition e conquistou o segundo lugar na premiação.” (SOUZA, 2010).



Figura 52 - Primeiro ônibus com teto verde em Nova York, USA.  
Fonte: <http://ciclovivo.com.br> (2010).

#### 4. CONCLUSÃO

Como responsável por parte dos problemas ambientais, a construção civil está buscando soluções para minimizar efeitos danosos ao meio ambiente.

A construção civil é a atividade humana que mais impacta o meio ambiente, consumindo cerca de 75% dos insumos do planeta e mais de 30% dos gases do efeito estufa são resultado dessa atividade.

Pensando em trabalhar juntamente gestão ambiental e as novas construções, alguns projetos estão buscando atender requisitos do selo LEED, servindo como exemplo de construção ecologicamente correta, como o Colégio Estadual Erich Walter, no Rio de Janeiro que é a primeira escola a conseguir certificação LEED School, própria para escolas com projeto sustentável.

Observando criteriosamente todos os pontos destacados neste estudo, o telhado verde como sistema construtivo é uma opção eficaz para o problema ambiental mundial.

Buscar soluções para ajudar na recuperação do meio ambiente não está somente nas mãos das grandes construtoras e incorporadoras. Todos podem fazer algo para contribuir com essa melhora. O emprego de tintas hidrossolúveis que não agridem o ambiente ou coberturas brancas que promovem conforto interno nas edificações reduzindo o consumo de ar condicionado e a instalação de telhados verdes ao invés de telhados tradicionais são soluções práticas que podem ser adotadas.

Outro aspecto importante é que com a instalação de telhados verde, as cidades se tornam ambientes habitáveis, recuperando espaços e trazendo o benefício da convivência de espécies não comumente vistas nas grandes cidades como formigas, aranhas, besouros, maçaricos, entre outros, além de espécies de plantas como as orquídeas que, em Zurique na Suíça, numa cobertura verde de 95 anos, é um refúgio para novas espécies.

Nesse sentido, os profissionais da construção civil passam a ter um compromisso com o meio ambiente, indicando e aplicando em seus projetos ações que potencializem a recuperação e equilíbrio do meio nos grandes centros urbanos.

Embora a solução eficaz apresentada neste estudo, a aplicação de telhados verdes como forma de minimizar os impactos ambientais, de início seja um acréscimo no custo da obra, a economia de energia gerada pós construção, a retenção e o aproveitamento das águas de chuva prevenindo enchentes, os benefícios psicológicos e sociais entre outros, justificam o investimento inicial.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Carmosa. **Telhados verdes**. 2009. Disponível em: <<http://obviousmag.org/archives/2009/06/telhadosverdes.html>>. Acesso em: 21 abr. 2010.
- ALMEIDA, Cristina. **Jardim é terapia**. Revista Viva Saúde, ed.75. 2009. Disponível em: <http://revistavivasaude.uol.com.br/saude-nutricao/75/artigo142171-1.asp>> Acesso em:03 maio 2011.
- ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Soropédica, RJ, 2007.p.5
- AUCKLAND, 1998 apud TOMAZ, 2008. **Cobertura Verde**. 2008. In: Curso de manuseio de águas pluviais. Capítulo 51.
- CARTER, Kelly. **A tendência de alimentos orgânicos**. 2008. Disponível em: [http://www.usatoday.com/travel/hotels/2008-04-17-local-food-hotels\\_N.htm](http://www.usatoday.com/travel/hotels/2008-04-17-local-food-hotels_N.htm). Acesso em: 31 de julho de 2011.
- CECCHIN, Maiara. **Os telhados verdes como alternativa ao meio urbano**. 2010. Disponível em:<[www.faculadadedombosco.edu.br/](http://www.faculadadedombosco.edu.br/)>. Acesso em: 13 jul. 2011.
- CICLO VIVO. **Rio de Janeiro ganha primeira escola pública sustentável do país**. Disponível em: <[http://www.ciclovivo.com.br/noticia.php/2143/rio\\_de\\_janeiro\\_ganha\\_primeira\\_escola\\_p](http://www.ciclovivo.com.br/noticia.php/2143/rio_de_janeiro_ganha_primeira_escola_p)>. Acesso em: 2 de jun. 2011.
- CONPET. **Telhado verde é solução em prédio da USP**. 2007. Disponível em: [http://www.conpet.gov.br/noticias/jnoticia.php?segmento=&id\\_noticia=1096](http://www.conpet.gov.br/noticias/jnoticia.php?segmento=&id_noticia=1096). Acesso em: 11 maio 2011.
- D`ELIA, Renata. **Telhados verdes**. 2009. Editora Pini Ltda, ed. 148. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/148/imprime144157.asp>- 30/07/2011. Acesso em 05 jun. 2011.

DI GIOVANNI, Rodrigo; CRUZ, Taison de Assis ds. **Telhado verde: Estudo de caso**. São Paulo,(2010).

DIMOUDI & NIKOLOPOULOU, 2003 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental**. Soropédica, RJ. 2007.

DISCOVERY, Channel. **As Sete Maravilhas da Antiguidade**. 2009. Disponível em: <<http://discoverydocs.net/2010/01/download-the-history-channel-as-sete-maravilhas-da-antiguidade-dublado/>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

FEIJÓ, João Manuel. **Seminário desmistifica questão dos custos para implantação do telhado verde em SP**. São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.sandratadeu.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=190:seminario-desmistifica-questao-dos-custos-para-implantacao-do-telhado-verde-em-sp&catid=15:noticias&Itemid=103](http://www.sandratadeu.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=190:seminario-desmistifica-questao-dos-custos-para-implantacao-do-telhado-verde-em-sp&catid=15:noticias&Itemid=103)>. Acesso em: 07 maio 2011.

FGV, 2006. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção Civil e da Indústria de Materiais**. São Paulo, FGV Projetos.

GEROLIMICH, Maria José de Mello. **Sustentabilidade**. Entrevistador: Leda Nagle. Rio de Janeiro, 2011. Entrevista concedida ao Programa Sem Censura.

GIVONI, 1976 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental**. Soropédica, RJ. 2007.

GUIMARÃES, Henrique E. M. **Sistema laminar**. Porto Alegre, RS. 2010. Disponível em: <<http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:M8Nx6-7ZGfoJ:www.ecotelhado.com.br/ManuaiseEspecificacoes>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

HENEINE, Maria Cristian de Souza. **Cobertura verde**. Belo Horizonte, UFMG.2008. Monografia do curso de especialização em construção civil.p.12.

<http://ciclovivo.com.br>>. Acesso em: 2 de jun. 2011.

<http://envecbrasil.wordpress.com/>>. Acesso 01 maio 2011.

<http://envecbrasil.wordpress.com/fotos-telhado-verde-e-jardim-elevado-skygarden/>>. Acesso 01 maio 2011.

<http://mastchulbule.com>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

IBGE, 2008 apud RANK, Liliane. **Relatório prospectivo setorial: 2009. Brasília: Centro de gestão e estudos estratégicos**. Brasília, 2009. 210 p, 104: il.

IGRA. **Rede global para telhados verdes**. Disponível em: <[http://www.igra-world.com/&ei=lwc2TuOZOend0QHtooSfDA&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CCYQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dgreen%2Broof%2Bassociation%26hl%3Dpt-BR%26qscr%3D1%26nord%3D1%26rlz%3D1T4GGLL\\_pt-BRBR379BR379%26biw%3D1280%26bih%3D552%26site%3Dwebhp%26prmd%3Divns](http://www.igra-world.com/&ei=lwc2TuOZOend0QHtooSfDA&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CCYQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dgreen%2Broof%2Bassociation%26hl%3Dpt-BR%26qscr%3D1%26nord%3D1%26rlz%3D1T4GGLL_pt-BRBR379BR379%26biw%3D1280%26bih%3D552%26site%3Dwebhp%26prmd%3Divns)> Site traduzido. Acesso em: 22 jun.2011.

IGRA. **Tipos de telhado verde**. Disponível em: <[http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php&usg=ALkJrhgWFj3IEH\\_1IUcawjYeBWckBljFYg](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php&usg=ALkJrhgWFj3IEH_1IUcawjYeBWckBljFYg)>. Site traduzido. Acesso em: 22 jun. 2011.

KLINKENBORG, Verlyn. **O céu é verde. A idéia dos jardins suspensos floresce em cidades cujas alturas permitem esses espaços naturais**. 2009. Disponível em: <<http://viajeaquie.abril.com.br/national-geographic/edicao-110/>>. Acesso em: 01 jun 2011.

KOVALICK, Roberto. **Japoneses usam cortina feita de pepino e plantas para fugir do calor**. Japão, 2011. Entrevista feita por Jornal Nacional. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/06/japoneses-usam-cortina-feita-de-pepino-e-plantas-para-fugir-do-calor.html>> Acesso em: 24 jun. 2011.

LAAR, 2002 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental**. Soropédica, RJ. 2007.

LAMBERTS, Roberto, DUTRA, Luciano, PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. Ilustrações de Luciano Dutra. São Paulo: P.W., 1997. 192p.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois, FARIAS; Maria S.S. de; ARAÚJO, Aline de Farias. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano**. 2008. Disponível em:<<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/128/101>> Acesso em: 25 jun. 2011.

PECK, 1999 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental**. Soropédica, RJ.

2007. PEREIRA. Manoela de Freitas. **Teto verde: o uso de coberturas vegetais em edificações**. Rio de Janeiro. 2007, p.1 a 11. Disponível em: <[http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio\\_resumo2007/relatorios/art/art\\_manoela\\_de\\_freitas\\_ferreira.pdf](http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manoela_de_freitas_ferreira.pdf)>. Acesso em: 20 jun.2011.

PIERGILI, Alexander Van Parys. **Por que utilizar telhados verdes?** São Paulo. 2007. Disponível em: <[http://sitiogralhaazul.net/dev15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42:por-que-utilizar-telhados-verdes&catid=30:design-ecologico](http://sitiogralhaazul.net/dev15/index.php?option=com_content&view=article&id=42:por-que-utilizar-telhados-verdes&catid=30:design-ecologico)>. Acesso em: 29 jun. 2011.

RANK, Liliane. **Relatório prospectivo setorial: 2009. Brasília: Centro de gestão e estudos estratégicos**. Brasília, 2009. 210 p, 104: il.

ROLA, Sylvia. **Telhados verdes: pequenos pulmões para grandes cidades**. Disponível em: <[www.dw-world.de/dw/article/0,,1772334\\_page\\_2,00.html](http://www.dw-world.de/dw/article/0,,1772334_page_2,00.html)>. Acesso em: 03 jun. 2011.

SOUZA, Natália Almeida. **Primeiro ônibus com sistema de telhado verde circula em Nova York**. 2010. Disponível em: <[http://ciclovivo.com.br/noticia.php/1265/primeiro\\_onibus\\_com\\_sistema\\_de\\_telhado\\_verde\\_circula\\_em\\_nova\\_york/](http://ciclovivo.com.br/noticia.php/1265/primeiro_onibus_com_sistema_de_telhado_verde_circula_em_nova_york/)>. Acesso em: 01 jun. 2011.

SOUZA, Natália Almeida. **Telhado verde chega também aos morros cariocas**. 2011. Disponível em: <<http://ecotelhado.blog.br/>>. Acesso em: 20 de jul. 2011.

SPANGENBERG, Jörg. **Melhoria do clima urbano nas metrópoles tropicais - Estudo de caso**. Disponível em: <[http://www.basis-id.de/site2006/science/01\\_Spangenberg\\_IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METROPOLIS.pdf](http://www.basis-id.de/site2006/science/01_Spangenberg_IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METROPOLIS.pdf)> – Site traduzido. Acesso em: 30 maio 2011.

SPITZCOVSKY. Débora. **Guarulhos implanta IPTU Verde**. Editora Abril S.A. São Paulo. Disponível em:<<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/desconto-iptu-verde-guarulhos-beneficio-fiscal-sustentabilidade-moradias-632838.shtml>>. Acesso em: 22 jul. de 2011.

SUA PESQUISA. COM. **Revolução industrial**. 2011. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/industrial/>>. Acesso em: 07 maio 2011.

TÓFOLI, Daniela. **Moradores usam "telhado vivo" contra calor**. Folha de São Paulo-Cotidiano. (12/2/2006)

TOMAZ, 2005. **Telhado verde**. 2005. Capítulo 10.

TOMAZ, 2008. **Cobertura Verde**. 2008. In: Curso de manuseio de águas pluviais. Capítulo 51.

VASCONCELLOS, Maria da Penha. **Telhado verde é solução em prédio da USP**. 2007. Disponível em: <[http://www.conpet.gov.br/noticias/jnoticia.php?segmento=&id\\_noticia=1096](http://www.conpet.gov.br/noticias/jnoticia.php?segmento=&id_noticia=1096)>. Acesso em: 11 maio 2011.

VECCHIA, Francisco. **Cobertura verde leve (CVL): Ensaio experimental**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO (ENCAC) E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ELACAC). Maceió. Anais... .2005.

VILELA, Soraia. **Telhados verdes: pequenos pulmões para grandes cidades**. Disponível em: <[www.dw-world.de/dw/article/0,,1772334\\_page\\_2,00.html](http://www.dw-world.de/dw/article/0,,1772334_page_2,00.html)>. Acesso em: 10 jun. 2011.

[www.flickr.com/photos/milazzo2010/4298766052/sizes//in/photostream/](http://www.flickr.com/photos/milazzo2010/4298766052/sizes//in/photostream/)>. Acesso em: 04 maio 2011.

[www.umahku.com/architecture-concept/green-building-design-in-urban-reas/attachment/green-building-design-in-urban-areas4](http://www.umahku.com/architecture-concept/green-building-design-in-urban-reas/attachment/green-building-design-in-urban-areas4)>. Acesso em: 2 de jun. 2011.

ZINCO, 2000 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental**. Soropédica, RJ. 2007.

ZINCO, 2007. **Zinco Green Roof Systems**. Disponível em: <[http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/19/green\\_roof\\_brochure\\_dec\\_07\\_low\\_res\\_2.pdf](http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/19/green_roof_brochure_dec_07_low_res_2.pdf)>. Acesso em: 19 de maio de 2010.