Adilson Emanuel Castor Amaral

TELHADO VERDE PARA EDIFICAÇÕES

Juiz de Fora
2010

M-05
2010
MA00068

Adilson Emanuel Castor Amaral

TELHADO VERDE PARA EDIFICAÇÕES

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Meio Ambiente, Instituto Tecnólogo em Meio Ambiente, Universidade Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.
Orientador: Profª. Sônia Maria Jacob Rodrigues

Juiz de Fora

2010

Adilson Emanuel Castor Amaral

TELHADO VERDE PARA EDIFICAÇÕES

Monografia de conclusão de curso submetida ao curso de Meio Ambiente, Instituto Tecnólogo em Meio Ambiente, Universidade Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Profª. Sônia Maria Jacob Rodrigues (Orientadora)

Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

2010

AGRADECIMENTOS

a Deus,
Universidade Presidente Antônio Carlos,
minha orientadora,
meus professores,
meus pais e irmãos,
meus amigos e colegas de curso,
meu amor.

Agradecimentos especiais

a minha esposa amada, luz da minha vida que esta sempre comigo, nos meus pensamentos, no meu sorriso, na vontade de viver e dizer que tudo neste mundo vale a pena lutar. Durante anos estive em total escuridão e Deus trouxe você novamente para mim, pois sei que estamos juntos através de muitas outras vidas. Te amo minha vida e agradeço a Deus.

Anda, quero te dizer nenhum segredo
Falo nesse chão da nossa casa
Vem que tá na hora de arrumar
Tempo, quero viver mais duzentos anos
Quero não ferir meu semelhante
Nem por isso quero me ferir
Vamos precisar de todo mundo
Pra banir do mundo a opressão
Para construir a vida nova
Vamos precisar de muito amor
A felicidade mora ao lado
E quem não é tolo pode ver
A paz na Terra, amor
O pé na terra
A paz na Terra, amor
O sal da Terra
És o mais bonito dos planetas
Tão te maltratando por dinheiro
Tu que és a nave nossa irmã
Canta, leva tua vida em harmonia
E nos alimenta com teus frutos
Tu que és do homem a maçã
Vamos precisar de todo mundo
Um mais um é sempre mais que dois
Pra melhor juntar as nossas forças
É só repartir melhor o pão
Recriar o paraíso agora
Para merecer quem vem depois
Deixa nascer o amor
Deixa fluir o amor
Deixa crescer o amor
Deixa viver o amor
(O sal da terra)
BETO GUEDES - RONALDO BASTOS

RESUMO

Este trabalho busca apresentar a técnica de cobertura verde em edificações, método utilizado para o combate do Aquecimento Global e podendo ser utilizado também nos grandes centros urbanos. As coberturas verdes ou "Green Roof" são métodos de grande contribuição para melhoria da qualidade de vida e saúde ambiental, promovendo aumento de áreas verdes nas cidades, produzindo microclimas, fornecendo umidade ao ar, capturando gás carbono, diminuindo os impactos causados pelas chuvas, combatendo a criação das ilhas de calor, poluição atmosférica e sonora, melhorando a estética urbana e realizando a captação das águas pluviais.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado Verde. Cobertura Viva. Terraço Jardim.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ..... pág. 10
1.1. Problemática e Justificativa ..... pág. 10
1.2. Objetivos ..... pág. 14
1.3. Metodologia ..... pág. 15

2. HISTÓRICO ..... pág. 16
2.1. Habitações históricas com coberturas verdes ..... pág. 16
2.2. Telhado Verde ..... pág. 18
2.3. Coberturas naturais no Brasil ..... pág. 19
2.4. Projeto de Lei como incentivo as Coberturas verdes ..... pág. 21

3. TÉCNICAS E VEGETAÇÃO ..... pág. 25
3.1. Sistema de desenvolvimento de telhados verdes ..... pág. 26
3.1.1. barreira de raízes ..... pág. 26
3.1.2. Camada de proteção ..... pág. 27
3.1.3. Camada de drenagem ..... pág. 27
3.1.4. Camada filtrante ..... pág. 27
3.1.5. Meio crescente ou substrato ..... pág. 28
3.2. Nível de plantas ..... pág. 29
3.2.1. Seleção de plantas ..... pág. 29
3.2.2. Diferentes tipos de plantas ..... pág. 30
3.3. Tipos de coberturas verdes ..... pág. 32
3.3.1. Cobertura verde intensiva ..... pág. 32
3.3.2. Cobertura verde extensiva ..... pág. 33
3.4. Manutenção e suporte ..... pág. 35
3.5. Retenção de água ..... pág. 36
3.6. Custos / subsídios ..... pág. 37
3.7. Gestão de rejeitos ..... pág. 38
3.8. Processos de construção do telhado ..... pág. 38

4. CONSEQÜÊNCIAS ..... **pág. 39**
4.1. Principais vantagens ..... pág. 40
4.2. Possíveis desvantagens ..... pág. 42

CONCLUSÃO ..... **pág. 44**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... **pág. 46**

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA

Muitos são os benefícios gerados por grandes descobertas tecnológicas. Porém, recursos naturais e considerações ambientais parecem estar em segundo plano diante da especulação imobiliária e de interesses econômicos.

O crescimento populacional mundial aumenta, entre outros, a pressão sobre o uso do solo urbano, a demanda pela água e saneamento ambiental, infra-estruturas associadas à própria vida.

As grandes cidades estão com mais construções a cada dia e menos espaços verdes. A implantação de telhados jardins é um recurso que pode fazer diferença, não só para uma questão ambiental, ou estética, mas para qualidade de vida e bem-estar, assim como o conforto dos usuários.

De acordo com Rivero (1985), um projeto para satisfazer a propósitos gerais, deve resolver problemas funcionais e estéticos dentro de solicitações culturais, sócio-econômicas, ambientais e tecnológicas.

Mesmo que o clima local externo não seja favorável, tanto o projeto quanto o planejamento da área devem ser efetuados de forma a adequar o ambiente com interiores confortáveis, sempre que possível, evitando-se a instalação de recursos artificiais. Métodos e tecnologias são necessárias para o uso dos elementos climáticos, de modo a permitir um gasto reduzido de energia e demais economias, principalmente aquelas que, direta ou indiretamente envolvam o eco-sistema.

Romero (2000) aponta o desconforto térmico nos espaços urbanos como um dos problemas gerados pelo processo acelerado de urbanização:

> "Principalmente nas ultimas décadas, temos observado que as cidades brasileiras, em geral, têm crescido de um modo que pouco tem a ver com seu contexto climático" (Romero, 2000).

As variações climáticas ocorrem ao longo do tempo. Portanto, precisam ser estudadas e controladas de acordo com o clima de cada região, tendo leituras diferentes em cada local, podendo provocar mudanças de temperatura e dimensão nas estruturas das edificações.

Neste contexto, a vegetação surge como auxiliar no controle de elementos climáticos como a radiação e a ventilação, levando a um equilíbrio térmico.

> "Uma árvore, por exemplo, tem funções como a de proporcionar sombreamento quando este é necessário, deter ou canalizar os ventos, criar espaços e intervir nos problemas visuais. O "verde" promove oxigenação, umidecimento do ar, contribui no estabelecimento de microclimas e atua como condicionador térmico, em dias de verão intenso, quando o ar quente pode tornar insuportável uma simples caminhada ou até mesmo a permanência em locais não termicamente adequados." (Ferrari, 2009)

Além da satisfação gerada pela estética, a vegetação, absorve energia, atenuando os efeitos da radiação solar. É como um filtro, onde as folhagens funcionam como protetores das superfícies, amenizando o calor dos ambientes mais próximos. De acordo com Rivero (1985), a grama ao sol tem uma temperatura menor que a da calçada à sombra.

> "Um espaço gramado pode absorver maior quantidade de radiação solar e, por sua vez, irradiar uma quantidade menor de calor que qualquer superfície construída, uma vez que grande parte da energia

> absorvida pelas folhas é utilizada para seu processo metabólico, enquanto em outros materiais toda a energia absorvida é transformada em calor." (Romero, 2000).

Em relação às espécies, o ideal para coberturas vivas são aquelas de raízes superficiais, que cubram todo o solo em que forem aplicadas para que impeçam a terra de correr com a chuva.

Segundo Almeida (2008), há alguns tipos interessantes de grama como a própria batatais, mas outras espécies são perfeitamente utilizáveis, com algumas particularidades, que variam de região para região, devendo, por isso mesmo, ser experimentadas e pesquisadas.

Um jardim suspenso proporciona, aos ocupantes de um prédio, luz do sol e uma vista exclusiva para o céu. Os terraços verdes geralmente são gramados, arborizados, pavimentados, equipados e possuem terra, de modo que todos os lugares possam ser utilizados e desfrutados. A eficácia do seu desempenho depende da espécie escolhida. Seria interessante, por exemplo, o uso de espécies que percam as folhas no inverno, permitindo o calor da radiação solar, já no verão, as folhagens crescidas formariam uma barreira evitando o calor.

Roriz (1988) afirma que "dentre os envolventes dos edifícios, as coberturas são as que recebem mais intensamente e por mais longo período a insolação, estando portanto, sujeitas a maior carga térmica".

O uso de coberturas jardins pode ser apreciado em alguns projetos arquitetônicos, sendo eles nacionais ou internacionais. A cobertura viva é uma técnica utilizada há séculos no norte da Europa para manter as casas aquecidas no inverno. No caso do Brasil, a mesma idéia pode ser aproveitada na maior parte do ano, pois o que se quer, no caso, é manter a casa fresca, impedindo o calor de entrar.

A solução aqui defendida é simples e apropriada para os mais variados climas, porém, ainda pode ser considerara como uma "novidade" para a cultura brasileira. De um modo geral as pessoas têm receio de "novidades", principalmente as que apresentem recursos menos complexos e sofisticados da tecnologia moderna.

O que se observa, de um modo geral, é que a população quer primeiro ver para poder começar a acreditar e (quem sabe?) depois fazer também. Nesse sentido, um estudo comprovando o desempenho técnico da vegetação como cobertura, seria bastante motivador.

A idéia principal é a de manter a associação entre homem e natureza. O espaço produzido deve se relacionar com o entorno, procurando-se uma posição de equilíbrio ecológico, minimizando-se, assim, o impacto da intervenção no meio.

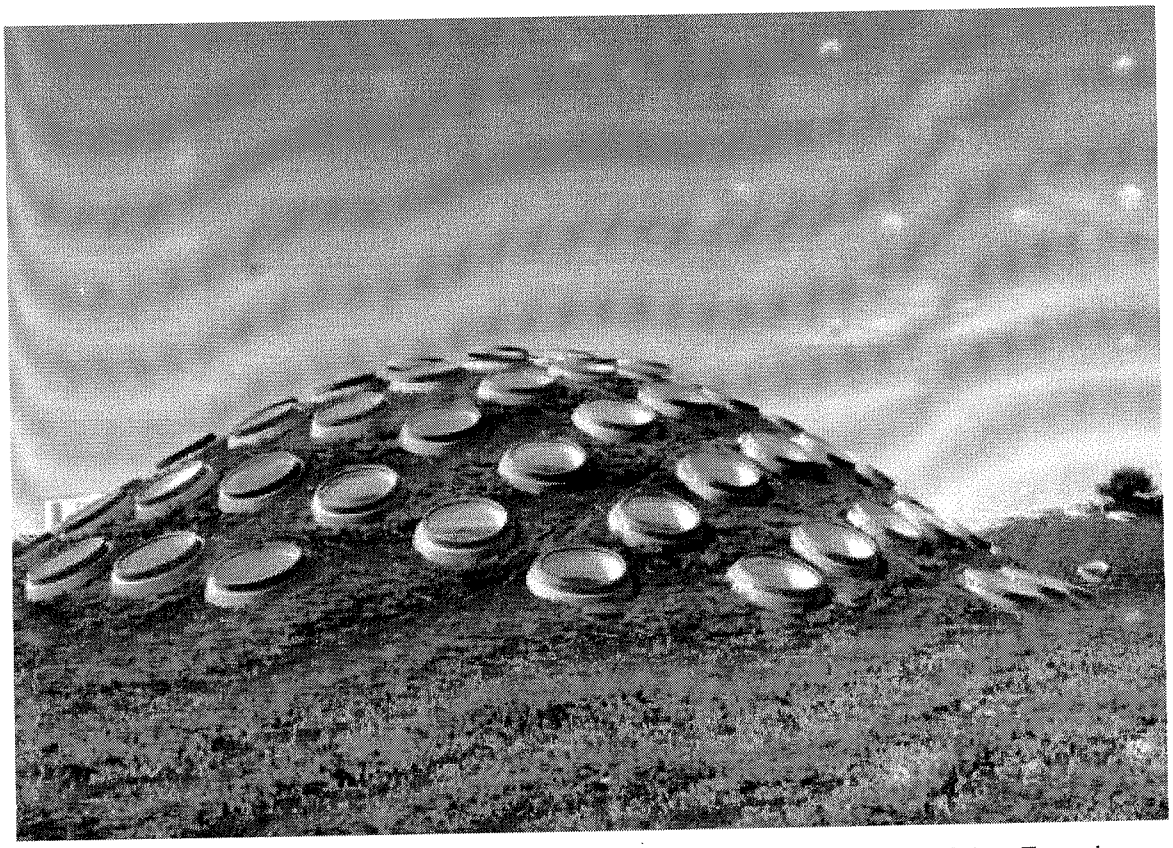

Figura 1- Museu da Academia de Ciência da Califórnia, em São Francisco. Fonte:http://delas.ig.com.br/casa/arquitetura/cortando+o+calor+pelo+topo/n1237509396028.html

1.2 OBJETIVOS

Objetivos Gerais:

- Fazer um estudo sobre Telhado Verde enfatizando sua performance técnica, o conforto térmico e o bem estar.

Objetivos Específicos:

- Verificar o uso de coberturas naturais no Brasil;
- Estudar o processo de construção de um Telhado Verde;
- Identificar as vantagens e desvantagens do Telhado Verde;
- Produzir documentos atualizados sobre o assunto;
- Analisar a manutenção;
- Fazer uma analise quanto às espécies utilizáveis mais adequadas.

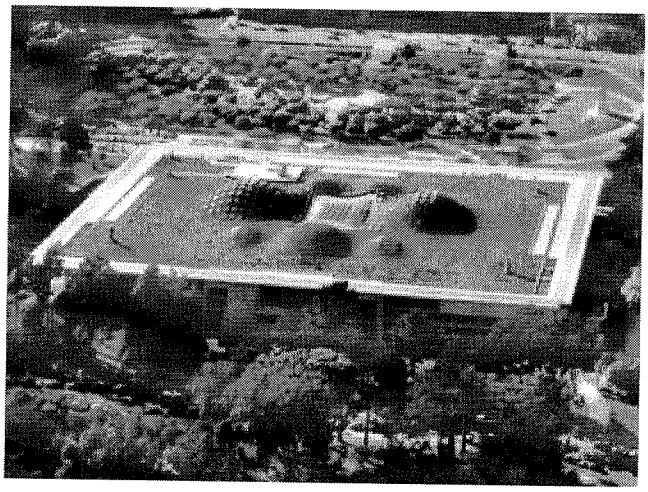

Figura 2- O telhado em alto-relevo do Museu da Academia de Ciência da Califórnia abriga mais de um milhão de mudas nativas da região. Fonte: http://delas.ig.com.br/casa/arquitetura/cortando+o+calor+pelo+topo/n1237509396028.html

1.3 METODOLOGIA

Embasamento teórico

Análise teórica, realizada através de livros, revistas especializadas, internet, entrevistas com profissionais e estudiosos, seminários, teses e dissertações, enfocando assuntos como conforto térmico, paisagismo, arquitetura bioclimática, arquitetura ecológica e meio ambiente, entre outros. Tudo isso tem como finalidade, obter maior conhecimento teórico sobre o tema, possibilitando o trabalho.

OBS: Toda a pesquisa será ilustrada para melhor visualização e compreensão da mesma.

Figura 3- O jardim suspenso reduz em 30% o volume de água da chuva que sai do prédio do Hospital Albert Einstein. Fonte: http://delas.ig.com.br/casa/arquitetura/cortando+o+calor+pelo+topo/n1237509396028.html

2. HISTÓRICO

"Desde os tempos mais antigos o homem quis subir nos telhados."
(Le Corbusier, 1927)

2.1. HABITAÇÕES HISTÓRICAS COM COBERTURAS VERDES

Habitações históricas com coberturas interligadas a suas formas utilizavam-se das vegetações como soluções necessárias, adequadas a diversas funções e significados conforme suas localizações geográficas e condições climáticas.

As coberturas baseavam-se em fatores como temperatura e quantidade pluviométrica. Deste modo, em lugares de baixa temperatura e com muita chuva as coberturas deveriam ser inclinadas, em lugares de alta temperatura e com pouca chuva a cobertura deveria ser plana, mas estes padrões nem sempre se alinhavam a realidade das construções.

Considerado como uma das sete maravilhas do mundo antigo, os Jardins Suspensos da Babilônia nas margens do Rio Eufrates, fora construído pelo imperador Nabucodonosor. Monumento de pedra, próximo ao seu palácio contendo a forma de uma montanha com grandes jardins, na intenção de tranqüilizar sua esposa Semiramis que nascera ao norte do país, região montanhosa e repleto de flores. De acordo com historiadores, os Jardins Suspensos da Babilônia eram construções hoje conhecidas por Ziggurat. São obras arquitetônicas da Mesopotâmia, onde algumas delas existem até hoje, a mais conservada é a Ziggurat de Ur, construída entre 2200 e 2100a.C., 1500 anos antes da construção dos Jardins Suspensos da Babilônia.

Outros povos que utilizaram camadas de grama nas paredes e coberturas de suas construções foram os Vikings, algas marinhas para isolar a cobertura, proteger contra as chuvas e dos ventos.

Em Pompéia, sul da Itália, durante o Império Romano, era comum o plantio de trepadeiras em suas varandas. Os Romanos utilizavam árvores em suas edificações funerárias como coberturas.

O Aquecimento Global é considerado um dos males do século 21, potencializado pela atividade impactante do homem, causado pelo desmatamento e o crescimento desordenado dos centros urbanos. Os telhados verdes ou "*green roof*" tornam-se elementos de grande importância no combate ao Aquecimento Global e inclusão de novas técnicas no reaproveitamento de energias renováveis.

Figura 4- Em São Paulo, a nova unidade do Hospital Israelita Albert Einstein já conta com cobertura verde. Fonte: http://delas.ig.com.br/casa/arquitetura/cortando+o+calor+pelo+topo/n1237509396028.html

2.2. TELHADO VERDE

Telhado verde, telhado vivo, telhado jardim, ecotelhado, biocobertura, cobertura verde, cobertura viva, cobertura jardim, cobertura natural ou terraço jardim, várias são as denominações usadas para identificar o espaço verde a cima das edificações ou estruturas adaptadas para receber uma cobertura vegetal em lajes e telhados.

O termo "coberturas jardins" conhecido como "*roof gardens*" ou "*green roof*" (telhados verdes), foi criado por volta de 1893, classificando as áreas ajardinadas que servem para recreação no verão americano.

A biocobertura ajuda na preservação do meio ambiente, traz um visual agradável a quem a observa, ameniza a temperatura, reduz ruídos, retém as águas das chuvas, entre outros.

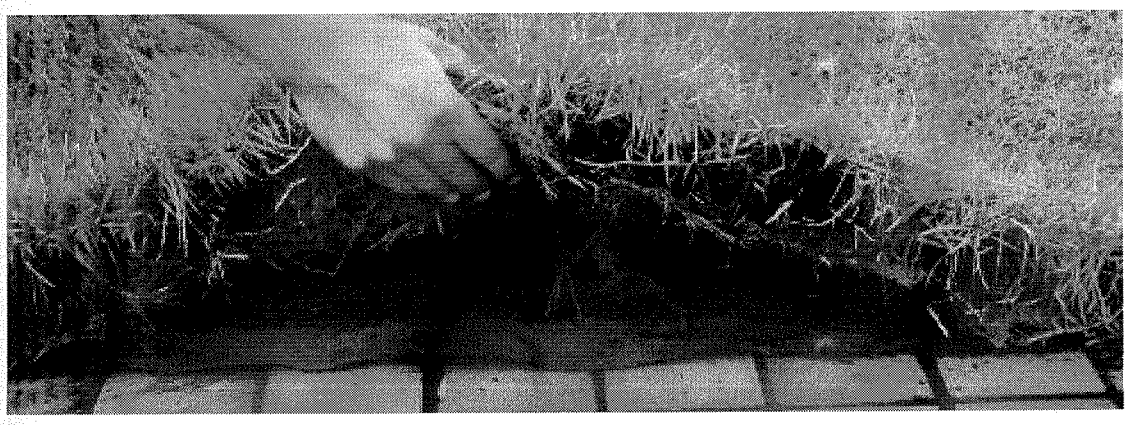

Figura 5- Jardins elevados e telhados verdes com tecnologia japonesa. Fonte: http://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2010/02/09/o-telhado-verde-e-a-escolha-da-vegetacao/

2.3. COBERTURAS NATURAIS NO BRASIL

Construir uma casa inteira só com materiais ecológicos é possível e viável. Ser ecologicamente correto deve ir muito além do uso das madeiras certificadas ou de bambu para ornamentar o jardim.

A construção de telhados ecológicos é uma tendência na arquitetura mundial. A idéia não é a de apenas reduzir o impacto ambiental, mas também a de buscar soluções para construções que integrem o homem e meio ambiente de maneira funcional, harmônica e consciente.

O projeto deve levar em consideração o paisagismo a fim de planejar bem o peso suportado pela cobertura, determinar o sistema de impermeabilização, custos inerentes à obra e permitir o acesso de pessoas a cobertura. Contudo, a função ambiental das coberturas verdes começou a ser mais valorizada do que a sua estética. Além de ajudar a reduzir o calor da estrutura e trabalhar na refrigeração do prédio, a água recolhida das chuvas pode ser reaproveitada no sistema de esgoto e limpeza.

A cobertura naturada deve ser escolhida de acordo com o tipo de região e o clima, fatores como temperatura, insolação, chuvas, ventos e as diferentes espécies de vegetações estarão diretamente ligadas, interagindo com o sistema de construção e manutenção implantado.

Na Europa e nos Estados Unidos as coberturas verdes estão presentes em grande parte dos edifícios públicos e privados mais modernos. Na Alemanha, por exemplo, 17% das casas já têm a cobertura verde. Em Tóquio e na Cidade do México, onde o verde é pouco, o governo fornece incentivo fiscal para quem plantar no telhado. Em Tóquio, por lei, devem ser vivas pelo menos 25% da cobertura de todas as novas construções acima de 250m2 (ou 1.000m2, dependendo do bairro). Nova York e Toronto também adotaram legislação especial para esse tipo de solução sustentável.

Por enquanto, no Brasil a realidade é outra, talvez, por medo de possíveis infiltrações ou preconceitos e principalmente pela falta de informação. Ao comparar o número de empreendimentos que desfrutam de coberturas

jardins ao enorme território brasileiro, ainda são poucas as construções. Falta conhecimento sobre as técnicas utilizadas e incentivos para implantar as coberturas verdes em edificações, assim como, projeta-las e executa-las.

Neste contexto, o deputado federal Jorge Tadeu Mudalen (DEM - SP) apresentou no dia 19/4/2010, um projeto de lei que prevê para os habitantes de cidades com mais de 500 mil pessoas, um desconto de 5% no IPTU para os proprietários de imóveis que adotem telhados verdes em residências ou edifícios comerciais em 50% de seus telhados.

> "Ementa: Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do "Telhado Verde" nos locais que especifica, e dá outras providências. Explicação: Concedendo benefício tributário aos condomínios edificados que utilizarem "Telhado Verde" - cobertura vegetação sobre laje de concreto ou cobertura, de modo a melhorar o aspecto paisagístico, diminuir a ilha de calor, absorver o escoamento superficial, reduzir a demanda de ar condicionado e melhorar o microclima".

Alguns empreendimentos realizados no país obtiveram resultados bastante positivos, como é o caso, por exemplo, do Hospital Israelita Albert Einstein, com plano de expansão do período de 2006 a 2012, em São Paulo, capital. Todo o processo de construção e utilização do novo prédio foi desenvolvido com o conceito de sustentabilidade. Durante a obra, houve rígido controle de poluição, planos de gerenciamento de erosão, assoreamento, poeira e ruídos, bem como, um programa de reciclagem fez com que 75% do material fosse reaproveitado, evitando que grande parte do entulho fosse depositado em aterros sanitários. O uso da cobertura verde veio junto com a aplicação da arquitetura sustentável no hospital, a fim de melhorar a qualidade de vida dos pacientes e funcionários. Associado a reservatórios de água e ao gerenciamento de descargas pluviais, a implementação do telhado jardim, reduz em 30% o volume de água da chuva que sai do prédio.

A sustentabilidade é uma tendência, o telhado verde é uma tendência e a sua utilização está se tornando mais freqüente não somente nos fatores arquitetônicos, mas também nos urbanísticos, paisagísticos e ambientais das cidades.

2.4. PROJETO DE LEI COMO INCENTIVO AS COBERTURAS VERDES

Dentro do contexto nacional uma inovação está em trâmite, o Deputado Sr. Jorge Tadeu Mudalen apresentou no dia 19 de abril de 2010 a seguinte ementa com objetivo de incentivar a implantação de coberturas verdes em edificações:

Projeto de Lei
Do Sr. Jorge Tadeu Mudalen (2009)

Dispõe sobre o desconto no pagamento anual de IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) na adoção de telhados verdes em imóveis em cidades com população superior a quinhentos mil habitantes.

O Congresso Nacional decreta:

Art. 1º Esta Lei estabelece medidas destinadas a estimular a construção de telhados verdes nas residências e edifícios em cidades brasileiras

§ 1º Considera-se telhado-verde, para os efeitos desta Lei, a aplicação e uso de vegetação sobre a cobertura de edificações com impermeabilização e drenagem adequadas, proporcionando melhorias nas condições de conforto termoacústico e paisagismo das edificações, reduzindo a poluição ambiental comum em grandes centros urbanos.

Art. 2º Os proprietários de imóveis residenciais ou comerciais em cidades com mais de quinhentos mil habitantes que implantem telhados verdes em pelo menos 50% de suas coberturas, terão desconto de 5% no valor bruto do Imposto Predial e Territorial Urbano.

JUSTIFICATIVA

O telhado verde - ou telhado vivo, como alguns costumam chamar esse tipo de cobertura que leva terra e plantas no lugar de telhas, constitui-se como

um excelente aliado na melhoria da qualidade de vida das pessoas, na valorização dos empreendimentos residenciais e comerciais, assim como no combate aos efeitos das mudanças climáticas. Conforto térmico e acústico, proteção do prédio, ambientação arquitetônica, espaços de lazer e produção de alimentos. Estes são alguns dos inúmeros benefícios que esta tecnologia traz ao homem e à sociedade.

Com o crescente desenvolvimento das cidades e de áreas rurais, espécies vegetais e animais têm sido expulsas de seu habitat natural. A cobertura vegetal ou telhado de grama é ferramenta fundamental para a sobrevivência e continuidade da manutenção da vida no conceito urbano que se forma a partir de agora. Também devemos considerar a melhoria da qualidade do ar através da fotossíntese e da aderência dos poluentes ao substrato, pois os telhados verdes agem como purificadores do ar urbano. Assim podemos entender que o telhado ecológico é a solução para cidade moderna. Ele também diminui a reverberação ao absorver e isolar ruídos, diminuindo também significativamente a necessidade de energia para climatização de ambientes, contribuindo assim para a diminuição de emissão de CO2 e de suas conseqüências.

Outra ação é proporcionar excelente conforto ambiental, pois além do isolamento térmico, ele age por evapo-transpiração, perdendo a energia de evaporação da água por ele retida. O telhado vivo também consome energia pela fotossíntese. Pela evapo-transpiração auxilia no arrefecimento de centros urbanos. A continuidade dos telhados ecológicos na cidade influi muito significativamente para o conforto ambiental das áreas mais urbanizadas.

A cobertura verde pode ser aproveitada para horticultura com grandes vantagens principalmente no caso de projetos de casas populares. A produção de alimentos próxima ao consumo, tem sido apontada com elemento de sustentabilidade na idealização da cidade do futuro. Para quem pensa em captar a água da chuva (medida extremamente importante para conter o problema da falta de água), as plantas e a terra do telhado verde funcionam como um filtro natural da água, que pode ser armazenada ainda mais limpa, para depois ser usada na irrigação do jardim, nas bacias sanitárias, no chuveiro e, em regiões mais áridas, até para cozinhar e beber. Sem falar que um telhado em forma de jardim deixa a casa mais bonita, convidativa.

Além disso, devemos considerar que o telhado verde faz uma compensação da parte do solo que foi coberta com a construção. Aí se inserem as qualidades ambientais do telhado verde, que crescem à medida que aumentam a incidência e a escala desses telhados. Pensemos numa cidade como São Paulo, por exemplo, onde as construções impermeabilizaram boa parte do solo. Onde tem telhado verde, a água da chuva escorre mais devagar, já que precisará atravessar a camada de terra antes de atingir o solo. Isso ajuda a combater as enchentes, especialmente aquelas causadas por chuvas fortes e de curta duração.

O telhado verde também combate as ilhas de calor que se formam nas cidades grandes por causa da falta de áreas verdes e excesso de áreas com solo impermeabilizado. A regra da escala que vale para o problema das enchentes também vale para as ilhas de calor: um telhado verde não faz milagres, mas um conjunto de telhados-jardins pode ajudar a reduzir a temperatura em áreas densamente construídas. Assim, devemos pensar como seria um telhado verde num Shopping Center, numa universidade ou numa indústria. Os benefícios que seriam conquistados. Nos Estados Unidos, uma das fábricas da Ford tem o título de maior telhado verde do mundo.

Existe ainda outra grande vantagem do telhado verde nas cidades: a reabilitação de habitats para pássaros e outros bichos pequenos (borboletas, besouros, grilos, gafanhotos, abelhas e por aí vai). Em Londres, os telhados-verdes ganharam fama depois do sucesso do trabalho de um observador de pássaros que começou a reproduzir nos telhados da cidade o ambiente natural de um pássaro que estava em extinção. Aos poucos, os animais conseguiram aumentar sua população, com espaço para viver e se reproduzir. E, claro, a cidade ficou mais bonita e saudável também.

Recentemente dois pesquisadores da Universidade Cardiff, no País de Gales, realizaram um estudo provando que o uso do telhado-verde faz com que a temperatura das grandes cidades reduza consideravelmente. Phillip Jones, diretor da Escola Welsh de Arquitetura, e a arquiteta Eleftheria Alexandri simularam no computador os efeitos em 9 metrópoles caso elas cobrissem o teto de todos os seus edifícios com vegetação. Eles perceberam que, dependendo do lugar, a temperatura local poderia cair de 3,6 a 11,3 graus. Quanto mais quente a cidade, maior o efeito refrescante. Isso acontece por

Além disso, devemos considerar que o telhado verde faz uma compensação da parte do solo que foi coberta com a construção. Aí se inserem as qualidades ambientais do telhado verde, que crescem à medida que aumentam a incidência e a escala desses telhados. Pensemos numa cidade como São Paulo, por exemplo, onde as construções impermeabilizaram boa parte do solo. Onde tem telhado verde, a água da chuva escorre mais devagar, já que precisará atravessar a camada de terra antes de atingir o solo. Isso ajuda a combater as enchentes, especialmente aquelas causadas por chuvas fortes e de curta duração.

O telhado verde também combate as ilhas de calor que se formam nas cidades grandes por causa da falta de áreas verdes e excesso de áreas com solo impermeabilizado. A regra da escala que vale para o problema das enchentes também vale para as ilhas de calor: um telhado verde não faz milagres, mas um conjunto de telhados-jardins pode ajudar a reduzir a temperatura em áreas densamente construídas. Assim, devemos pensar como seria um telhado verde num Shopping Center, numa universidade ou numa indústria. Os benefícios que seriam conquistados. Nos Estados Unidos, uma das fábricas da Ford tem o título de maior telhado verde do mundo.

Existe ainda outra grande vantagem do telhado verde nas cidades: a reabilitação de habitats para pássaros e outros bichos pequenos (borboletas, besouros, grilos, gafanhotos, abelhas e por aí vai). Em Londres, os telhados-verdes ganharam fama depois do sucesso do trabalho de um observador de pássaros que começou a reproduzir nos telhados da cidade o ambiente natural de um pássaro que estava em extinção. Aos poucos, os animais conseguiram aumentar sua população, com espaço para viver e se reproduzir. E, claro, a cidade ficou mais bonita e saudável também.

Recentemente dois pesquisadores da Universidade Cardiff, no País de Gales, realizaram um estudo provando que o uso do telhado-verde faz com que a temperatura das grandes cidades reduza consideravelmente. Phillip Jones, diretor da Escola Welsh de Arquitetura, e a arquiteta Eleftheria Alexandri simularam no computador os efeitos em 9 metrópoles caso elas cobrissem o teto de todos os seus edifícios com vegetação. Eles perceberam que, dependendo do lugar, a temperatura local poderia cair de 3,6 a 11,3 graus. Quanto mais quente a cidade, maior o efeito refrescante. Isso acontece por

dois motivos. Em primeiro lugar, a vegetação absorve menos calor do que o concreto. Superfícies quentes aquecem o ar à sua volta e têm uma grande influência sobre a temperatura local, constatou o pesquisador Phillip Jones. Além disso, a transpiração das árvores aumenta a umidade do ar, e, dessa forma, também reduz a temperatura. Muros verdes também produzem um efeito parecido, mas telhados são mais eficientes, já que cobrem uma área de exposição ao sol bem maior. Além de reduzir o calor, em regiões quentes as coberturas verdes diminuem consideravelmente o consumo de energia com o uso de ar-condicionado. Esta é também uma constatação do trabalho. E consumo menor de energia significa menos poluição, principalmente nos países que usam usinas termoelétricas.

Essa medida visa atender as necessidades pelas quais a sociedade vem passando, como o aquecimento global e as mudanças climáticas. Também pretende melhorar o conforto térmico, acústico e ambiental dos imóveis. Dessa forma, encaminho a solicitação da elaboração de um PL que aplique um desconto no pagamento anual de IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) para os proprietários de imóveis que adotem telhados verdes em residências ou edifícios comerciais em cidades com população superior a quinhentos mil habitantes.

Figura 6- O telhado verde proporciona isolamento térmico e acústico. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6

3. TÉCNICAS E VEGETAÇÃO

A necessidade de avaliar as condições locais para a implantação das técnicas de coberturas naturadas é o principal fator que ira garantir o sucesso do projeto. O terreno oferece condicionantes para camada de vegetação e outras culturas de plantas, assim como a altura e inclinação da mesma. Cada região tem um clima que facilitará na escolha das espécies. Os ventos, a diferença de temperatura, iluminação, umidade e poluição do ar fazem parte do contexto a serem analisados. Em um único ambiente, ou seja, na cobertura vários microclimas podem surgir.

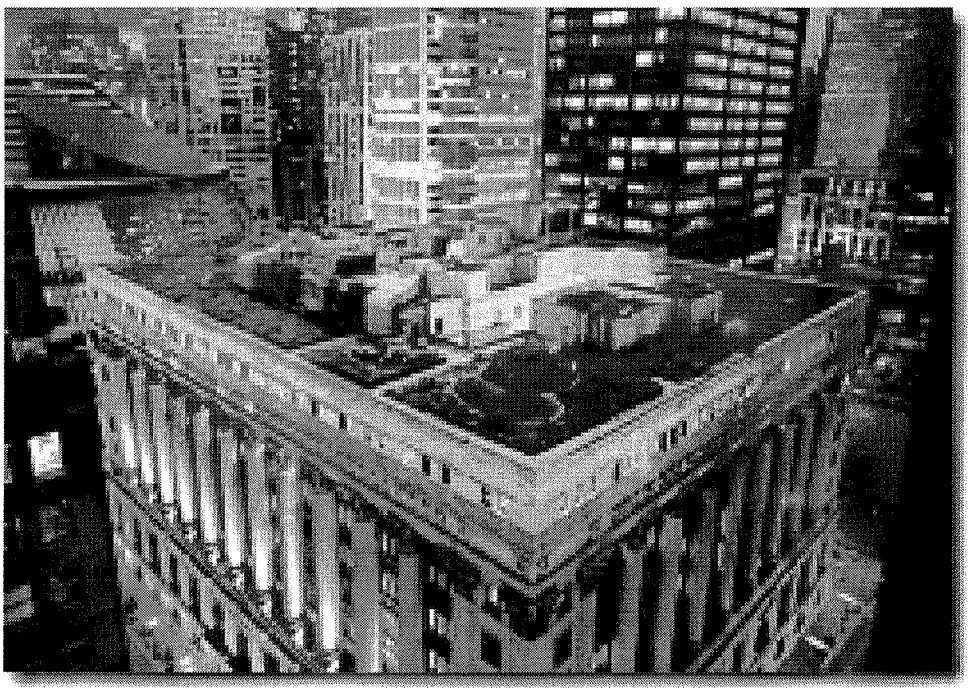

Figura 7- O telhado verde proporciona purificação do ar no meio urbano. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6

3.1. SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE TELHADOS VERDES

Um sistema de desenvolvimento adequado, proporciona o progresso ambiental de maneira crescente, pois a cobertura estará adaptada para as espécies vegetais criando uma área natural, garantindo a interação ecológica por anos. O sistema possui as seguintes camadas: Barreira de raízes, camada de proteção, camada de drenagem, camada de filtro, médio crescente e nível de plantas. Tiras de papel são utilizadas para assegurar a impermeabilização e a cobertura verde acumulada, para casos de divergência química ou separação.

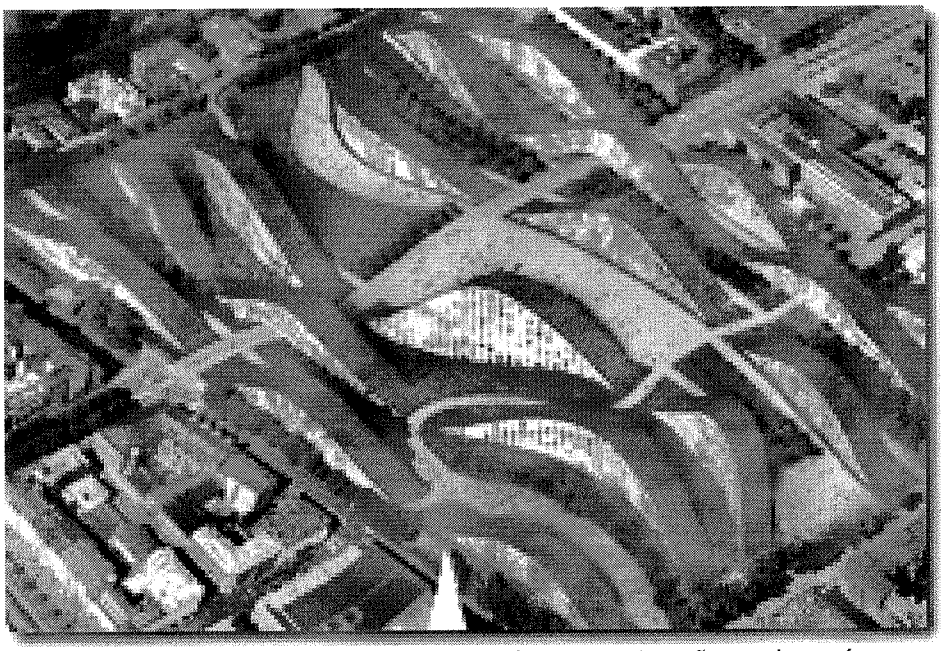

Figura 8- O telhado verde proporciona retenção de água. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6

3.1.1. BARREIRA DE RAIZES

Serve para assegurar a proteção dos telhados contra as raízes.

3.1.2. CAMADA DE PROTEÇÃO

Esta camada é uma esteira apropriada para evitar a perfuração e prevenir que a barreira de raízes, assim como, a cobertura sejam danificadas durante o processo de construção.

3.1.3. CAMADA DE DRENAGEM

A camada de drenagem realiza o escoamento do excesso de água para dentro dos drenos. De acordo com o design e o material, esta camada possui outras funções, como: crescimento da área de raízes; espaços para circulação de ar; armazenamento de água. Considerando o peso da cobertura, a camada de drenagem é constituída de material leve, com componentes de drenagem de borracha e plástico, utilizados em maior escala. Outras camadas são compostas de cascalho, argila expandida ou cacos de telha.

3.1.4. CAMADA FILTRANTE

O objetivo da camada filtrante é ser o divisor das camadas de plantas e o substrato da camada de dreno que esta abaixo. Minúsculas partículas, húmus e matéria orgânica, são aprisionadas pela folha de filtro e estarão, portanto prontas para as plantas. Adicionando a folha de filtro, a mesma garante que a camada de drenagem e o escoadouro não fiquem entupidos com o silte. As camadas de filtro são fabricadas de geotextil ou outros materiais tecidos.

3.1.5. MEIO CRESCENTE OU SUBSTRATO

O meio crescente ou substrato é a base da cobertura verde. Com profundidade necessária para área das raízes, devendo estar disponível e adequadamente abastecido de nutrientes. Deve haver um equilíbrio na relação água-ar. Conforme o tipo de cobertura verde e a construção, uma diversidade de sistemas de substrato deve estar disponível. A principal formação dos sistemas de substrato é: o tamanho dos grãos; quantidade de material orgânico; resistir ao frio ou geada, estrutura estável, resistência ao desgaste causado pelos ventos, permeabilidade de água, máxima retenção de água, nutrientes satisfatórios, circulação de ar, um bom pH, assim como as ervas daninhas devem ser minimizadas. Próximo a camada de drenagem, o meio crescente ou substrato, facilita a drenagem do excesso de água pluvial. Minerais leves e com alta capacidade de retenção de água possuem boa permeabilidade, são estes: lava pedra-pomes, argila expandida e cacos de telha têm seu uso assegurado por muitos anos. Material orgânico não tratado e superfícies de solo possuem desvantagens, ao considerarmos seu peso e sua função de drenagem; pois serão usados apenas como adição para o substrato mineral.

Segundo Machado (apud ALMEIDA, 2008), alguns parâmetros devem ser utilizados na escolha de um bom substrato, seguindo as normas NTJ 11E (Normas Tecnológicas de Jardineria y Paisajismo do Colégio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agricolas de Catalunã), são recomendados:

- Boa capacidade de retenção de água;
- Alto conteúdo de fração mineral;
- Alto conteúdo em matéria orgânica natural;
- Alta capacidade de intercâmbio catiônico;
- Alta bioestabilidade;

- Homogeneidade na mistura;
- Boa capacidade de rehidratação;
- Baixa taxa de contração;
- Isenção de patógenos vegetais;
- Isenção de fitotoxidade residual;
- Componentes de baixa inflamabilidade;
- Baixa salinidade;
- Baixa alcalinidade;
- Baixo conteúdo de cal ativa;
- Estabilidade na manutenção de suas propriedades;

3.2. NÍVEL DE PLANTAS

Várias camadas de cobertura vegetal desenvolvem funções ecológicas diversas, como por exemplo, biodiversidade biológica, melhoramento do microclima e retenção da água. Em outros casos, coberturas detentoras de pouca capacidade de peso necessitará apenas de uma camada de cobertura vegetal com 60 mm de altura para ser instalada. Para uma simples camada de cobertura vegetal, poderá desenvolver-se os seguintes fatores: um sistema de substrato ou meio crescente, declividade da cobertura e drenagem para evitar poças de água.

3.2.1. SELEÇÃO DE PLANTAS

A seleção de plantas fica associada com as características climáticas da região, o substrato, manutenção, e planejamento paisagístico desejado. Pouca manutenção, tempo de duração e espécies vegetais resistentes à seca, são usadas em telhados verdes extensivos. E uma infinidade para escolha de plantas, caracterizará os telhados verdes intensivos.

3.2.2. DIFERENTES TIPOS DE PLANTAS

São quatro maneiras de iniciar o plantio: semear, utilizar mudas, plantas com raiz em bulbo e plantas pré-cultivadas. O padrão Alemão "FLL Green Roof Guideline" tem uma grande quantidade de mudas, sementes e plantas necessárias para o telhado verde. O tempo recomendado para o plantio tem início na primavera e vai até o fim do verão, durante este período uma quantidade maior de água é necessária para atender as plantas. Espécies vegetais pré-cultivadas devem resistir ao stress, caso contrário a manutenção de irrigação e fertilizante será necessária. Espécies vegetais do tipo suculentas respondem pela maioria dos requisitos para implementar as coberturas verdes, as da família Crassulaceae, do gênero Sedum, e certas plantas como vivaces, herbáceas perenifólias, cespitosas e subarbustivas, também correspondem a estas espectativas. Segundo Machado (apud ALMEIDA, 2008), locais de clima quente as plantas MAC "Metabolismo Ácido das Crassuláceas" e as plantas C4, são as que melhor podem adaptar-se ao uso em coberturas naturadas extensivas. Dentre as famílias do grupo de planta MAC existem as Aizoceae, Agavaceae, Asclepiadaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Commelinaceae, Crassulaceae, Dracaenaceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Portulaceae, etc. Sayed (apud ALMEIDA, 2008), elaborou uma lista de espécies do tipo MAC, estudadas e documentadas em 25 anos de pesquisa pelo departamento de botânica da Universidade de Minia, no Egito.

Segundo a norma espanhola NTJ-11E (1999) (apud ALMEIDA, 2008), as suculentas apresentam as seguintes características:

- Capacidade de retenção da água em seus tecidos;
- Grande resistência a altas radiações e temperaturas elevadas;
- Redução da transpiração durante o dia, pelo fechamento dos estômatos;
- Resistência a grandes períodos sem água;

- Grande resistência a baixas temperaturas de algumas espécies;
- Fácil propagação;
- Não são inflamáveis;
- Necessitam de um substrato muito poroso;
- Não possuem resistência ao pisoteio;
- Algumas espécies têm limitações a determinado pH.

Há espécies vegetais que podem contribuir para proliferação de insetos ou outros animais transmissores de doenças, como por exemplo o mosquito transmissor da dengue, as bromélias são um exemplo destas plantas. Mas segundo Marques (apud ALMEIDA, 2008), "Comparativamente aos criadores artificiais encontrados em área urbana, as bromélias podem ser consideradas secundárias, mas merecem atenção face à crescente comercialização para fins ornamentais, inclusive com produção em escala industrial. Isso poderia significar incremento de criadouros viáveis para esse mosquito..." Marques (apud ALMEIDA, 2008).

No Brasil, o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ em parceria com a Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia e a Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburg na Alemanha, promoveu um estudo de adaptação das coberturas verdes, com o intuito de observar o seu progresso.

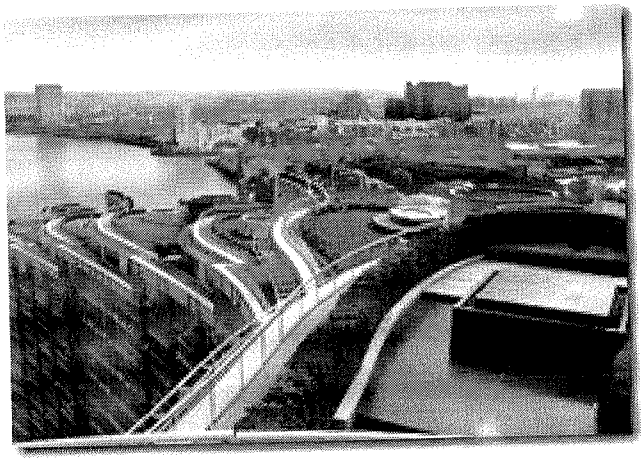

Figura 9- O telhado verde absorve maior quantidade de radiação solar. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6

3.3. TIPOS DE COBERTURAS VERDES

Diferenciam em dois tipos: o intensivo e o extensivo.

A implantação de vegetação em coberturas de edificações na qual há necessidade de cuidados posteriores, como rega, poda, fertilização e etc., que possuem camadas de solo de no mínimo 15cm a 21cm, gerando uma manta vegetal e podendo ter seu peso superior a 120 kg/m2, serão classificadas como coberturas intensivas. Pouca manutenção, ser mais durável e espécies vegetais mais resistentes, caracterizaram as coberturas extensivas. (Green Roof international Association).

3.3.1. COBERTURA VERDE INTENSIVA

Após um adequado sistema de Cobertura vegetal desenvolvido e com o necessário crescimento, exemplo, raízes com maior penetração e abastecidas de nutrientes e água, torna-se possível o surgimento de varias espécies de plantas. As espécies vegetais precisam ter uma maior resistência a radiação solar e ventos. Vegetações como as herbáceas, gramas e árvores dão uma característica natural a cobertura. Quanto maior a variedade de espécies vegetais maior será a freqüência de sua manutenção. Estas coberturas intensivas formam a proteção dos edifícios e construções, resguardando inclusive a impermeabilização de maneira mais eficiente e duradoura dos ataques externos, formando camadas térmicas de excelente vantagem paisagística. Existem condições de distribuição e aproveitamento relevantes a qualquer jardim ao ar livre, podendo realizar pequenas atividades de plantio, com pequenas espécies vegetais, arbustos e árvores. Grande parte das superfícies de evaporação das plantas, necessitaram de maior quantidade de água para as coberturas verdes intensivas.

3.3.2. COBERTURA VERDE EXTENSIVA

Para este tipo de cobertura a vegetação necessita resistir à forte radiação solar, ao vento, seca, poucos nutrientes, temperaturas baixas e áreas para poucas raízes. Vegetação que cresce em localidades de climas severos, com pouca umidade e nutrientes para o abastecimento, como, ambientes de montanha seca, costas, semi-desertos ou secos prados, tornam-se as principais variedades de espécies vegetais adaptáveis a este tipo de técnica. São elas a Sedum, Sempervivum e Saxifraga; pertencentes a espécies suculentas, como as da família Crassulaceae, possuidoras de um metabolismo ácido, para sua síntese de carboidratos. Resumindo as plantas CAM (Crassulacean Acid Metabolism), retêm carbono durante a noite e armazenando na forma de ácido málico. Pela manhã, os raios solares incidem com maior força, o ácido málico reage e transforma-se em moléculas de glicose. As espécies vegetais são preparadas para armazenar grandes quantidades de água por intermédio de suas folhas, resistem ao stress e recuperam-se nos períodos de seca. Espécies como Dianthus, Asteraceae e gramas ornamentais também estão adaptadas para estas condições. É importante salientar que plantas nativas de cada região, suportaram a biodiversidade. A cobertura extensiva é utilizada quando a vegetação já não precisa mais de cuidados periódicos ou especiais. Seu substrato tem profundidade em torno de 10cm ou menos, com plantas rasteiras do tipo gramíneas. Uma camada capaz de drenar e reter água, construída com base em materiais pré-fabricados, eliminando a água em excesso e proporcionando umidade necessária para a vegetação. É também utilizado uma capa filtrante que possa reter ou arrastar a água.

O ajardinamento extensivo de coberturas tem como base a plantação de espécies vegetais naturais, com manutenção mínima para o seu desenvolvimento. Plantas que se adaptam aos diversos climas, empregando várias combinações, como por exemplo, a Sedum aromáticas e tipos de gramíneas, possuem capacidades satisfatórias de climatização. Deste modo as

coberturas verdes extensivas são mais leves e finas, já as coberturas verdes intensivas possuem uma aparência mais natural, mais possuem substrato mais pesado e requer mais cuidados. Ecologicamente várias combinações podem ser realizadas com os dois tipos de cobertura, o reaproveitamento da água, a energia solar e os ventos, são elementos abundantes nestas áreas e o clima agradável traz diversos benefícios aos seus usuários proporcionando a interação com o verde. As duas técnicas são de extrema importância para a qualidade ambiental, com as edificações verdes ou "green buildings", vários parâmetros são gerados para estas áreas. Uma delas é que o principal serviço ambiental realizado pela cobertura vegetal urbana a umidificação do ar, a partir do processo de transpiração das plantas sendo realizada pela fotossíntese, onde litros e litros de água seriam liberados para atmosfera resfriando o meio e tornando o ar mais respirável, além de filtrar e reciclar o ar.

Coberturas Naturadas Intensivas e Extensivas		
Características	**Intensiva**	**Extensiva**
Substrato	Requer no mínimo 30 cm de profundidade de Solo.	Requer de 2 cm a 30 cm de solo.
Vegetação	Qualquer tipo de vegetação, árvores, e jardins.	Plantas mais resistentes e rasteiras.
Carga	360-680 kg por metro quadrado	50-220 kg por metro quadrado
Manutenção	Requer manutenção regular	Manutenção anual
Drenagem	Requer complexo sistema de irrigação e drenagem	Sistema simples de irrigação e drenagem

Tabela 1- Características das coberturas naturadas. Fonte: *Schloz-Barth (apud ALMEIDA, 2008).*

3.4. MANUTENÇÃO E SUPORTE

Um período funcional e estético da cobertura verde precisa ser garantido, realizando medidas de manutenção. São três os estágios de manutenção:

Manutenção de instalação: várias são as formas de manutenção e serviços, estando as mesmas envolvidas entre o primeiro ano e o sucesso da "pega" das espécies vegetais depois da instalação. Ter água para o abastecimento em épocas de seca, se houver necessidade replantar plantas que estiverem faltando ou que estejam com ervas daninhas.

Desenvolvimento de manutenção: É necessário garantir o suporte à vegetação antes da total da cobertura ser concluída. Esta manutenção é semelhante a do processo de instalação, com menos intensidade.

Manter a manutenção: Após concluir que as plantas se desenvolveram na cobertura, assegurar a manutenção do telhado verde duas vezes ao ano. Remover ervas daninhas e aparar a área coberta, a câmara de verificação precisa ser monitorada. Em gramas e ervas, a vegetação de material orgânico precisa ser retirada pelo menos uma vez ao ano. As coberturas verdes intensivas precisam de maior manutenção e serviço ao longo do ano.

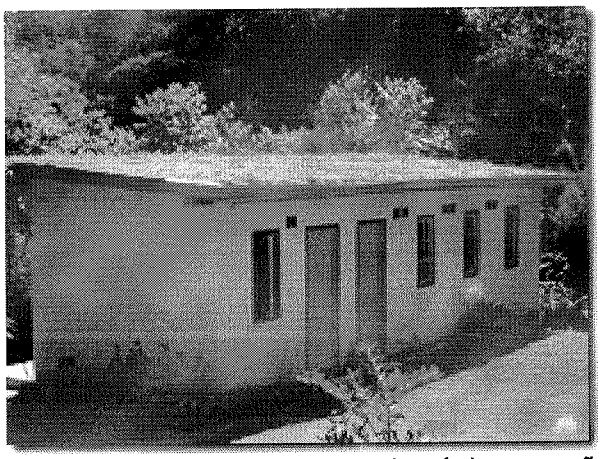

Figura 10- Grama como a batatais, por exemplo, é boa opção para a cobertura. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6.

3.4. MANUTENÇÃO E SUPORTE

Um período funcional e estético da cobertura verde precisa ser garantido, realizando medidas de manutenção. São três os estágios de manutenção:

Manutenção de instalação: várias são as formas de manutenção e serviços, estando as mesmas envolvidas entre o primeiro ano e o sucesso da "pega" das espécies vegetais depois da instalação. Ter água para o abastecimento em épocas de seca, se houver necessidade replantar plantas que estiverem faltando ou que estejam com ervas daninhas.

Desenvolvimento de manutenção: É necessário garantir o suporte à vegetação antes da total da cobertura ser concluída. Esta manutenção é semelhante a do processo de instalação, com menos intensidade.

Manter a manutenção: Após concluir que as plantas se desenvolveram na cobertura, assegurar a manutenção do telhado verde duas vezes ao ano. Remover ervas daninhas e aparar a área coberta, a câmara de verificação precisa ser monitorada. Em gramas e ervas, a vegetação de material orgânico precisa ser retirada pelo menos uma vez ao ano. As coberturas verdes intensivas precisam de maior manutenção e serviço ao longo do ano.

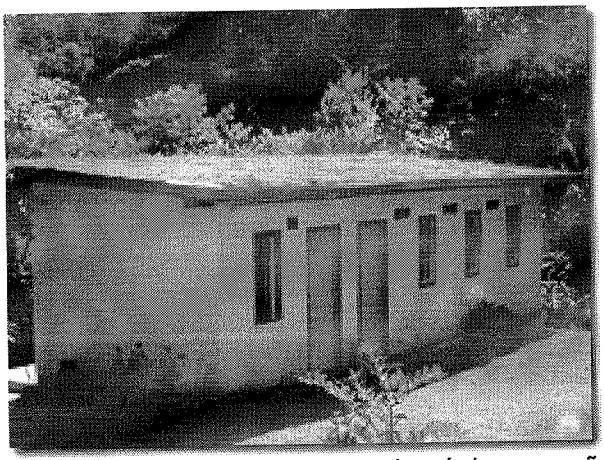

Figura 10- Grama como a batatais, por exemplo, é boa opção para a cobertura. Fonte: http://www.reporterdiario.com.br/site/noticia.php?id=84030&secao=6.

3.5. RETENÇÃO DE ÁGUA

A grande capacidade de acúmulo de água, assim como, a demora para o escoamento dela, permite que o telhado verde diminua bastante o fluxo de água dentro das tubulações, esta mesma quantidade armazenada depende da capacidade total de permeabilidade e altura do sistema de cobertura construída. A água escoada, esta relacionada com o total de água pluvial retirada do telhado verde. A mesma é de grande importância, funcionando como subsídio municipal nos cálculos de vazão pluviométrica das cidades.

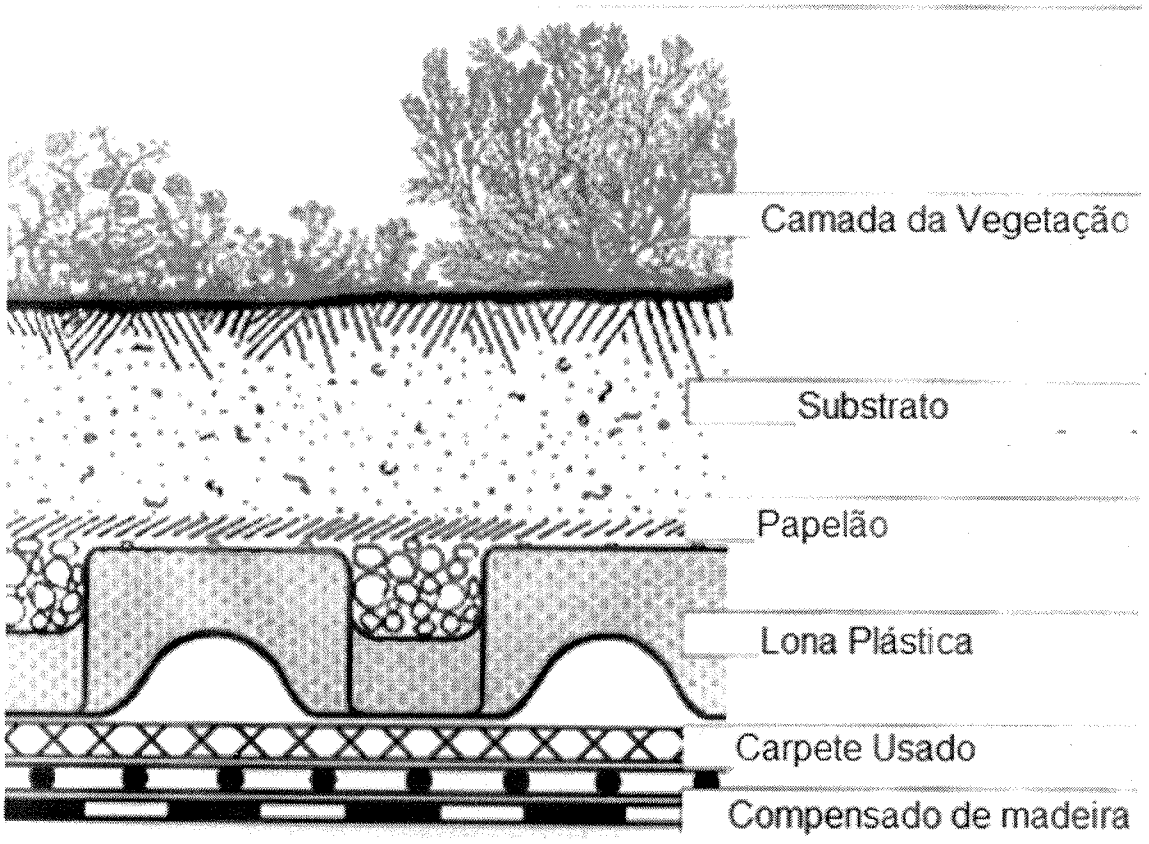

Figura 11- Camadas da cobertura verde. Fonte: http://vilajoaodebarro.wordpress.com/2009/06/

3.5. RETENÇÃO DE ÁGUA

A grande capacidade de acúmulo de água, assim como, a demora para o escoamento dela, permite que o telhado verde diminua bastante o fluxo de água dentro das tubulações, esta mesma quantidade armazenada depende da capacidade total de permeabilidade e altura do sistema de cobertura construída. A água escoada, esta relacionada com o total de água pluvial retirada do telhado verde. A mesma é de grande importância, funcionando como subsídio municipal nos cálculos de vazão pluviométrica das cidades.

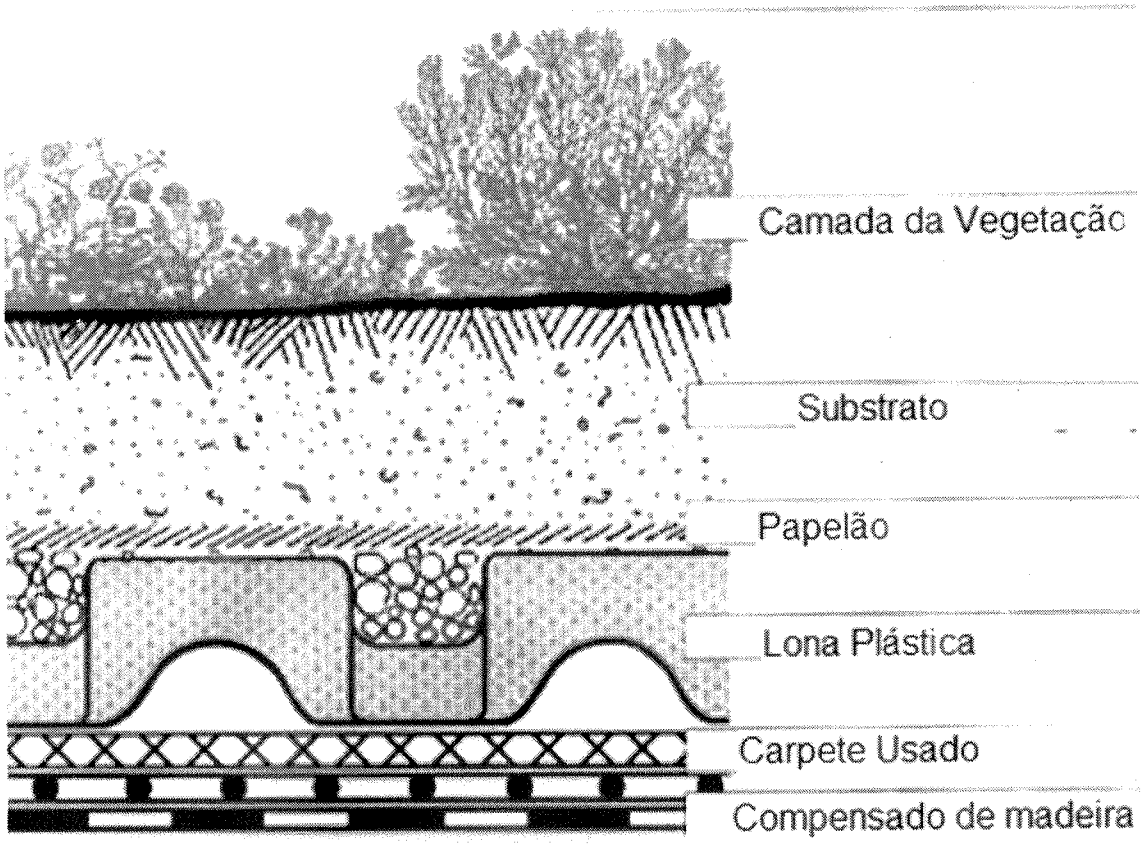

Figura 11- Camadas da cobertura verde. Fonte: http://vilajoaodebarro.wordpress.com/2009/06/

3.6. CUSTOS / SUBSÍDIOS

Os valores de uma cobertura verde estão relacionados com diversos fatores, deste modo, o tipo de cobertura vegetal, o sistema de construção e as várias formas de plantio são os principais fatores. Incluindo também o aspecto logístico como transporte de materiais, inclinação e tamanho da área a ser coberta. Durante o projeto de instalação hidrossanitário, o tamanho da tubulação para que à água de chuva desça poderá ser minorado, pois haverá diminuição da velocidade de escoamento e maior absorção da água pela vegetação. Para facilitar a manutenção, caminhos de acesso à cobertura verde precisam ser incluídos no projeto, assim como, torneiras para regar as plantas, pontos de armazenamento de água e uma previsão de carga para suportar as pessoas na área. Materiais que possam ficar umedecidos não podem entrar em contato com o meio crescente ou a vegetação, locais para o respiro devem ser colocados onde houver mais umidade. Coberturas com maior inclinação, precisaram de peças para evitar os deslizamentos do substrato.

Figura 12- Os telhados verdes estão alinhados com o pilar de sustentabilidade. Fonte: http://viveremalegria.blogspot.com/2010/02/

3.7. GESTÃO DE REJEITOS

Toda atividade humana ou natural acarreta em sobras, resíduos que são produzidos durante varias etapas, na construção ou através do aproveitamento das áreas, o certo é que os resíduos sejam reutilizados no processo de reciclagem ou como combustível. A educação ambiental conscientiza os usuários nas questões aproveitamento e redução na produção do lixo, assim como a segregação e forma correta de acondicionamento. Segundo Kortright (apud ALMEIDA, 2008), em muitos países europeus, onde as taxas de produção de lixo são individuais e muito caras, torna-se extremamente importante a máxima diminuição da sua produção. Assim, muitas pessoas utilizam parte de seu lixo orgânico para adubar a vegetação em suas coberturas.

3.8. PROCESSOS DE CONSTRUÇAO DO TELHADO

1) Verificar a estrutura do telhado;

2) Introduzir o gradeamento do telhado;

3) Direcionar as ripas, para o escoamento da água;

4) Fixar as telhas Onduline, observando a ripa para que fique abaixo da onda de maior altura;

5) Se houver proximidade da telha com a parede, colocar abas no telhado que direcione a água de chuva, não permitindo sua infiltração;

6) Parafusar em L e medindo por volta de 5cm, folhas de alumínio que serviram como sustentação das bandejas de concreto leve;

7) Colocar as bandejas de concreto leve;

8) A calha no beiral funciona como espelho do telhado.

4. CONSEQÜÊNCIAS

O telhado verde é formado pelo uso de vegetações acima de coberturas e edificações, assim como em indústrias, áreas comerciais etc. Seu objetivo é o de buscar a melhoria do conforto térmico e acústico dentro dos imóveis, além de, contribuir para criação de uma nova opção paisagística, desaceleração das águas pluviais, assim como, sua reutilização e a redução da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos.

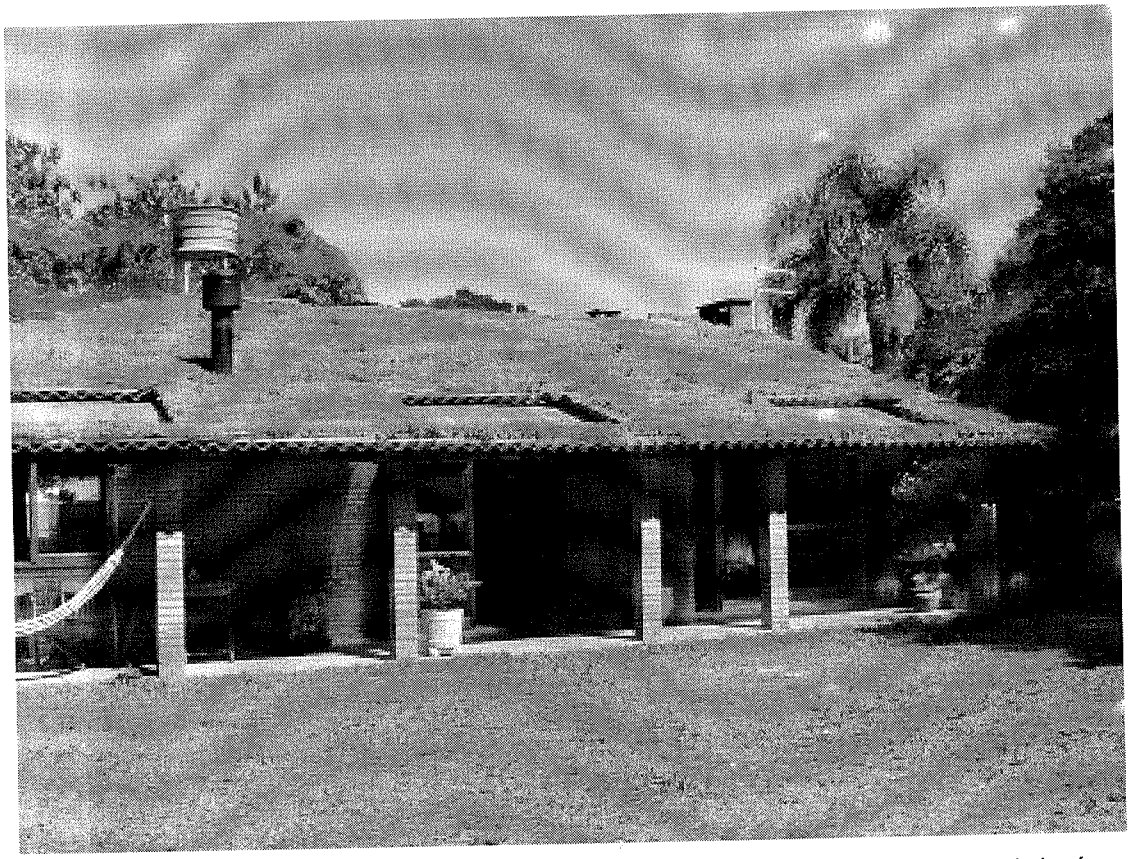

Figura 13- As plantas e a terra funcionam como uma espécie de filtro natural da água da chuva. Fonte: http://viveremalegria.blogspot.com/2010/02/

4.1. PRINCIPAIS VANTAGENS

De acordo com o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica os benefícios do uso do telhado verde são os seguintes:

Conforto térmico - além do isolamento térmico, o verde age por evapo-transpiração, perdendo a energia de evaporação da água por ele retida.

Conforto acústico - a vegetação absorve e isola ruídos.

Conforto ambiental - o telhado ecológico nas áreas mais urbanizadas influi significativamente para a redução de ilhas de calor.

Economia energética - fica por conta da não utilização excessiva de aparelhos usados para a climatização de ambientes.

Surgimento de pequenos ecossistemas - conseqüência da diversificação de espécies vegetais utilizados na cobertura, promovendo o aparecimento de insetos e pássaros.

Umidade relativa do ar - se mantêm em volta da edificação, formando um microclima que irá purificar o oxigênio, dando qualidade de vida aos seus moradores e vizinhança.

Microclima - nos grandes centros urbanos a formação das ilhas de calor pode ser combatida com a utilização das coberturas verdes.

Seqüestro de carbono - realizado pelas espécies vegetais através do processo de fotossíntese. O telhado verde contribui para a diminuição da emissão CO_2, funcionando como purificador do ar.

Produção de alimentos - as áreas verdes podem ser aproveitadas para horticultura e ainda servem como habitat de algumas espécies. A produção de alimentos próxima ao consumo, tem sido apontada com elemento de sustentabilidade na idealização da cidade do futuro.

Proteção estrutural - a cobertura vegetal elimina a concentração de calor, evitando a dilatação e protegendo a edificação contra trincas.

Tendência arquitetônica – nova opção de design para residências e edificações comerciais, levando cor, vida e renovação devido à variedade de plantas e folhagens possíveis, fugindo do aspecto urbano saturado de concreto, metal e vidro.

Valorização do imóvel - transformando áreas planas e antes inutilizadas em espaços de lazer aumentando o valor do imóvel no caso de venda.

Paisagismo - a vegetação torna o ambiente esteticamente bonito e agradável.

Proteção pluvial - esse tipo de cobertura retém as águas das chuvas e contribui de forma muito significativa no escoamento da mesma. Como conseqüência da diminuição de águas escoadas, as enchentes urbanas também diminuem.

Gestão da água - o armazenamento da água pelo substrato e pela vegetação é absorvido e filtrado pelas próprias plantas. A filtragem da água de chuva pelas plantas colabora com seu aproveitamento, ocorrendo economia de água potável.

Biodiversidade - o processo de urbanização das cidades, além de impermeabilizar o solo, destrói espécies vegetais e afasta animais de seu habitat natural. O telhado verde promove um novo conceito de vida urbana. Uma tentativa de resgatar riquezas biológicas naturais.

Lazer - o telhado jardim, quando plano, se transforma de uma área inutilizada para uma área de lazer e descanso.

Benefícios psicológicos - o ser humano prefere espaços abertos, verdes e arejados a aridez do concreto e do asfalto. Áreas verdes remetem à liberdade e cura.

Diversidade construtiva - o telhado verde pode ser aplicado em qualquer tipo de edificação, de residências a prédios comerciais ou públicos. O modo de implantação da cobertura jardim também é bastante variado e pode ser utilizado com bom desempenho em qualquer região ou clima.

4.2. POSSÍVEIS DESVANTAGENS

De acordo com o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica as possíveis desvantagens do uso do telhado verde são:

Peso - A partir de 7cm de espessura do solo é possível ter uma cobertura jardim e com alguns centímetros a mais, hortas, paisagismo e até árvores. À medida que a camada técnica do telhado verde aumenta, aumenta também o peso a ser suportado pela estrutura da construção, principalmente em dias de chuva. Para resolver essa possível preocupação é necessário antes de instalar a cobertura verde fazer um bom cálculo estrutural, evitando acidentes e/ou aborrecimentos futuros.

Infiltrações - toda construção está sujeita a infiltrações e com o telhado verde não é diferente. A solução é um bom trabalho de drenagem e impermeabilização antes da instalação do jardim, a fim de evitar problemas futuros.

Maior incidência de insetos e lagartixas - pode ser um problema para muitas pessoas, porém é necessário lembrar que esses bichos fazem parte do ecossistema e garantem o equilíbrio natural do jardim. O cuidado na escolha das especiais vegetais pode ajudar a atrair ou afastar determinados animais.

Custo - o preço para a aplicação do telhado verde ainda pode ser considerado alto. O custo varia conforme o tipo de paisagismo, escolha das espécies a serem plantadas, métodos construtivos e estruturais. Incentivos fiscais criados pelo governo e o ganho da área do telhado em m^2 no valor de revenda do imóvel podem ser a solução para compensar o investimento inicial.

Manutenção - todo telhado, assim como todo jardim, requer manutenção. Os jardins precisam ser regados, podados, aparados e desfrutados para conquistar seu objetivo estético e de sobrevivência. Além desse tipo de manutenção, o telhado jardim pode vir a precisar de alguma inspeção na laje, o que poderia gerar a destruição do jardim e seu replantio, assim como obras demoradas. A escolha de espécies gramíneas diminui a

manutenção diária por serem mais resistentes. Quanto à manutenção da laje, algumas empresas especializadas em coberturas jardins propõem o uso de sistemas preparados para reforma, como por exemplo, o uso de uma espécie de tapete gramado que pode ser enrolado e desenrolado quando necessário.

Falta informação - acarreta em diversos problemas em qualquer área, não somente no projeto de coberturas jardins. Neste sentido, pesquisas e estudos atualizados são essenciais.

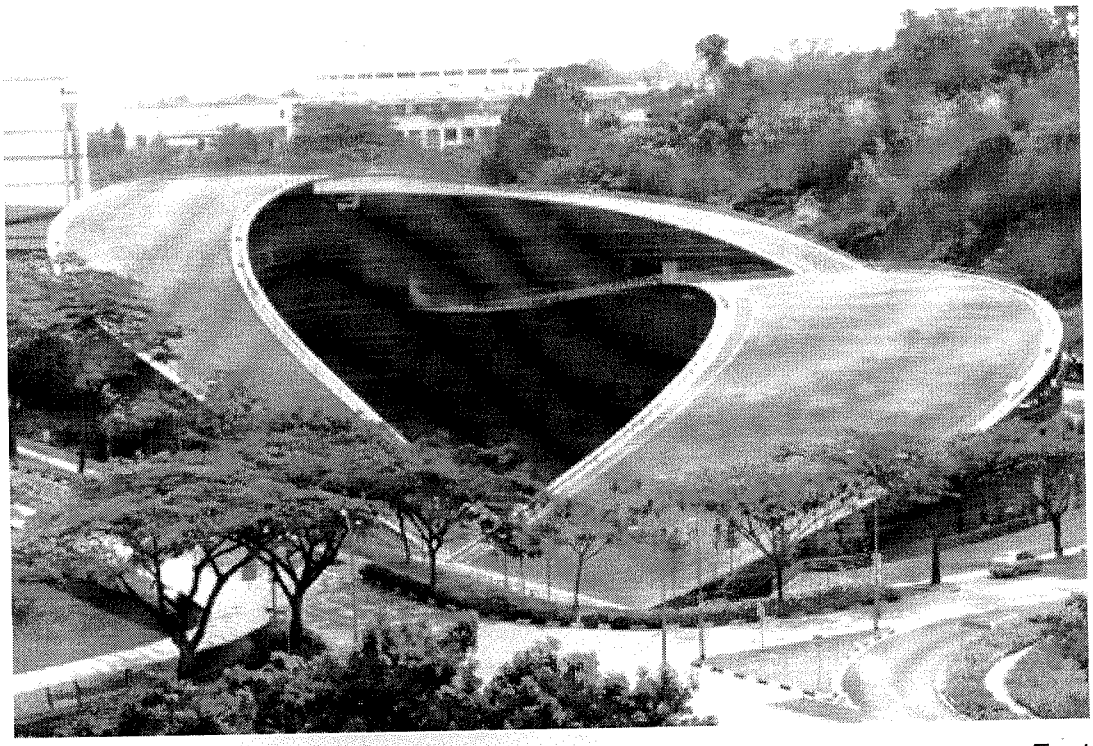

Figura 14- prédio da Universidade Tecnológica de Nanyang, em Cingapura.. Fonte: http://lekau.net/wp-content/uploads/2008/02/telhado-verde-singapura-3.thumbnail.jpg

CONCLUSÃO

O crescimento desordenado dos grandes centros urbanos são os causadores de graves conseqüências ambientais, atividades impactantes do homem estão acelerando processos naturais, como por exemplo, o aquecimento global. Lançamento de gases na atmosfera através da emissão de poluentes industriais e veículos automotores, assim como, o desperdício de energia e dos recursos naturais ocasionam o pensamento de um futuro incerto.

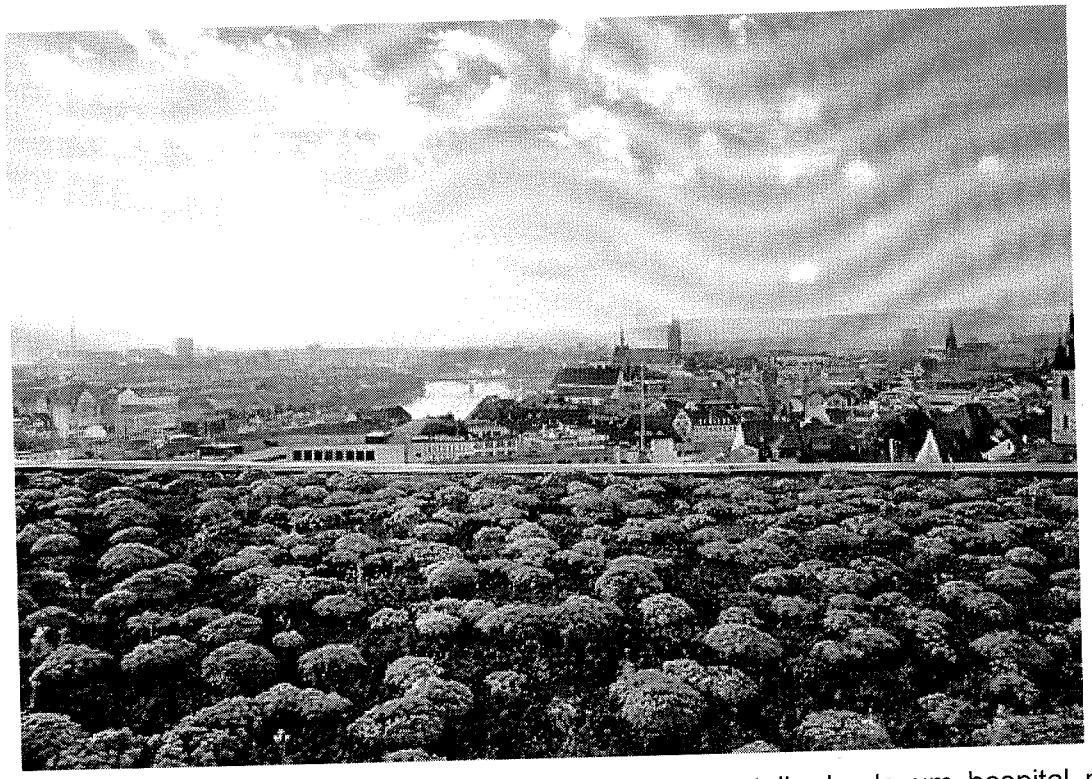

Figura 15- Ervas-pinheiras, insetos e aves dominam o telhado de um hospital na Basileia, Suíça, onde a cobertura é obrigatória nos novos edifícios. Fonte: http://viajeaqui.abril.com.br/national-geographic/

Diversos estudos apontam para o aumento de áreas arborizadas, pois as espécies vegetais são armazenadoras de gás carbono, fator este importante para diminuir o efeito estufa. As plantas em seu processo de fotossíntese utilizam à radiação solar, onde parte desta energia fica armazenada

proporcionando a diminuição do aquecimento das superfícies. Nas grandes cidades os ambientes ajardinados como praças, áreas arborizadas, parques, coberturas e fachadas melhoram a qualidade do ar, diminuem as variações de temperatura e a umidade é constante. As áreas verdes podem se tornar maiores, se todas as coberturas das edificações fossem plantadas, estes espaços em sua totalidade são considerados inutilizados. Deste modo os projetos precisam ser planejados para um total aproveitamento destes ambientes. A interação dos telhados verdes com o clima urbano fornece isolamento térmico e acústico, purifica o ar, desacelera as águas de chuva, filtrando e reutilizando as mesmas.

Os ecossistemas das cidades são instáveis, pois, com o solo impermeabilizado, a formação de ilhas de calor, poluição, grande quantidade de veículos e pouca diversidade vegetal comprometem a qualidade da saúde ambiental urbana. Sendo tema de preocupação de arquitetos, urbanistas e ambientalistas a busca de soluções ecológicas introduzem conceitos como as cidades sustentáveis, tornando-as objetos de pesquisas e estudos. O telhado verde é uma das principais opções na busca desta melhoria, a aplicação e uso de espécies vegetais em coberturas de edificações reduzira a poluição ambiental em todos os seus aspectos e proporcionará qualidade de vida, nos grandes centros urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKUTSU, Maria et al. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares: manual de procedimentos para avaliação**. São Paulo – IPT, 1987.

ALMEIDA, Marco Antonio Milazzo de. **Coberturas naturadas e qualidade ambiental:** uma contribuição em clima tropical úmido. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), FAU, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

CAPPELLO, Maria Beatriz Camargo. **Paisagem e jardim nas casas de Rino Levi**. Tese de Mestrado, São Carlos, 1998.

COSTA, Ennio Cruz da. **Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo, Edgard Blucher, 1982.

EGAN, M. David. **Concepts in thermal comfort.** New Jersey, 1975

FANGER, P.O. **Thermal comfort**. EUA, McGraw-Hill, 1973.

FERRARI, T.C. **Utilização da luz natural na arquitetura hospitalar de João Filgueiras Lima**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal Fluminense. UFF, 2009.

FRANSNELLI, Helena Regina. **Análise de um conjunto habitacional em Relação à adequação climática visando o conforto térmico**. Tese de mestrado, São Carlos, 1994.

GARDINER, Stephen. **Le Corbusier**. São Paulo, Cultrix, 1977.

GIVONI, Boruk. **Man, Climate and Architecture**. London, Applied Science Publishers, 1976.

KOENICSBERGER, O. H. **Vivendas y edificios en zonas cálidas y tropicais**. Espanha, Paraninfo, 1977.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. **Cobertura verde**. Monografia (Especialização em Construção Civil), Escola de Engenharia, UFMG. Belo Horizonte, 2008.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. **Telhado verde**. Disponível em: <www.idhea.com.br>. Acesso em: 1 mai. 2010.

IZARD, Jean-Louis; GUYOT, A. **Arquitectura Bioclimática**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1980.

MUDALEN, Jorge Tadeu. **Projeto de lei**. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/18058682/Projeto-de-Lei-Telhado-Verde>. Acesso em: 30 mai. 2010.

OLGYAY, Victor. **Desing with climate**. New Jersey, Princeton University, 1963.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre, Luzzatto Editores/ URGS, 1985.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, ProEditores, 2000.

RORIZ, Maurício. **Zona de conforto térmico: um estudo de diferentes abordagens**. São Carlos, 1987.

RORIZ, Maurício. **Otimização de coberturas visando a estabilidade térmica de lajes de forro**. São Carlos, 1988.

SÁ, Paulo. **Conforto térmico**. Rio de janeiro, Instituto Nacional de Tecnologia, 1938.