



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

NATURAÇÃO EM JARDINS TERAPÊUTICOS NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DE UNIDADES HOSPITALARES

Viviane Li Xiao Shan

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

Rio de Janeiro
Março de 2015

**NATURAÇÃO EM JARDINS TERAPÊUTICOS NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DE
UNIDADES HOSPITALARES**

Viviane Li Xiao Shan

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

Orientadora: Prof.^a Elaine Garrido Vazquez, D. Sc.

Prof.^a. Lais Amaral Alves, M. Sc.

Prof. Paulo Renato Diniz Junqueira Barbosa, M.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2015

Shan, Viviane Li Xiao

Naturação em Jardins Terapêuticos no Contexto Socioambiental de Unidades Hospitalares / Viviane Li Xiao Shan – Rio de Janeiro: UFRJ / ESCOLA POLITÉCNICA, 2015.

XI, 63 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Elaine Garrido Vazquez

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 59-63.

1. Sustentabilidade. 2. Coberturas Verdes. 3. Jardins Terapêuticos. I. Vazquez, Elaine Garrido. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Naturação em Jardins Terapêuticos no Contexto Socioambiental de Unidades Hospitalares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me concedido saúde, forças e condições para superar quaisquer dificuldades até então.

Aos meus pais Cecília e William, pelos seus ensinamentos, por terem financiado a minha educação, pelo estímulo, paciência e apoio durante toda a minha trajetória, tornando possível este momento.

Aos meus irmãos Li e Pedro, por estarem ao meu lado, sempre me apoiando e confortando.

Ao meu namorado, Felipe, pela sua compreensão, apoio, incentivo e as melhores palavras de conforto, sempre disponível a me ajudar.

Aos amigos, pelo carinho, companheirismo e compreensão.

Aos colegas da faculdade, presentes nos momentos de estudo e de descontração, por tornarem o período acadêmico mais leve.

À minha orientadora Profa. Elaine Garrido Vazquez, pelos seus conhecimentos, pela atenção, paciência e disponibilidade para esta monografia.

A todos os professores que contribuíram para a minha educação, transmitindo conhecimentos e valores.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão desta etapa da minha vida.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

NATURAÇÃO EM JARDINS TERAPÊUTICOS NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DE UNIDADES HOSPITALARES

Viviane Li Xiao Shan

Março/2015

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

Curso: Engenharia Civil

Neste trabalho é apresentada uma análise de utilização de naturezação em telhados de edificações, visando compreender o funcionamento da técnica, bem como a forma como os mesmos contribuem para o desenvolvimento sustentável de uma cidade.

A metodologia adotada para o presente trabalho aborda o emprego de coberturas verdes em uma proposta de aplicação em ambiente hospitalar, revelando outro benefício além da sustentabilidade: os jardins terapêuticos.

A aplicação de cobertura vegetal nas edificações, utilizando impermeabilização e drenagem adequadas surge como uma alternativa capaz de proporcionar vantagens sobre as coberturas convencionais. Essas vantagens de ordens ambiental, econômico e social podem contribuir para redução dos impactos ambientais causados pelas ações do homem.

Os principais resultados esperados com este estudo são: a verificação da viabilidade do projeto no hospital, tanto na questão técnica como na questão de custos de construção.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Coberturas Verdes, Jardins Terapêuticos.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

**NATURATION IN HEALING GARDENS INSERTED IN A SOCIAL-
ENVIRONMENTAL CONTEXT OF HOSPITALS**

Viviane Li Xiao Shan

Março/2015

Advisor: Elaine Garrido Vazquez

Course: Civil Engineering

In this work is presented a naturation utilization analysis in buildings roofs aiming to comprehend the use of this technique, as well its contribution to city sustainable development.

The adopted methodology in this paper is about the use of green roofs in an application proposal in the hospital, revealing another benefit beyond sustainability: the healing gardens.

The implementations of green roofs in buildings using appropriate waterproofing and drainage appears as an option capable of provide advantages in comparative with standard roofs. Those advantages of environmental, social and economic orders can contribute to the reduction of the environmental impact caused by human actions.

The main results expected with this paper are: the project viability verification in the hospital, both in technical question and building expanses.

Keywords: Sustainability, Green roofs, Healing Gardens.

SUMÁRIO

Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1 Apresentação do Tema	1
1.2 Objetivo	7
1.3 Justificativa.....	7
1.4 Metodologia.....	8
1.5 Estruturação do Trabalho	9
Capítulo 2. Naturação	10
2.1 Conceito	10
2.2 Classificação dos Telhados Verdes	13
2.2.1 Extensivo	15
2.2.2 Intensivo	16
2.2.3 Semi-intensivo	17
2.3 Sistemas Construtivos	18
2.3.1 Sistema Completo	19
2.3.2 Sistema de Módulos Pré-elaborados.....	26
2.3.3 Sistema da Manta Vegetativa Pré-cultivada.....	30
2.4 Vantagens da Naturação	32
2.4.1 Vantagens Econômicas.....	32
2.4.2 Vantagens Ambientais	36
2.4.3 Vantagens Sociais.....	42
2.5 Desvantagens da Naturação	48
Capítulo 3. Proposta de Naturação	50

3.1	Apresentação	50
3.2	Método Construtivo.....	53
3.2.1	Sistema Adotado	53
3.2.2	Aspectos Construtivos da Execução	53
3.3	Benefícios	54
3.4	Análise de Viabilidade Econômica	54
Capítulo 4.	Considerações Finais	57
Capítulo 5.	Referências.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das primeiras grandes civilizações.	2
Figura 2 – Representação de um zigurate.	11
Figura 3 – Jardins Suspensos da Babilônia, de Martin Heemskerck.....	11
Figura 4 – Foto do terraço-jardim do Palácio Gustavo Capanema.....	12
Figura 5 – Representação gráfica dos tipos de cobertura.	14
Figura 6 – Cobertura extensiva do prédio da Schlumberger.....	16
Figura 7 – Cobertura extensiva em telhado com inclinação.	16
Figura 8 – Cobertura verde intensiva do Millenium Park em Chicago.....	17
Figura 9 – Cobertura semi-intensiva em edificação em Indianápolis, EUA.	18
Figura 10 – Cobertura semi-intensiva em edificação em Boston, EUA.	18
Figura 11 – Sistema Completo.....	19
Figura 12 – Exemplos de espécies de plantas suculentas.	23
Figura 13 – Sistema modular.	27
Figura 14 – Sistema alveolar simples.	28
Figura 15 – Sistema alveolar grelhado.	28
Figura 16 – Sistema alveolar modular.	29
Figura 17 – Sistema laminar.	30
Figura 18 – Sistema da manta vegetativa pré-cultivada.	31
Figura 19 – Campo de produção e cultivo da manta vegetativa pré-cultivada.....	31
Figura 20 – Retirada em rolo da manta vegetativa pré-cultivada.	31
Figura 21 – Aplicação da manta vegetativa pré-cultivada.....	32
Figura 22 – Fotos do Edifício Conde Matarazzo e do Edifício Mercantil.	35

Figura 23 – Telhado verde do Edifício Conde Matarazzo, em São Paulo.	35
Figura 24 – Telhados verdes instaladas no Multipalco Theatro São Pedro.	36
Figura 25 – Esquema de escoamento pluvial em uma cobertura verde e em um telhado convencional, respectivamente.	39
Figura 26 – Horta orgânica na cobertura do Shopping Eldorado, em São Paulo.	41
Figura 27 - Legacy Emanuel Medical Center, Portland, Oregon, Estados Unidos.	46
Figura 28 – Legacy Good Samaritan Hospital, Portland, Oregon.	47
Figura 29 – Kay’s Garden, Santa Fé, Novo México.	47
Figura 30 – Children’s Hospital, Irlanda.	47
Figura 31 – Hospital Santa Catarina, São Paulo.	48
Figura 32 - Localização do HFSE, Saúde, Rio de Janeiro, RJ.	50
Figura 33 - Representação do HFSE com indicação da área de cobertura verde e das áreas beneficiadas.	51
Figura 34 - Indicação da área de cobertura verde e das áreas beneficiadas.	52
Figura 35 - Perspectiva do HFSE com frente para Av. Venezuela.	52
Figura 36 – Área do telhado para proposta de maturação.	54

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro A - Características dos tipos de telhado verde.....	13
Quadro B - Características dos tipos de telhado verde.....	15
Quadro C – Etapas da instalação de telhado verde.....	24
Quadro D - Desvantagens da naturalização por tipo de sistema	49
Quadro E – Etapas para execução do telhado verde.....	53
Quadro F – Benefícios da cobertura vegetal no HFSE	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1a – Tabela de custos de material do HFSE.....	55
Tabela 1b – Tabela de custos de material do HFSE.....	56

Capítulo 1. Introdução

1.1 Apresentação do Tema

Todos os seres vivos necessitam de um meio ambiente adequado para a sobrevivência e sem a água, não haveria vida no planeta Terra, pois ela é de extrema importância para todos os seres vivos que aqui habitam. Ainda que a maior parte da superfície do planeta seja composta de água (em torno de 70%), cerca de 3% da água é doce, ou seja, própria para o consumo. Segundo o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA, 2015), em 2011 a população mundial atingiu a marca de sete bilhões de habitantes e continua crescendo intensamente. Diante dessa realidade, é fundamental a preservação do meio ambiente para garantir que não falte água e outros recursos naturais no futuro.

Na Pré-História, no período Paleolítico, a subsistência era garantida com a coleta de frutos e raízes, a caça e a pesca. Entretanto, nem sempre o meio natural era propício ao desenvolvimento dessas atividades: a escassez de alimentos ou a hostilidade do meio ambiente obrigavam os grupos humanos a viver como nômades, deslocando-se de uma região para outra, em busca de melhorias (VICENTINO, 2004).

Já no período Neolítico, devido ao desenvolvimento agrícola, à domesticação de animais e ao aperfeiçoamento de armas e utensílios, a ação do homem sobre a natureza tornou-se mais intensa. Nessa mesma época, houve a sedentarização dos principais grupos humanos, que passaram a se instalar em locais próximos a fontes de água, pois além de fornecerem água para consumo de homens e animais, serviam também para irrigação das plantações.

De acordo com Vicentino (2004), as aldeias e vila neolíticas, especialmente onde havia agricultura intensiva, evoluíram para a formação de cidades e resultaram na formação das primeiras grandes civilizações da humanidade. Nos vales de importantes rios floresceram estas primeiras culturas, como a mesopotâmica, entre os rios Tigre e Eufrates; a egípcia, no rio Nilo, a indiana, no rio Indo; e a chinesa, no rio Amarelo, indicados na Figura 1.



Figura 1 – Localização das primeiras grandes civilizações.

(Fonte: <http://28navegadores.blogspot.com.br>, acesso em janeiro de 2015)

A garantia do acesso à água e o aperfeiçoamento das ferramentas e das técnicas de agricultura com o domínio dos rios (canais de irrigação, drenagem de áreas inundadas e represas) contribuíram para a melhoria na produtividade agrícola, gerando excedentes e a partir daí, desenvolveram-se o comércio e a organização de cidades.

A invenção da escrita em 4.000 a.C. foi considerada o marco divisor entre a Pré-História e a História, dando início à Idade Antiga, período em que desenvolveram-se as sociedades grega e romana, onde as cidades passaram a ser grandes centros de prosperidade material e intelectual, além de importantes núcleos políticos (VICENTINO, 2004).

O Império Romano é caracterizado pela grande expansão territorial e pelo desenvolvimento das cidades, mas por volta do século V, com a decadência do Império, iniciou-se a Idade Média, marcada pelo feudalismo: estrutura econômica, política, social e cultural, caracterizada por grandes propriedades agrárias independentes e autossuficientes cercados por muros, onde a população vivia sob o poder do senhor feudal. Em razão dessa autonomia política e econômica, esse sistema contribuiu para o crescimento desordenado dos feudos que mais tarde vieram a se tornar cidades.

Com o desenvolvimento das cidades e a crescente população, os resíduos produzidos pelo homem também aumentaram: o acúmulo de sujeira proveniente da produção de lixo, esgotos e outros detritos, além da falta de tratamento adequado, contribuíram

para a proliferação de ratos e insetos e a contaminação dos rios e do solo, ainda que as técnicas de drenagem e coleta de água já fossem empregadas desde a Antiguidade.

A partir da segunda metade do século XVIII, iniciou-se na Inglaterra a mecanização industrial, desviando a acumulação de capitais da atividade comercial para o setor da produção. Esse fato trouxe grandes mudanças, de ordem tanto econômica quanto social, que possibilitaram o desaparecimento dos restos do feudalismo ainda existentes e a definitiva implantação do modo de produção capitalista. A esse processo de grandes transformações deu-se o nome de Revolução Industrial (VICENTINO, 2004).

Esse processo começou no século XVIII na Inglaterra e se espalhou pela Europa e pelos Estados Unidos. No entanto, no Brasil a urbanização ocorreu de forma lenta, pois por se tratar de uma colônia, esta não poderia atingir um nível de organização que se equivalessse ao da metrópole. A industrialização brasileira foi consolidada principalmente após a 2ª Guerra Mundial, o que causou uma urbanização tardia e sem planejamento.

No campo houve a mecanização das lavouras, o que levou à substituição dos camponeses por máquinas mais rápidas e eficazes, acelerando o êxodo rural. Em paralelo, com o surgimento de fábricas e indústrias, houve a necessidade de mão-de-obra contribuindo para a formação da classe operária. As cidades passaram a ser pólos atrativos em função da oferta dos postos de trabalho, o que gerou um crescimento urbano, este por sua vez, estimulando o comércio, que crescia cada vez mais, de tal forma que para atender essa nova demanda, foi necessário o crescimento do setor terciário com a criação de novos serviços para oferecer mais oportunidades de trabalho.

Em muitos casos, principalmente em países menos desenvolvidos, a falta de planejamento e o fato da infraestrutura não ter acompanhado o processo de urbanização, levaram a graves consequências econômicas e sociais como: sistema de transportes ineficiente, problemas energéticos, carência ou ineficiência de tratamento de água e esgoto, sistemas de saúde e de moradia precários, além de violência urbana, segregação socioespacial, poluição atmosférica, do solo e das águas, degradação ambiental, falta de empregos, trânsito caótico e a alta produção de lixo.

Com a modernização das indústrias e dos processos de produção, a sociedade passou a se desenvolver mais rapidamente, gerando crescimento econômico e

populacional. Em consequência a esses avanços, houve a expansão desordenada das cidades, sem planejamento urbano, além de um grande consumo de recursos naturais, transformações de fauna e flora, excesso de resíduos e degradação do meio ambiente, mudanças estas que impactam diretamente nos dias de hoje.

Um problema muito comum nas cidades é a questão da drenagem urbana, que engloba coleta, transporte e lançamento final das águas superficiais. Com a urbanização, houve o aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestrutura viária, gerando grandes áreas impermeáveis, além de devastação de vegetação e ocupação das várzeas, causando a elevação da velocidade de escoamento superficial e a redução de recarga do lençol freático. Por consequência, os rios têm o seu volume reduzido, há erosão em suas margens, os ecossistemas aquáticos são eliminados e ainda a ocorrência de enchentes acaba por provocar impactos sociais e econômicos na região.

Dentro deste panorama, há algum tempo, a construção civil busca encontrar técnicas compensatórias e práticas sustentáveis, de forma a minimizar o impacto da ação do homem no meio ambiente. A utilização de natureza em superfícies abertas como pátios e coberturas é uma solução sustentável para o problema de drenagem nos grandes centros urbanos, além de contribuir com outros benefícios como conforto térmico e acústico e a possibilidade de reaproveitamento de água pluvial.

Para a elaboração deste trabalho, o envolvimento dos conceitos de sustentabilidade e de jardins terapêuticos se faz muito importante. Esses dois conceitos fundamentam a ideia de natureza em ambientes hospitalares visando não só a questão do meio ambiente, mas também contribuindo como um acelerador no que diz respeito ao tratamento e recuperação de pacientes.

O conceito de sustentabilidade é definido por ações e atividades humanas que atendam às necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações, ou seja, está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, no qual os recursos naturais são utilizados de forma inteligente, garantindo a sua manutenção no futuro.

Segundo estudo de Baldessar (2012), com o passar do tempo, esta ideia foi ganhando mais e mais atenção e atualmente a preocupação com o meio ambiente está espalhada por toda a sociedade, em cada atitude ou movimento social. Quanto mais se aumenta a preocupação em relação ao meio ambiente, mais se aumenta a busca pelo desenvolvimento de um modelo, não só econômico, social e ambiental, como

também político e cultural, visando o equilíbrio das necessidades em todas essas esferas, pois até pouco tempo atrás o modelo de desenvolvimento era ecologicamente predatório quanto ao uso dos recursos naturais, socialmente perverso com a geração de pobreza e desigualdade, politicamente injusto com concentração e abuso de poder, culturalmente alienado em relação aos seus próprios valores e eticamente censurável no respeito aos direitos humanos e aos das demais espécies.

Diante disso, a questão da sustentabilidade inserida na arquitetura, trouxe mais critérios aos seus projetos, como por exemplo, o impacto ecológico de novas edificações no meio na qual as mesmas serão construídas. Esses critérios envolvem o que está à volta, recursos naturais, qualidade ambiental interna, manutenção e aspectos socioeconômicos. Os benefícios precisam estar concentrados em minimizar gastos energéticos e aproveitar recursos naturais de modo a criar edificações que agradam menos o meio ambiente, como argumenta Baldessar (2012).

Nos dias atuais, existem muitos elementos que podem transformar processos de trabalhos comuns em sustentáveis, bem como a sua implementação final. Entretanto é importante que os profissionais compreendam que não há uma solução definitiva, até mesmo porque com o avanço tecnológico, sempre surgirão novas soluções mais eficientes, conforme foi exposto por Ken Yeang, em seu livro *Proyectar con la naturaleza*, (1999).

O sistema de naturação é feito com a aplicação de vegetação sobre superfícies construídas como coberturas, pátios e fachadas, com o princípio de trazer mais áreas verdes para locais edificados, de forma a contribuir na redução dos impactos do desenvolvimento urbano. A ideia é repor parte da vegetação original retirada do solo, recuperando os benefícios das propriedades das plantas.

O telhado verde pode ser utilizado como jardins terapêuticos, que são áreas projetadas para proporcionar bem-estar e contribuir para a recuperação da saúde de um determinado público, como crianças ou adultos com doença crônica, por exemplo.

As paisagens naturais já eram reconhecidas como terapêuticas há dois mil anos. Chineses taoistas criavam jardins e estufas por acreditarem serem benéficos para a saúde (LOUV, 2005 *apud* DOBBERT, 2010).

O surgimento de jardins restauradores na Europa ocorreu nos mosteiros da Idade Média, quando os primeiros hospitais do mundo ocidental eram enfermarias em comunidades monásticas nas quais plantas medicinais e orações constituíam o foco

de cura. Os jardins monásticos eram parte essencial do meio ambiente, porém, em virtude dos avanços tecnológicos, a conexão entre cura e natureza foi gradualmente suplantada (MARCUS E BARNES, 1999 *apud* DOBBERT, 2010).

Nos séculos XVII e XVIII, o papel da natureza como restauradora do corpo e da mente foi explorado e estimulado, além da importância dada à higiene, proporcionada pelo ar fresco e ventilação cruzada. Entre os séculos XVIII e início do XIX, hospitais psiquiátricos sofreram grandes mudanças; o cultivo de plantas e a implantação de áreas ajardinadas foram incorporados em seus projetos com o intuito de proporcionar benefícios terapêuticos. Nightingale (1820-1910) reconheceu os efeitos positivos desse novo conceito hospitalar ao conceder aos pacientes maior bem-estar devido à exposição à luz solar e à visão flores coloridas através das janelas (MIQUELIN, 1992 *apud* DOBBERT, 2010).

Após a Primeira Guerra Mundial, jardins passam a compor a área de hospitais de reabilitação e, depois da Segunda Guerra Mundial, programas de terapia de horticulturas são propostos para doentes mentais (MARCUS E BARNES, 1999; LOUV 2005). Entretanto, com o surgimento de hospitais verticalizados, houve clara diminuição desses espaços ao ar livre em ambientes hospitalares. Em razão do avanço técnico-científico, designers e administradores hospitalares preocuparam-se especialmente com a funcionalidade do ambiente, despendendo pouca atenção às necessidades emocionais e psicológicas dos pacientes, visitantes e funcionários do corpo clínico (ULRICH, 1992 *apud* DOBBERT, 2010).

Somente na década de 90 valorizaram-se as necessidades emocionais dos pacientes com ênfase na redução do estresse e no aumento do bem-estar humano, com base em estudos científicos sobre os efeitos restauradores promovidos pelo contato com a natureza. Os jardins terapêuticos têm o objetivo de influenciar na recuperação do estresse de forma positiva àqueles que possam usufruir de seus benefícios restauradores (ULRICH, 1999 *apud* DOBBERT, 2010).

Nos Estados Unidos e na Europa, essa tendência terapêutica tem crescido bastante ultimamente. Geralmente os jardins são construídos ao ar livre ou em átrios e solários de hospitais infantis e psiquiátricos, clínicas de repouso e de reabilitação e em locais públicos, sendo assim acessíveis à população em geral. A utilização desses locais traz benefícios para a saúde, não só pela melhoria da qualidade do ar, mas também pelo efeito que um passeio desse tipo causa ao nosso organismo, podendo reduzir a

pressão sanguínea, normalizar os batimentos cardíacos, relaxar os músculos e ativar o cérebro (RODRIGUES, 2009).

1.2 Objetivo

O objetivo geral desse projeto é a análise da utilização de natureza em telhados de edificações, visando compreender o funcionamento da técnica, bem como a forma como os mesmos contribuem para o desenvolvimento sustentável de uma cidade.

Para demonstrar melhor o emprego de coberturas verdes, será feita uma proposta de natureza em uma unidade hospitalar, com o intuito de destacar o seu uso em jardins terapêuticos.

O presente trabalho esclarecerá os benefícios da técnica e após o desenvolvimento do projeto que será utilizado, o conceito de coberturas verdes em edificações ficará evidenciado. A aplicação deste projeto abre portas para desenvolver análises mais específicas da tecnologia, como verificação da capacidade de retenção de águas pluviais, economia de energia e de água, desempenho de conforto térmico e acústico e análise de água drenada, reforçando a ideia de prática sustentável e estimulando a utilização deste método em diferentes edificações.

O emprego de telhados verdes em hospitais, principalmente como jardins terapêuticos, ainda não é uma prática comum nas cidades brasileiras. São poucos os hospitais que tem essa ideia aplicada em seus projetos, dentre os motivos, os mais prováveis são dificuldade técnica, por falta de conhecimento na área ou carência de empresas especialistas; inviabilidade econômica, pois é necessário um investimento inicial e em alguns casos, a falta de oferta encarece não só o serviço, como o material empregado; falta de incentivo; ideia de sustentabilidade pouco enraizada.

Com este estudo, esperam-se como principais resultados a verificação da viabilidade econômica de uma proposta de jardim terapêutico e os possíveis benefícios adquiridos. Em vista disso, o presente trabalho contribuirá de forma positiva na difusão do tema de jardins terapêuticos em hospitais.

1.3 Justificativa

Com a urbanização e, conseqüentemente, as áreas impermeáveis, o volume de chuva que precipita nas cidades é retido superficialmente e escoado por meio de

equipamentos do sistema de drenagem. O telhado verde atua como técnica compensatória em drenagem urbana, uma vez que pode promover a retenção de parte da água pluvial precipitada, reduzindo o escoamento superficial e diminuindo a descarga de água que chega às galerias de drenagem das cidades, estas que muitas vezes são mal-dimensionadas ou encontram-se obstruídas, provocando enchentes.

Outro ponto importante está relacionado à questão climática dos centros urbanos que sofrem do efeito de ilhas de calor devido à presença de edificações com materiais com alta absorção de radiação, redução de áreas verdes, poluição do ar, entre outros. A natureza das coberturas contribui como área verde, reduzindo esses efeitos, melhorando na qualidade de vida das cidades. Dessa forma, as mesmas passam a ter climas mais agradáveis e poluição do ar reduzida. Há ainda a melhora do conforto térmico e acústico dos ambientes internos das edificações, além da possibilidade da captação da chuva para fins não-potáveis como limpeza de áreas comuns e irrigação de jardins, uma vez que os telhados verdes são formados por camadas que funcionam como filtros, melhorando a qualidade da água captada. Com isso, é possível gerar economia de energia, em virtude do sistema de resfriamento dos ambientes internos ser facilitado, e de água, graças à captação da água pluvial.

Diante disso, a utilização de coberturas verdes em edificações é uma solução sustentável que contribui para minimizar alguns problemas causados pela ação do homem em centros urbanos. A natureza é uma técnica compensatória e, dentro do contexto de planejamento urbano, tem papel importante na contribuição para o desenvolvimento sustentável de uma cidade.

1.4 Metodologia

O tema de coberturas verdes em edificações será abordado de uma forma geral, onde estará inserido em um contexto mais amplo, visando expor o conceito de técnica compensatória em centros urbanos e em seguida, será considerado o emprego de natureza em uma proposta de aplicação em hospital.

A metodologia utilizada pode ser dividida em três etapas: conceitos, proposta de aplicação e análise de viabilidade econômica.

A primeira etapa refere-se à parte conceitual do trabalho, onde foi feita a revisão bibliográfica do tema, através de pesquisas baseadas em livros, artigos, monografias, teses de mestrado e doutorado e anotações de professores e profissionais da área.

Na proposta de aplicação, foi escolhido um hospital da cidade do Rio de Janeiro, para aplicar o método. Serão utilizados como referência, projetos já realizados em hospitais em cidades de diferentes regiões.

A concepção do projeto é a de utilizar a técnica de naturezação para a criação de um jardim terapêutico em um dos telhados mais baixos do conjunto arquitetônico do hospital. A ideia é poder proporcionar uma paisagem mais bonita e relaxante aos pacientes que tem vista para este futuro jardim, de forma que contribua para a melhor recuperação dos mesmos.

Por fim, foi feito um levantamento de preços e materiais necessários, bem como o método construtivo para a construção dos jardins terapêuticos, indicando a viabilidade econômica do projeto.

1.5 Estruturação do Trabalho

Este documento é estruturado em cinco capítulos, nos quais o conceito de naturezação é exposto e aplicado em uma proposta de aplicação.

No primeiro capítulo o tema foi apresentado ao longo de um contexto histórico desde a Pré-História até a atualidade. Em seguida, apresentaram-se o objetivo e a justificativa para o estudo, a metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho e a estruturação do mesmo.

O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica do tema, explicitando a técnica e os conceitos acerca de telhados verdes, bem como as características, vantagens e desvantagens e a aplicabilidade em jardins terapêuticos.

No terceiro capítulo, a técnica de naturezação é apresentada em uma proposta de aplicação em um hospital do Rio de Janeiro, destacando a ideia de jardins terapêuticos. Ao longo do capítulo são indicados o método construtivo empregado e o orçamento do projeto.

Por fim, o trabalho é encerrado com as considerações finais, seguido pelas referências bibliográficas utilizadas para a elaboração deste estudo.

Capítulo 2. Naturação

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de revisão bibliográfica sobre o tema, com base em artigos, teses de mestrado e doutorado, monografias, livros e outros trabalhos científicos. Serão apresentados os conceitos envolvidos acerca da técnica de naturação e de jardins terapêuticos, além de características sobre a estrutura e vantagens do sistema.

2.1 Conceito

A palavra *naturação* deriva de natureza. No contexto da construção civil, sistema de naturação é uma tecnologia de aplicação de vegetação sobre superfícies construídas, que, resgatando os princípios de enverdecimento de áreas edificadas, busca amenizar os impactos do desenvolvimento urbano, explorando cientificamente as respostas às demandas ambientais, e redirecionar as cidades para o desenvolvimento sustentável, obtendo assim uma maior integração entre espaço urbano – cidadão – natureza. A técnica de naturação pode ser aplicada em quaisquer áreas construídas, ou seja, coberturas, fachadas e vias, resumindo-se em transformar um velho sistema de terraços ajardinados em um sistema de revegetação do espaço construído com índices de controle e benefícios do meio ambiente (ROLA et al., 2003 *apud* ROLA, 2008).

Nesta pesquisa, a técnica da naturação será abordada na aplicação em telhados, estes também conhecidos como telhados verdes, tetos ou telhados vivos, coberturas verdes, biocoberturas, jardins suspensos, coberturas ecológicas, dentre outros.

O telhado verde é um sistema construtivo caracterizado por uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas, instalado em lajes ou sobre telhados convencionais e consiste em camadas de impermeabilização e de drenagem, as quais recebem o solo e a vegetação indicada para o projeto. Além do benefício estético, os telhados verdes funcionam como isolantes térmicos nas coberturas das edificações. Para as cidades, são uma forma de área vegetada que, em larga escala, contribui para melhorar a qualidade do ar e minimizar o efeito das ilhas de calor, além de outros benefícios (CORSINI, 2011).

As construções com coberturas verdes existem desde o período anterior a Cristo. Há indícios de que a naturação já era utilizada no final do século VII a.C., em antigos

templos da antiga Mesopotâmia, atual Iraque, conhecidos como Zigurates (Figura 2), que em formato escalonado possibilitavam a aplicação de vegetação em diferentes níveis (OSMUNDSON, 1999; DUNNET; KINGBURY, 2004 *apud* ROLA,2008).



Figura 2 – Representação de um zigurate.

(Fonte: <http://historiacolegiojk.blogspot.com.br>, acesso em janeiro de 2015)

Dentre os mais antigos e conhecidos zigurates, destaca-se a Torre de Babel. Outro monumento de grande relevância refere-se aos Jardins Suspensos da Babilônia (Figura 3), considerado uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, apesar da não comprovação da sua existência.



Figura 3 – Jardins Suspensos da Babilônia, de Martin Heemskerck, séc. XVI. Ao fundo da pintura, encontra-se a Torre de Babel.

(Fonte: <http://world.new7wonders.com>, acesso em janeiro de 2015)

Com diferentes tecnologias, outros monumentos surgiram em cada período da História, como o Mont-Saint-Michel (Normandia, França) na Idade Média, O Palácio do Kremlin (Moscou, Rússia) no Século XVIII e a Villa Savoye, Les Heures Claires (Poissy, França) entre os anos de 1928 a 1931, projetado e construído pelo renomado arquiteto Le Corbusier (ROLA, 2008).

As diferenças entre os antigos exemplos de coberturas vegetais e os modernos telhados naturados são diversas e notórias. Antigamente, as coberturas vegetais eram sinônimas de poder e riqueza (HAKE, 2007 *apud* ROLA, 2008). Já na atualidade, elas representam a busca por melhora ambiental dos degradados núcleos densamente urbanizados (ROLA, 2008).

O conceito de telhado verde na arquitetura foi proposto na década de 20 pelo arquiteto francês Charles-Edouard Jeanneret-Gris. Para Le Corbusier, como era conhecido, a insuficiência de áreas verdes era prejudicial à qualidade de vida das pessoas, o que o motivou a desenvolver a ideia de terraços jardins, como medida compensatória aos problemas causados pela urbanização.

Os telhados verdes no Brasil apareceram principalmente após o Movimento Modernista, em 1930. Para o Palácio Gustavo Capanema, um dos primeiros exemplares da arquitetura moderna, com consultoria de Le Corbusier, o projeto foi desenvolvido por Oscar Niemeyer e Lúcio Costa e os jardins do terraço pelo paisagista Roberto Burle Marx (Figura 4). Foi construído para ser o prédio do Ministério da Educação e Saúde entre 1936 e 1945 e inaugurado em 1947, no Rio de Janeiro.



Figura 4 – Foto do terraço-jardim do Palácio Gustavo Capanema, no Rio de Janeiro.

(Fonte: <http://ambientalistasemrede.org>, acesso em janeiro de 2015)

A técnica de naturalização já é realidade em diversos países no mundo, principalmente na Europa, e atualmente começa a ganhar força no mercado brasileiro à medida que a sustentabilidade é abordada de forma mais contínua no ramo da construção civil.

Alguns exemplos de construção com telhado verde são: o Tribunal de Justiça, com uma área verde de quase 2.000 m², localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro; o shopping Village Mall, extensão do Barra Shopping, localizado na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro; a fábrica da Coca-Cola, localizada na Fazenda Rio Grande, em Curitiba e o Shopping JK em São Paulo, no qual o edifício abriga um dos maiores telhados verdes da América Latina, com cerca de 5.000 m² de vegetação no seu topo.

2.2 Classificação dos Telhados Verdes

Existem três tipos de telhado: extensivo, semi-intensivo e intensivo, conforme pode ser visto no quadro comparativo no Quadro A. Essa tipologia depende do tipo de laje onde será instalado e o objetivo do sistema.

Quadro A - Características dos tipos de telhado verde

Itens	Telhado Verde Extensivo	Telhado Verde Semi-intensivo	Telhado Verde Intensivo
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	6 – 20 cm	12 – 25 cm	15 – 40 cm
Peso	60 – 150 kg/m ²	120 – 200 kg/m ²	180 – 500 kg/m ²
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, acesso em janeiro de 2015)

A representação gráfica de cada tipo de cobertura verde exposta na Figura 5 indica as diferenças entre eles.

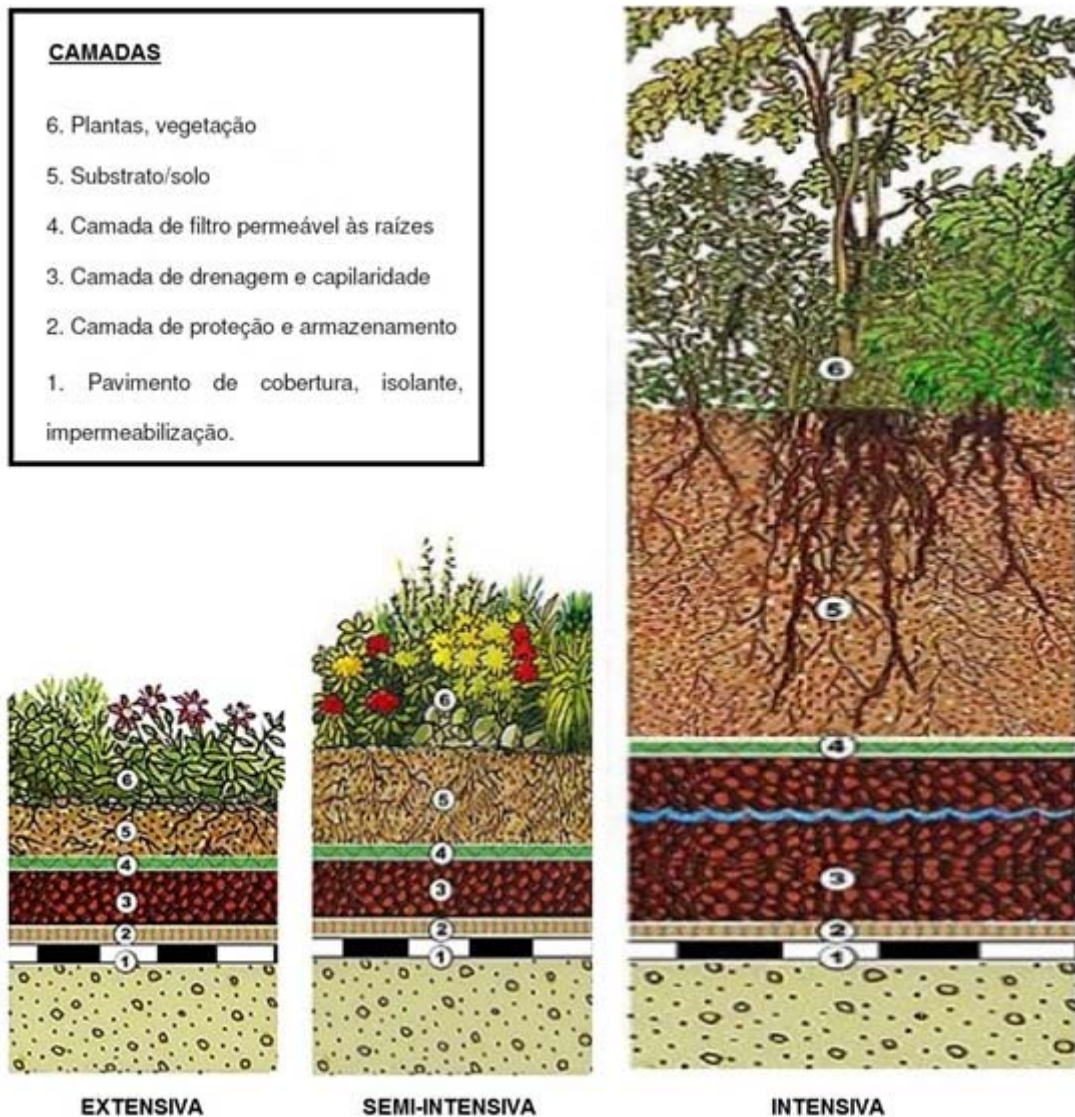


Figura 5 – Representação gráfica dos tipos de cobertura.

(Fonte: SAVI, 2012)

Segundo Minke (2004 *apud* Garrido, 2012), os telhados verdes também podem ser classificados de acordo com a inclinação do telhado: plano, inclinação moderada e inclinação acentuada. As características desses tipos de telhado estão explicitadas no Quadro B.

Quadro B - Características dos tipos de telhado verde

Classificação	Características	
	Inclinação	Aspectos construtivos
Plano	Até 5%	Execução demorada porque necessita de uma drenagem especial através de uma manta para conduzir o excedente de água acumulada.
Inclinação Moderada	5% a 35%	De fácil execução e mais econômico. Não necessita de camada de drenagem, o substrato tanto armazena água como conduz o excedente. Para isso, deve-se agregar material poroso, como pedra-pomes, escória ou argila expandida.
Inclinação Acentuada	36% a 84%	Assemelham-se com o de inclinação moderada, porém devem possuir barreiras que evitem o deslizamento do substrato.

(Fonte: MINKE, 2004 *apud* GARRIDO, 2012)

2.2.1 Extensivo

Geralmente são aplicados em locais que serão visitados ou vistos e a aparência assemelha-se a gramados. Os telhados extensivos comportam plantas rasteiras de pequeno porte, que necessitam de um volume de água menor e tem pouca manutenção, como por exemplo, as suculentas, que tem suas folhas e talos engrossados que permitem o armazenamento de água, reduzindo a necessidade de regas. O sistema se caracteriza por ter vegetação de solo médio, ser mais leve e não requerer apoio estrutural, causando assim um impacto menor de sobrecarga sobre os elementos da cobertura, dos pilares e da fundação, ficando próximo ao peso de coberturas de telha de concreto. O solo extensivo tem de 5 a 15 cm de espessura, a vegetação de 5 a 13 cm e os telhados variam de peso entre 25 a 150 kg/m² excluindo a saturação por água (KÖEHLER *et al.* 2002; SILVA, 2011; GARTLAND, 2010 *apud* CATUZZO, 2013; IGRA, 2015).

Os sistemas extensivos por serem mais leves são mais adequados para grandes áreas e telhados com declive de até 20°. Para coberturas acima de 20° é necessária a utilização de barreiras ou outras estruturas que permitam dar capacidade de suporte para que o substrato e a vegetação não deslizem ou excedam (TOMAZ, 2005 *apud* JOBIM, 2013).

A cobertura extensiva foi aplicada no telhado do prédio da Schlumberger da Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro (Figura 6).



Figura 6 – Cobertura extensiva do prédio da Schlumberger, no Rio de Janeiro.

(Fonte: <http://www.studiocidadejardim.com.br>, acesso em fevereiro de 2015)

Na Figura 7, outro exemplo de aplicação de cobertura verde extensiva em um telhado com inclinação de 25° de uma residência de Rosswag, na Alemanha.



Figura 7 – Cobertura extensiva em telhado com inclinação em Rosswag, na Alemanha.

(Fonte: <http://www.igra-world.com>, acesso em fevereiro de 2015)

2.2.2 Intensivo

Os telhados intensivos comportam plantas de nível médio a grande, variando desde pequenas plantas a árvores frutíferas, podendo oferecer espaços verdes acessíveis ao usuário, e necessitam de muita manutenção e cuidados específicos, como a de um jardim comum. Neste tipo de vegetação, o telhado verde também protege a cobertura da radiação ultravioleta aumentando sua vida útil. Os telhados verdes intensivos

demandam mais água e adubo, precisam de uma camada de substrato maior de no mínimo 30 cm, além de necessitar de um sistema de irrigação e drenagem e de reforço estrutural que suporte maior capacidade de carga, pesando entre 100 a 200 kg/m² sem a saturação da água. (SILVA, 2011; SAVI, 2012; GARTLAND, 2010 *apud* CATUZZO, 2013; IGRA, 2015).

O Millennium Park é um grande parque público de quase 100.000 m² localizado no interior do Grant Park, em Chicago, Estados Unidos (Figura 8). O parque incorpora avanços inovadores em design sustentável, tem espaços para performance, arte, escultura, arquitetura e paisagismo e possivelmente é o maior telhado verde intensivo do mundo (ECOTELHADO, 2014).



Figura 8 – Cobertura verde intensiva do Millenium Park em Chicago.

(Fonte: <http://ecotelhado.com/>, acesso em fevereiro de 2015)

2.2.3 Semi-intensivo

Os telhados semi-intensivos têm as características dos telhados verdes intensivos e extensivos. Comparadas às coberturas extensivas, caracterizam-se por solos mais profundos e dão abrigo a uma quantidade grande de variadas espécies vegetais, associadas à fauna local. A profundidade do substrato confere mais peso à estrutura da edificação e, conseqüentemente, exige mais manutenção no que diz respeito à poda, fertilização e irrigação. Esse sistema construtivo comporta desde vegetações como musgos, suculentas e gramíneas até pequenos arbustos (GEDGE *et al.*, 2006 *apud* LOPES, 2007).

A seguir, dois exemplos de coberturas semi-intensivas (Figuras 9 e 10).



Figura 9 – Cobertura semi-intensiva em edificação em Indianápolis, EUA.
(Fonte: SAVI, 2012)



Figura 10 – Cobertura semi-intensiva em edificação em Boston, EUA.
(Fonte: SAVI, 2012)

2.3 Sistemas Construtivos

Várias têm sido as técnicas e tecnologias de natureza desenvolvidas para a sua ampla adoção em qualquer superfície construída e, portanto, hoje a natureza pode ser sistematizada em três tipos básicos: Completo, Módulos Pré-elaborados e Manta Vegetativa Pré-cultivada (ROLA, 2008).

2.3.1 Sistema Completo

O Sistema Completo (Figura 11) é o sistema mais comum utilizado no mundo, o telhado verde é instalado diretamente na cobertura da edificação. Acima da camada de suporte de carga há ainda camada de impermeabilização, camada drenante, camada filtrante, camada de substrato e camada de vegetação.

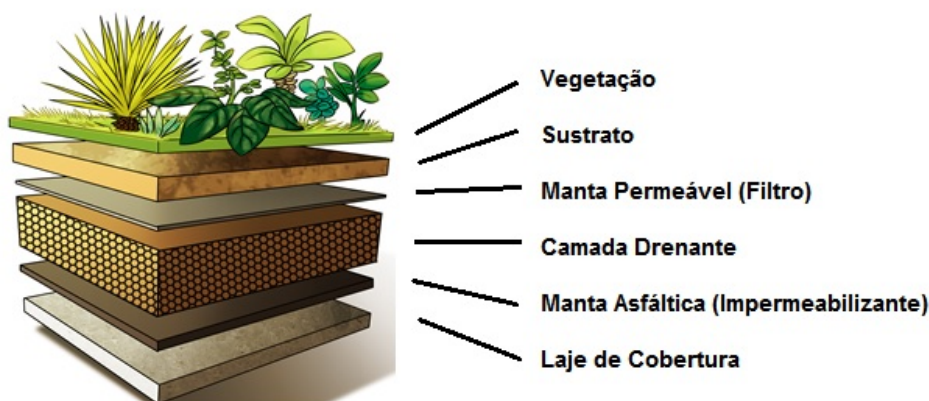


Figura 11 – Sistema Completo.

(Fonte: <http://www.cinexpan.com.br>, acesso em fevereiro de 2015)

2.3.1.1 Camada de Suporte de Carga da Natureação

Esta camada é toda e qualquer superfície construída capaz de suportar o peso do sistema adotado com o adicional da natureza hidratada. A tipologia construtiva adotada no Brasil para edifícios multipavimentados é a da laje de concreto, capaz, em média, de suportar um sobrepeso de até 400 kg/m² (ROLA, 2008).

Existem outros tipos de estruturas como tabuado de madeira, chapas de compensado estruturado, placas cimentícia, telha metálica, Steel Deck (estrutura metálica em composição com camada de concreto), estrutura de madeira e bambu, estrutura do telhado existente, entre outros materiais que tenham resistência compatível ao sistema do telhado verde saturado (SAVI, 2012).

Para o dimensionamento da cobertura verde devem-se levar em conta alguns fatores como: cargas permanentes, peso total da cobertura, substrato em estado de saturação de água e, também, o peso da vegetação. Outro fator importante é não ultrapassar o valor admissível das cargas concentradas, seja por transportes de pesos ou por

armazenagem de materiais sobre a cobertura, no período de construção (MINKE, 2003 *apud* LOPES, 2007).

2.3.1.2 Camada de Impermeabilização e membrana antirraízes

Tem por função proteger a camada de suporte contra toda e qualquer umidade proveniente do meio externo, passando pelo sistema, assegurando a estanqueidade do mesmo. Esta camada é extremamente importante e demanda estudos profundos quanto ao tipo a ser utilizado para impermeabilizar a base de suporte onde o sistema de drenagem deve ser aplicado. Como característica física, a membrana deve ter alta resistência à perfuração, para evitar o transpasse de possíveis raízes que, por sua vez, tenham penetrado o geotêxtil, pelo efeito físico de empuxo. Como característica química, a membrana deve ter um componente antirraiz. No mercado existem dois tipos de impermeabilizantes: o de PVC e a Manta Asfáltica (ROLA, 2008).

Segundo a Ecodhome (2014), a membrana antirraízes de manta geotêxtil atua como um filtro para as partículas sólidas. Esta manta permeável à água facilita a drenagem dos solos, impossibilitando a saída dos finos, fazendo com que partículas de areia e terra ou raízes não passem pela tubulação de queda da água de chuva.

A impermeabilização da estrutura deverá ser feita de acordo com a necessidade de cada um dos materiais. É importante se atentar a essa etapa, pois a má execução, ou uso de materiais inadequados para esse fim, pode resultar em patologias futuras na edificação (SAVI, 2012).

As juntas devem estar devidamente seladas para evitar a infiltração das raízes e o escoamento do substrato.

2.3.1.3 Camada de Drenagem

A camada de drenagem cumpre duas funções no telhado verde, a primeira é encaminhar a água excedente, para que o solo não fique completamente saturado, e outra função é armazenar a água para as vegetações, para que não se faça necessária a rega constate das mesmas, principalmente se tratando de telhado verde extensivo. Para garantir esse armazenamento, o material a ser utilizado nesta camada deve ser de origem mineral e o mais leve possível, de preferência poroso, conforme Minke (2004), e prioritariamente de canto rolado (arredondado) para que não ofereça risco de perfuração para a membrana impermeabilizante e com corpúsculos de

diâmetro não menor que 10mm (diâmetro > ou = a 1cm), como argila expandida e seixos de diâmetros diferentes. É importante cobrir a camada de drenagem com uma manta de retenção de substratos, ou mesmo uma manta não tecida, pois elas garantem que a terra não irá penetrar no sistema de drenagem tornando ineficiente o sistema (ROLA, 2008; SAVI, 2012).

Materiais leves como argila expandida ajudam a manter arejado o fundo da cobertura, impedindo o apodrecimento das raízes e facilitando o escoamento da água (ECODHOME, 2014).

Falhas no sistema de drenagem proporcionam o apodrecimento das raízes, além de conferir mais peso à cobertura (LOPES, 2007).

2.3.1.4 Camada Filtrante

Esta camada tem a função de evitar que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, utilizando-se normalmente uma manta geotêxtil, que é composto de fibra sintética que se assemelha a um feltro, e que tem a capacidade de impedir a passagem de partículas finas do substrato e a consequente obstrução da camada de drenagem. Deve obedecer aos seguintes critérios: resistência à ruptura e à compressão, ser imputrescível, ser compatível com materiais que estão em contato, não proporcionando reações químicas, permeabilidade hídrica de até 10 (dez) vezes superior à do substrato, permitir o crescimento de raízes, de estrutura duradoura e estável, e ser resistente à ação de micro-organismos (ROLA, 2008; CECCHIN, 2010).

2.3.1.5 Camada de Substrato

Substrato é a camada que fará o suporte da vegetação, essa camada tem a função de suprir de nutrientes e água as plantas. Por isso para a colocação dessa camada, é importante conhecer bem qual a vegetação que será aplicada e quais os nutrientes necessários e o tipo de substrato que melhor se adéqua à vegetação escolhida (SAVI, 2012).

A espessura adequada do substrato também deve ser determinada de acordo com o tipo de cobertura e espécies, assim como nutrientes e aeração. As características dos substratos são: granulação, porcentagem de matéria orgânica, estabilidade estrutural, resistência à erosão pelo vento, permeabilidade, capacidade máxima de retenção de

água, quantidade de nutrientes, aeração e pH. Junto com a camada de drenagem, o substrato facilita a drenagem do excesso de águas pluviais (IGRA *apud* FERRAZ; LEITE, 2011 *apud* GARRIDO, 2012).

Os substratos para telhados verdes são uma mistura de elementos orgânicos e inorgânicos que se diferenciam dos de solo, pois não se compactam com o peso do sistema, garantindo permeabilidade e leveza, além de manter: o nível de nutrientes, umidade e oxigenação durante um período de tempo economicamente viável e, segundo BRIGADÃO (1992), deve ter ou ser: boa capacidade de retenção de água, alto conteúdo de fração mineral, alto conteúdo em matéria orgânica de origem natural, alta capacidade de intercâmbio catiônico, alta estabilidade biológica, homogeneidade na mistura, boa capacidade de reumectação, baixa taxa de contração, isento de patógenos vegetais e de fitotoxicidade residual, componentes de baixa inflamabilidade, baixa salinidade, baixa alcalinidade, baixo conteúdo de cal ativa (virgem), estabilidade na manutenção de suas propriedades e baixa compactação (ROLA, 2008; SAVI, 2012).

2.3.1.6 Vegetação

Essa é a última camada do telhado e ela é definida em conjunto com as demais camadas. Alguns fatores são essenciais para saber qual o tipo de planta poderá ser selecionada, como: espessura do substrato, inclinação da cobertura, exposição ao vento, orientação solar, sombra por consequência de outras coberturas e obstáculos e precipitação local (SAVI, 2012).

Dependendo da localização da superfície a ser naturada, algumas peculiaridades devem ser observadas, tais como o microclima e regime de chuvas para que a seleção da vegetação seja a mais adequada possível, no caso, vegetação autóctone (ROLA, 2008).

De acordo com Savi (2012), para telhados extensivos é importante optar por vegetações que exijam pouca manutenção, pois o objetivo desse tipo de telhado é substituir os telhados convencionais quanto à manutenção. A grama esmeralda, por exemplo, é indicada para telhados extensivos, pois possui fácil adaptação, aparência delicada e seu plantio ocorre sem grandes dificuldades, além de a sua manutenção ser bem simples e necessitar de pouca poda.

As espécies suculentas (Figura 12), principalmente as da família das crassuláceas, são exemplos de plantas xerófitas, as quais são as mais adequadas para a naturalização extensiva, por serem capazes de armazenar água em suas células. Tal fato as coloca na posição de mais resistentes às condições extremas do meio em que se encontram, tornando-as mais adequadas quando da naturalização do ambiente construído (ROLA, 2008).



Figura 12 – Exemplos de espécies de plantas suculentas.

(Fonte: GARRIDO, 2012)

Dentre algumas características, as suculentas alcançam porcentagem máxima de cobertura da superfície, resistem a situações extremas, possuem crescimento controlado, possuem componente estético (diferentes cores e presença de flores), tem desenvolvimento rápido de encobrimento da área, possuem baixo peso e baixo risco de incendiar-se, tem enraizamento superficial e não são alergênicas (ROLA, 2008).

Baseado na revisão bibliográfica e no método construtivo da empresa Ecodhome Arquitetura e Consultoria, as etapas para a instalação do telhado verde estão resumidas no Quadro C abaixo.

Quadro C – Etapas da instalação de telhado verde

ETAPA	DESCRIÇÃO
1ª	CAMADA DE SUPORTE DE CARGA
Limpar a superfície de cobertura.	
2ª	CAMADA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
	Aplicar lona impermeabilizante ou manta asfáltica.
	Sobre a cobertura impermeabilizada, estender a membrana antirraízes de manta geotêxtil.
3ª	CAMADA DE DRENAGEM
Utilização de material leve e poroso para drenagem, como argila expandida.	

(Fonte: <http://www.ecodhome.com.br>, acesso em fevereiro de 2015)

4ª	CAMADA FILTRANTE
	<p>Novamente aplicar manta geotêxtil para evitar a passagem de material do substrato.</p>
5ª	CAMADA DE SUBSTRATO
	<p>Cobrir a área até espessura projetada com substrato de terra bem enriquecida de nutrientes necessários para a vegetação.</p>
6ª	CAMADA DE VEGETAÇÃO
	<p>Posicionar as placas da cobertura vegetal ou mudas de plantas, como as da espécie suculeta.</p>
7ª	FINALIZAÇÃO
	<p>Instalar rufos de fibra ou de metal para evitar infiltrações.</p>

(Fonte: <http://www.ecodhome.com.br>, acesso em fevereiro de 2015)

A manutenção do telhado verde é parecida com a de um jardim comum e deve ser realizada de 1 à 2 vezes ao ano.

2.3.2 Sistema de Módulos Pré-elaborados

O Sistema de Módulos Pré-elaborados é comercializado por empresas especializadas e pode ser fabricado por materiais reciclados, como fibra de coco, solas de sapatos, garrafas pet e etc., através de pequenos módulos prontos em bandejas rígidas com substrato e vegetação já crescida. Torna-se de fácil manuseio, sendo aplicados por sistema de encaixes, permitindo resultado imediato. Dentro desse sistema de aplicação e construção, os módulos pré-elaborados podem se subdividir em sistema modular, alveolar e laminar (SILVA, 2011; GATTO, 2012).

2.3.2.1 Modular

No mercado, existem módulos fabricados por empresas especializadas que são compostos por material biodegradável, como fibra de coco, e podem ser utilizados 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/m², mede 400 mm x 500 mm x 50 mm e capacidade de armazenamento de 16 L/m² por módulo, havendo variações de tamanho e forma dependendo do fornecedor (SILVA, 2011).

Segundo Rola (2008), o sistema que tem patente de telhado verde, pela Ecotelhado pesa 50 kg/m² (Figura 13). Pode ser colocado em qualquer tipo de telhado ou laje impermeabilizada. É um sistema que apresenta espessura variando de 7,5 a 30 cm, composta pelo substrato rígido mais substrato leve e agrega nutrientes essenciais para retenção da água e drenagem do excedente. A vegetação necessita ser composta por plantas adaptadas a solos rasos, resistentes à seca e de baixa manutenção como Sedum e Suculentas, já estão consolidadas prontas para a aplicação, com grande facilidade de transporte.

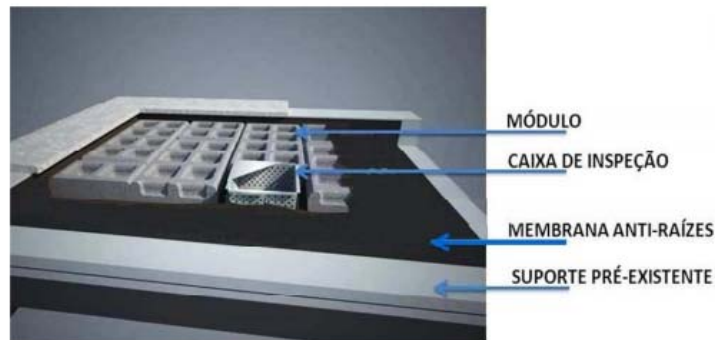


Figura 13 – Sistema modular.

(Fonte: WILLES, 2014)

Com a laje impermeabilizada e sabendo de antemão que a estrutura suportará a carga extra devida ao peso dos módulos do telhado saturado, os módulos são colocados sobre a cobertura até cobrir toda a área. Para que os módulos não se desloquem, são instalados anteparos de forma a impedir que eles saiam de suas posições (GARRIDO, 2012).

2.3.2.2 Alveolar

Esse sistema se caracteriza pela presença da membrana alveolar que contém pequenas cavidades, responsável por ótima reserva de água. Permite ser instalado com ou sem substrato, sem vegetação ou pré-vegetado ou ser vegetado no local. Esse sistema alveolar se divide em três tipos: simples, grelhado e modular (SILVA; GOMES *et al.*, 2011 *apud* WILLES, 2014).

O sistema de telhado verde alveolar simples (Figura 14) é bastante prático e possui um excelente custo-benefício, conta com boa reserva de água e se adapta a variadas plantas. Sua massa é de 40 a 80 kg/m² e é recomendado fazer irrigação. Possui membrana antirraiz de PEAD de 200 micras, a membrana alveolar com 2 cm, a membrana de retenção de nutrientes, o substrato leve com 1 cm ou mais e a vegetação (GATTO, 2012; WILLES, 2014).

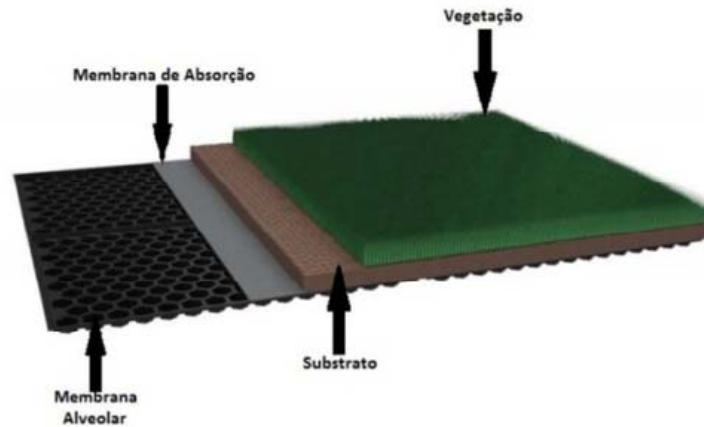


Figura 14 – Sistema alveolar simples.
(Fonte: WILLES, 2014)

O sistema alveolar grelhado (Figura 15) corresponde ao caso de ser utilizado em locais com possível pisoteio, pode ser adicionado um reforço de uma grelha tridimensional de PEAD para telhados, permitindo uma maior variedade de plantas, sendo perfeito para coberturas com grama, onde sua massa é de 40 a 80 kg/m² e também requer irrigação (GATTO, 2012; WILLES, 2014).

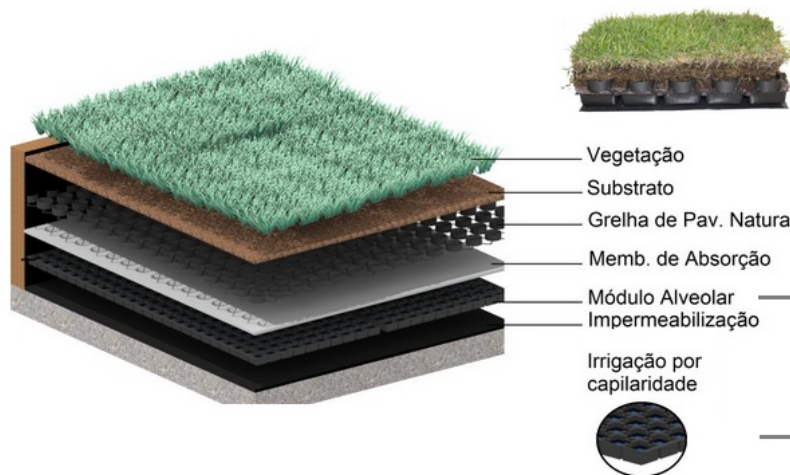


Figura 15 – Sistema alveolar grelhado.
(Fonte: <http://ecotelhado.com>, acesso em fevereiro de 2015)

O sistema alveolar modular (Figura 16) também permite variedade de plantas, tem perfeita drenagem devido ao módulo, sua massa é de 60 a 80 kg/m². Também é recomendado fazer irrigação. Tem a utilização de módulos que podem ter na sua composição resíduos de EVA (etil vinil acetato) moídos e aglutinados com cimento e

preenchimento com substrato nutritivo e funcionam como um xaxim artificial (GATTO, 2012; WILLES, 2014).

Conforme Silva (2011), no sistema alveolar modular são acrescentadas três membranas a mais que no modular: membrana antirraízes de polietileno de alta densidade, placa alveolar que retém a água e por baixo forma canais drenantes com 2 cm e membrana filtrante que retém nutrientes, reforçando o sistema.

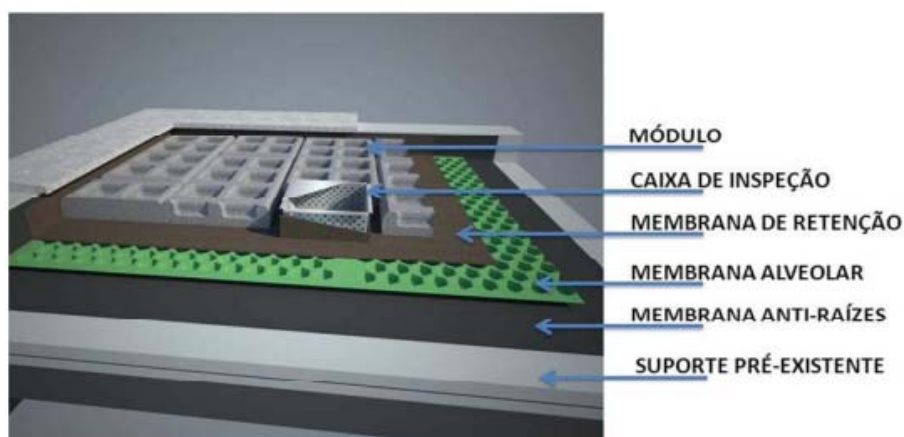


Figura 16 – Sistema alveolar modular.

(Fonte: WILLES, 2014)

Além das membranas acrescentadas, possui um módulo com função de evitar a erosão e compactação do solo e promove a aeração do substrato. A camada de substrato tem 1 cm ou mais, onde cada 10 litros correspondem a 1 cm de altura. O peso saturado é de 60 a 80 kg/m² (SILVA, 2011).

Segundo Feijó, 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 (D'ELIA, 2011).

2.3.2.3 Laminar

Esse sistema caracteriza-se pela utilização de uma lâmina d'água sob um piso elevado feito de módulos de sustentação, garantindo suprimento de água de até 40 l/m² e só devem se usados em telhados completamente planos (Figura 17). 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 *apud* SILVA, 2011).

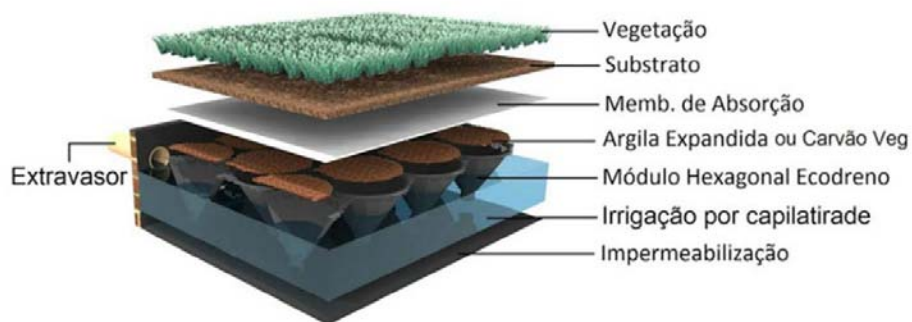


Figura 17 – Sistema laminar.

(Fonte: <http://ecotelhado.com>, acesso em fevereiro de 2015)

O sistema também pode ter vários tipos de forrações e pequenos arbustos. Tem 16 cm de espessura e peso total de 120 Kg/m² saturado e pode sofrer variação por causa do tamanho da vegetação escolhida (SILVA, 2011).

Os módulos 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 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, 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 (GUIMARÃES, 2010 *apud* SILVA, 2011).

A empresa Ecotelhado fornece um sistema laminar que forma um ecodreno sob o piso capaz de armazenar 200 l/m² e pode também ser usados em terraços e lajes planas, mas a sobrecarga é de 250 kg/m², sendo ideal para regiões secas que requerem irrigação mais frequentes. Os drenos são preenchidos com cinasita e o substrato tem em torno de 4 cm, é um sistema que tem maior opção de plantio, conforme projeto paisagístico (WILLES, 2014).

2.3.3 Sistema da Manta Vegetativa Pré-cultivada

O sistema da Manta Vegetativa Pré-cultivada (Figura 18) é a de menor espessura de 4,5 cm. É cultivado fora da área onde será implantado, o que possibilita a sua produção em larga escala (ROLA, 2008).



Figura 18 – Sistema da manta vegetativa pré-cultivada aplicada em uma cobertura residencial.

(Fonte: <http://www.toronto.ca>, acesso em fevereiro de 2015)

O sistema tem 2,5 cm de substrato e pesa entre 40 e 60 kg/m². Podem ser cultivados no chão, depois são enrolados e transportados com o sistema completo sobre paletes ou por guindaste e são desenrolados na aplicação, representados nas Figuras 19, 20 e 21 (GATTO, 2012).



Figura 19 – Campo de produção e cultivo da manta vegetativa pré-cultivada.

(Fonte: <http://www.toronto.ca>, acesso em fevereiro de 2015)



Figura 20 – Retirada em rolo da manta vegetativa pré-cultivada.

(Fonte: <http://www.toronto.ca>, acesso em fevereiro de 2015)



Figura 21 – Aplicação da manta vegetativa pré-cultivada através de desenrolamento.
(Fonte: <http://www.toronto.ca>, acesso em fevereiro de 2015)

2.4 Vantagens da Naturação

A avaliação das vantagens da natureza aplicada em superfícies construídas se torna mais expressiva quando das correlações entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Conseqüentemente, e por mais diversos, os benefícios daí oriundos convergem direta ou indiretamente para a melhoria da qualidade de vida do humano, o qual se fixa nas áreas urbanizadas, adensando-as. Assim, com o uso da técnica da natureza em grandes centros urbanos é possível ponderar-se as vantagens nas seguintes características: Vantagens Econômicas, Vantagens Sociais e Vantagens Ambientais (ROLA, 2008).

2.4.1 Vantagens Econômicas

2.4.1.1 Valorização do imóvel

Com a instalação de telhados verdes, além da questão estética, os imóveis têm uma significativa valorização devido à ampliação da área útil e o aproveitamento de áreas subutilizadas, uma vez que é possível instalar um jardim onde seria apenas um telhado convencional. Ademais, a cobertura vegetal pode conferir à construção certificações sustentáveis como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental), agregando valor ao imóvel.

Segundo Catuzzo (2013), em cidades da Europa e dos Estados Unidos, o poder local por meio de políticas públicas concedem incentivos financeiros para a implantação dos telhados, ou até mesmo redução na cobrança de impostos para quem implantá-los.

O debate sobre o tema e, principalmente, as leis de incentivo fiscal para construções que tenham ou construam telhados verdes se intensificaram a partir de junho de 2012, logo após a realização da Conferência da ONU Rio+20, sediada no Rio de Janeiro. Na época, a gestão da cidade sinalizou uma proposta de incentivos fiscais aos chamados “prédios verdes” que iriam de descontos de até 50% ou mesmo isenção de IPTU e ITBI, por exemplo, além da criação de um selo de certificação similar à certificação LEED já existente, chamado Qualiverde, e que oficializaria a valorização do imóvel em relação ao cumprimento das normativas sustentáveis para edificações. O projeto foi sancionado através do decreto estadual 35.745/2012 e põe em prática o incentivo a empreendimentos que contemplem ações e práticas destinadas à redução dos impactos ambientais da construção civil (GOBBO, 2014).

2.4.1.2 Maior vida útil ao telhado

O telhado é o principal elemento de exposição aos raios ultravioletas, às oscilações de temperatura e aos efeitos de chuva e vento. Além disso, os materiais utilizados na construção civil retém a radiação solar e a lança de volta ao ambiente em forma de calor.

Segundo Heneine (2008), a exposição ao sol pode acelerar o envelhecimento de materiais betuminosos e a radiação solar muda a composição química e consequente degradação das propriedades mecânicas desses materiais (SILVA, 2011).

A natureza atua como uma proteção aos telhados convencionais, uma vez que filtram parte das radiações solares e das águas pluviais.

As coberturas tradicionais possuem um custo menor para sua instalação, comparadas ao sistema de coberturas verdes, mas depois de 15 anos necessitam de reposição (VUJOVIC; OGUREK, 2005 *apud* LOPES, 2007). Embora as coberturas verdes atuais não tenham mais de 35 anos de duração, pesquisadores e profissionais da área estimam uma vida útil de 50 anos, para esse sistema construtivo (PORSCHKE; KOHLER, 2003 *apud* LOPES, 2007).

2.4.1.3 Isolamento térmico e acústico

Em decorrência a todas as camadas que são necessárias para a instalação de um telhado verde, membranas de impermeabilização, suportes de cultura e materiais vegetais; toda esta espessura acaba por agir como isolante, sendo que, no que diz respeito às edificações, as propriedades isolantes dão um grau de resistência em transmissão de energia, reduzem os requisitos de ar condicionado no verão e diminuem a necessidade de aquecimento no inverno (BALDESSAR, 2012).

Além de reduzir gastos com a climatização, minimiza os efeitos de ilhas de calor, que aumentam a temperatura nas cidades. Pavimentação, telhados e outras superfícies escuras absorvem a radiação solar e reirradiam parte desse calor. O predomínio dessas superfícies no ambiente urbano contribui com o aumento da temperatura do ar no verão de 6°C a 10°C. As altas temperaturas em confluência com partículas suspensas no ar tem como resultado uma densa camada de poluição, prejudicando tanto o ambiente como a saúde humana. No entanto, o uso de coberturas com vegetação ajuda a amenizar a temperatura do ar através de uma menor absorção da radiação solar e, também, pela regulação da umidade, resultado da evapotranspiração das plantas (HENDERSON, 2003 apud LOPES, 2007).

De acordo com o estudo de Catuzzo (2013), para atestar que os telhados verdes contribuem na redução da temperatura de onde são instalados, foi feita uma análise comparando as temperaturas do alto de dois prédios localizados no centro de São Paulo: a sede da Prefeitura no edifício Conde Matarazzo que abriga um amplo telhado verde e o Edifício Mercantil/Finasa, cuja laje é de concreto e está situado a pouco mais de 50 metros de distância (Figuras 22 e 23). Os resultados apontaram que o telhado convencional do edifício Mercantil apresentou médias de temperatura 5,3 °C maior que o telhado verde do edifício Conde Matarazzo e umidade do ar 15,7% menor. Isso significa que o telhado verde absorveu grande parte da radiação solar emitindo menor quantidade de calor para a atmosfera, absorção essa de cerca de 30% de luz na radiação solar.



Figura 22 – Fotos do Edifício Conde Matarazzo (à esq.) e do Edifício Mercantil (à dir.), em São Paulo.

(Fonte: <http://www.usp.br>, acesso em fevereiro de 2015)



Figura 23 – Telhado verde do Edifício Conde Matarazzo, em São Paulo.

(Fonte: <https://ssl.panoramio.com>, acesso em fevereiro de 2015)

As camadas dos telhados verdes também atuam como isolantes acústicos, pois bloqueiam a frequência do som, reduzindo de forma significativa os ruídos externos, o que garante conforto interno e menos custos em tratamentos de isolamento acústico na construção do imóvel.

O Multipalco Theatro São Pedro (Figura 24) localizado na cidade de Porto Alegre, RS, também instalou o telhado verde e após a implantação da estrutura, constatou-se que devido à redução da temperatura no ambiente interno do teatro, o gasto com eletricidade reduziu em 30% e a vedação acústica também melhorou.

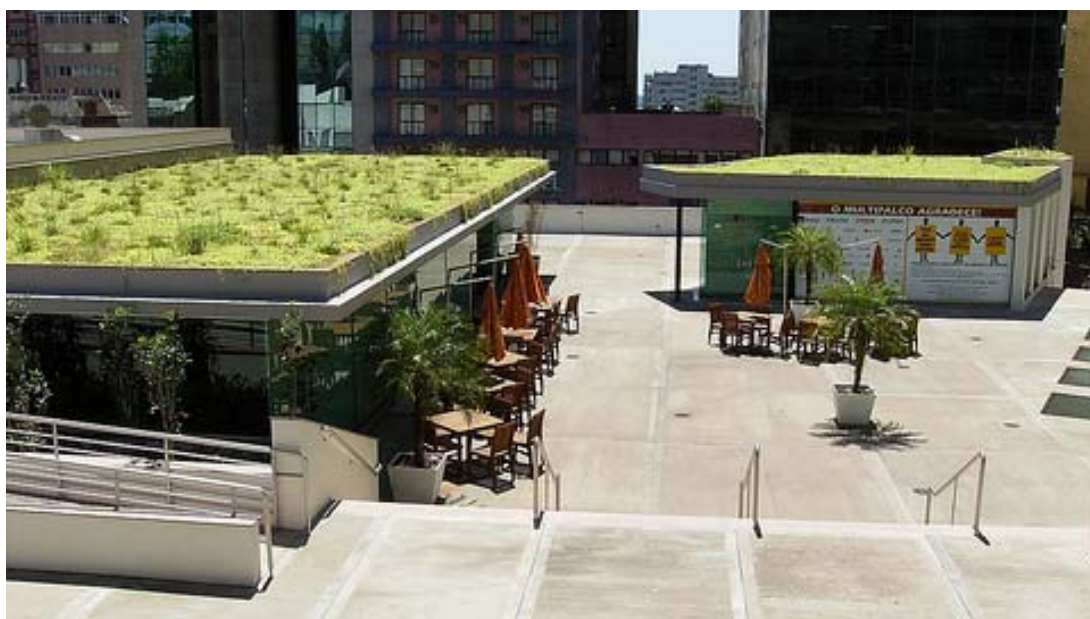


Figura 24 – Telhados verdes instaladas no Multipalco Theatro São Pedro, em Porto Alegre, RS.

(Fonte: <http://www.cultura.rs.gov.br>, acesso em fevereiro de 2015)

2.4.2 Vantagens Ambientais

2.4.2.1 Aumento de áreas verdes

As coberturas verdes servem para amenizar os impactos do desenvolvimento urbano e ampliar as áreas de vegetação das cidades (CECCHIN, 2010).

Com o aumento das áreas verdes, as vegetações nas coberturas absorvem como todas as plantas, gás carbônico do ar e liberam oxigênio, no processo da fotossíntese. As folhas verdes sobre a cobertura aumentam a produção de oxigênio e consumo de gás carbônico. (MINKE, 2003 *apud* LOPES, 2007).

Outra função que as plantas conferem é a capacidade de aderir em sua superfície foliar partículas nocivas à saúde, que se encontram na forma de fases e aerossóis em suspensão no ar. Estes, por sua vez, são arrastados depois pela chuva ao solo, atenuando assim a concentração dessas partículas poluentes e também de fuligens no ambiente (BASS; BASKARAN, 2001; MINKE, 2003 e ACKERMAN, 2006 *apud* LOPES, 2007).

2.4.2.2 Formação de microecossistemas

Os jardins das coberturas vegetais contribuem para o estabelecimento de microclimas e para manter o equilíbrio do seu entorno, aumentando a biodiversidade e auxiliando na formação de um microecossistema, de forma a atrair insetos, pássaros e outras espécies, proporcionando um reequilíbrio ambiental.

A diversidade vegetal fornece um mosaico de micro-habitantes na cobertura verde, aumentando assim a biodiversidade relativa à flora e fauna (GEDGE; KADAS, 2005 *apud* LOPES, 2007).

Ao utilizar plantas nativas da região, onde o telhado verde está inserido, permite, com mais facilidade, que se restabeleça a presença de vida nativa (BALDESSAR, 2012).

Os insetos, pássaros e borboletas encontram nas áreas verdes alimento e habitat para manter sua espécie, bem como um meio para sustentar seus hábitos naturais. Os indivíduos contemplam esse contato mais próximo com a natureza, ao mesmo tempo em que obtêm qualidades essenciais nos espaços urbanos (GREEN INFRASTRUCTURE, 2005 *apud* LOPES, 2007).

2.4.2.3 Melhoria na qualidade do ar

O telhado verde possui a capacidade de filtrar partículas de poeira e fuligem do ar e substâncias nocivas ao ambiente e ao ser humano. Mantém deposição atmosférica e retarda a degradação do material do telhado, reduzindo as cargas poluentes no ar (BALDESSAR, 2012).

A vegetação, pelo mecanismo da fotossíntese, aprisiona o carbono filtrando o ar e liberando o oxigênio. Ela interage com os fluxos de ar, direcionando ventos, sendo que o fluxo dos ventos pode variar conforme a densidade do vegetal e o distanciamento que cumpre em relação às edificações vizinhas (ADAM, 2001 *apud* BALDESSAR, 2012).

Além disso, os telhados contribuem com o aumento da umidade relativa do ar nas áreas próximas, contribuindo com a purificação da atmosfera nos entorno da edificação.

2.4.2.4 Combate ao efeito estufa

Sabe-se que o principal gás do efeito estufa é o CO₂, e os maiores responsáveis pela emissão de CO₂ (aproximadamente 50% das emissões) são as edificações (ROAF, 2006 *apud* SAVI, 2012).

As plantas presentes na cobertura vegetal tem papel de extrema importância no combate ao efeito estufa, pois através dessas plantas é realizada a fotossíntese que purifica e filtra o ar, funcionando como um “pulmão”, seqüestrando o carbono da atmosfera e convertendo-o em oxigênio (CECCHIN, 2010).

A vegetação contribui para estabilizar o clima ao seu entorno, reduzindo a amplitude térmica, absorvendo energia e favorecendo a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico, que é essencial para a renovação do ar atmosférico (DIMOUDI & NIKOLOPOULOU, 2003 ; MARY *et al.*, 2008 *apud* JOBIM, 2013).

Em paralelo, ainda contribuem na redução do aquecimento global, pois absorvem as radiações solares que os telhados refletiriam, aquecendo o ar atmosférico.

2.4.2.5 Redução de escoamento superficial

Um dos maiores benefícios do telhado verde está relacionado ao seu papel na gestão das águas pluviais. Com a urbanização das cidades, há um índice muito alto de impermeabilização no solo devido às áreas construídas por prédios, casas, pavimentação, asfalto etc.

No sistema de coberturas verdes, parte da água precipitada é incorporada ao substrato, parte é evapotranspirada e o excesso esco para o sistema de drenagem municipal. Na cobertura tradicional, uma maior quantidade de água esco diretamente para as galerias pluviais, ocasionando assim, um grande fluxo no sistema e, conseqüentemente, inundações no ambiente urbano (Figura 25). Nesse sentido, as coberturas verdes ajudam a retardar o fluxo das águas pluviais e reduzem a frequência dos eventos de inundação, que é um problema de extrema relevância nas cidades (CUNHA, 2004 *apud* LOPES, 2007).

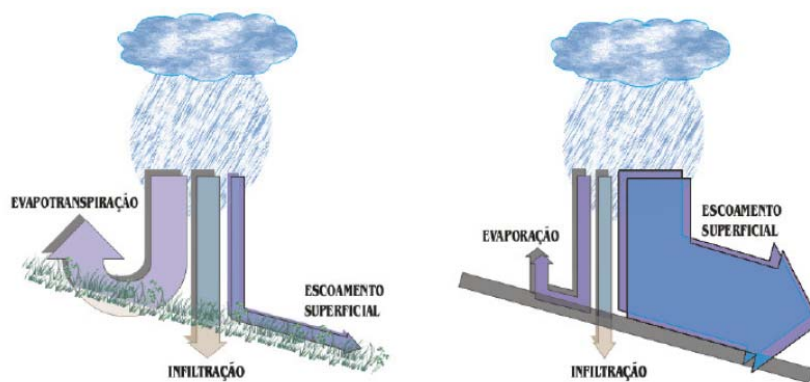


Figura 25 – Esquema de escoamento pluvial em uma cobertura verde e em um telhado convencional, respectivamente.

(Fonte: LOPES, 2007)

Segundo Piergili (2007) Pesquisas demonstraram que telhados verdes podem reter até 75% da água de uma chuva, liberando gradualmente essa água na atmosfera via condensação e transpiração, enquanto retém poluentes em seu solo (CECCHIN, 2010).

2.4.2.6 Reaproveitamento de água pluvial

O uso de cobertura vegetal pode estar relacionado ao reaproveitamento da água pluvial. Entretanto, nas cidades há poluição do ar proveniente da emissão de poluentes potencializados com a crescente industrialização. Assim, todas as toxinas e partículas de pó presentes no ar são levadas pela água da chuva, o que a torna poluída.

A vegetação dos telhados verdes promove a remoção do nitrogênio contido na água precipitada e neutraliza o efeito da chuva ácida e ainda reduz o impacto do dióxido de carbono (ROLA, 2008).

As águas pluviais recolhidas em cisternas a partir de telhados verdes e as águas em excesso que não estão retidas nas camadas do telhado verde apresentam redução de agentes poluidores pela ação das vegetações e substratos que funcionam como filtros. Esta água com melhor qualidade pode ser despejada diretamente no sistema de captação de águas pluviais e direcionada aos córregos e rios. Estes afluentes podem manter-se protegidos, pela qualidade da água recebida e, como o volume escoado será menor, não degrada as margens e nem transporta materiais indesejáveis, pois quanto maior a permeabilidade, menor o volume de poluição. Outro aspecto a ser

considerado é que a água da chuva recolhida pode ser utilizada para fins não-potáveis, reduzindo o consumo de água potável. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007) regulamenta o uso da água de chuva através da Norma NBR 15527, que fornece requisitos para o aproveitamento das águas de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis (utilização para irrigação de jardins, lavagem de pisos, uso em sanitários etc). O objetivo é instituir medidas que induzam a conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. A racionalização da água potável e a preservação e conservação dos recursos hídricos tornam-se muito importantes em face da escassez de água iminente (BALDESSAR, 2012).

2.4.2.7 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 m² de jardim, se tornou um dos primeiros a ter um telhado verde. A economia em seu restaurante é cerca de US\$ 30.000 (Trinta mil dólares) e tem mais de sessenta variedades de ervas, legumes, 18 frutas e flores comestíveis bem como mais de dez espécies diferentes de aves no local (KLINKENBORG, 2009 *apud* SILVA, 2011).

Em São Paulo, na cobertura do Shopping Eldorado, Figura 26, há uma horta de mil metros quadrados bem diversificada: legumes e verduras como berinjela, cebola, pimentões, alfaces, tomates e abobrinha, plantas como lavanda e ainda ervas terapêuticas como capim-cidreira, hortelã, erva doce, carquejo, malva e sálvia.



Figura 26 – Horta orgânica na cobertura do Shopping Eldorado, em São Paulo.
(Fonte: <http://www.shoppingeldorado.com.br> (à esq.) e <http://vejasp.abril.com.br> (à dir.), acesso em fevereiro de 2015)

Segundo o site do Shopping Eldorado (2014):

“Desde 2012, há o investimento em um projeto de compostagem com o objetivo de dar destino ecologicamente correto a cerca de 400 quilos de lixo orgânico gerados diariamente em suas praças de alimentação. Os lixos reciclável e orgânico são separados e seguem para unidades de tratamento específicas.

As sobras de alimentos recebem enzimas que aceleram o processo de compostagem, retiram o odor desagradável e são transformadas em adubo usado em uma horta no telhado do Shopping. No local são produzidos legumes e verduras livres de agrotóxicos e destinados aos próprios colaboradores do Shopping Eldorado. Desta forma, o projeto trabalha com o tripé da sustentabilidade: ambiental, econômico e social.

O projeto tem reduzido significativamente a quantidade de lixo enviada ao aterro sanitário, além de reduzir a emissão de carbono na atmosfera gerada pelo transporte do material.

A horta, construída na parte superior do Shopping Eldorado, também pretende deixar a temperatura interna do local mais amena, reduzindo assim o desperdício de água utilizada nos equipamentos de refrigeração de ar.”

2.4.3 Vantagens Sociais

No contexto social, os benefícios dos telhados verdes estão relacionados aos itens abaixo:

2.4.3.1 Aumento de áreas de lazer

Segundo Cantor (2008), o telhado verde atua como uma recuperação, que seja parcial e não como um espaço natural, de uma área perdida com a locação das edificações. Esta área pode ser revertida às propriedades, públicas ou privadas, oferecendo uma alternativa de recreação passiva (BALDESSAR, 2012).

As áreas que antes eram esquecidas ou subaproveitadas, com o telhado verde passam a ter outra função na construção. Os jardins contribuem para o aumento de áreas de lazer e de convívio social, trazendo mais harmonia, tranquilidade e bem estar para os moradores e ocupantes da edificação.

2.4.3.2 Contribuição estética

Os jardins da cobertura vegetal melhoram o aspecto visual da edificação através de paisagismo com cultivo de plantas ornamentais, frutíferas ou temperos, conferindo conforto visual às pessoas, agregando valor ao imóvel e destacando-o dos demais.

As coberturas verdes têm o potencial de mudar o ambiente urbano, onde o papel da natureza, nesse contexto, é inspirar comportamentos com premissas sustentáveis e ações em direção às interações homem-natureza (ROSENZWEIG; GAFFI; PARSHALL. 2006 apud LOPES, 2007).

É notável o efeito que produz uma cobertura com plantas em sua superfície, se comparada a um telhado convencional. A beleza natural da vegetação traz bem estar ao espírito humano. Trata-se de uma percepção subjetiva, que permite sua contemplação, além de trocas de plantas e de experiências entre os moradores (MINKE, 2003 apud LOPES, 2007).

2.4.3.3 Fins terapêuticos

Os efeitos psicológicos são uma qualidade intrínseca das coberturas verdes, já que a beleza natural influencia diretamente no estado de ânimo e espiritual humano positivamente, assim como no relaxamento das pessoas. A integração com a paisagem faz com que a edificação se ajuste mais facilmente ao seu entorno (SATTLER, 2002 *apud* GATTO, 2012).

A profusão com ervas silvestres como tomilhos, lavandas e cravos pode proporcionar a difusão de aromas agradáveis pelo ar, aumentando o bem estar e saúde das pessoas próximas à cobertura, funcionando como incensos naturais, por exemplo (MINKE, 2004; IGRA, 2012 *apud* GATTO, 2012).

Além da possibilidade de cultivar plantas medicinais, as coberturas verdes podem funcionar como jardins terapêuticos. A simples visão de uma área verde pode ter benefícios para a saúde humana, refletidos de forma positiva sobre os gastos públicos. Alguns estudos já demonstraram que a recuperação dos traumas pós-operatórios em pacientes é mais rápida quando se tem vista para uma paisagem natural (WILSON, 2002 *apud* CECCHIN, 2010).

A visão do verde previne estados depressivos e aumenta o rendimento em qualquer atividade. Um gramado ou uma pradaria de ervas silvestres balançando ao vento e os movimentos ondulares que são percebidos oticamente tranquilizam pessoas estressadas e estimulam as cansadas, além de encorajar os que o observam (MINKE, 2004 *apud* GATTO, 2012).

As áreas ajardinadas propiciam lugares acolhedores, onde as pessoas conseguem se esquecer das atribuições do dia-a-dia, contemplando o crescimento e a continuidade. Conforme pesquisa do Laboratório de Paisagem e Saúde Humana, da Universidade de Illinois (EUA), sobre a relação do bem estar social e psicológico que as áreas verdes propiciam, concluiu-se que indivíduos que possuem espaços verdes próximos às suas residências têm um espírito comunitário mais acentuado, suportam melhor o estresse e as dificuldades do cotidiano. Quanto mais verde o lugar, menor o índice de crimes contra a pessoa e a propriedade, e também menos lixo e pichações. Há indícios, também, que as áreas verdes têm efeito restaurador sobre a atenção voluntária dos indivíduos, que está relacionada com o tipo de concentração intensa, necessária para trabalhar ou estudar. Ela determina a qualidade do raciocínio e o modo de lidar com situações difíceis. O contato com a natureza permite contemplação

e trocas subjetivas com os estímulos sensitivos do meio (ACKERMAN, 2006 *apud* LOPES, 2007).

O efeito terapêutico é conhecido e considerado e inclui a redução do estresse e da pressão arterial, alívio em tensões musculares e aumento dos sentimentos positivos com maior integração da natureza ao redor. O benefício de ter vegetação claramente visível, mesmo que inacessível foi constatado por pesquisas realizadas em hospitais, com a simples vista da natureza das janelas dos quartos dos pacientes (HENEINE, 2008 *apud* GATTO, 2012).

Na pesquisa de Ulrich (1984), o autor, ao longo dos anos, recolheu uma grande quantidade de dados para garantir que os pacientes que tinham acesso à natureza recuperaram a saúde mais rápido do que os outros que não tinham. Esse estudo foi realizado em um hospital na Pensilvânia, entre 1972 e 1981 e os resultados demonstraram que a aceleração no restabelecimento pós-cirúrgico, cura de infecções e outras patologias estavam associadas ao contato com a natureza. Para um grupo de pacientes que foram submetidos a cirurgias e que apresentavam o mesmo quadro clínico, aqueles que permaneceram em quartos que possibilitavam a visão da natureza através da janela do hospital, em geral, tiveram menor tempo de internação pós-operatório, receberam menos comentários negativos na avaliação das enfermeiras e necessitaram de menor quantidade de analgésicos. Já os pacientes que estavam em quartos com janelas com vista para uma parede de tijolos de um prédio vizinho, não houve esse mesmo progresso, o que indica que com a vista da natureza há a possibilidade de melhor recuperação de estresse e ansiedade.

Dessa forma, foi demonstrado que o contato com a natureza, ainda que a uma determinada distância, diminui a quantidade de medicamentos tomados durante um tratamento, além de reduzir o tempo de recuperação do paciente e de diminuir a complexidade de problemas como a ansiedade e a depressão, muitas vezes ocasionadas por tratamentos agressivos como a quimioterapia.

O simples fato de os pacientes poderem contemplar um jardim, mesmo que não se encontrem em condições de irem até lá, possui um efeito terapêutico na medida em que atrai a atenção involuntária, auxiliando, portanto na recuperação da fadiga mental, segundo o Attention Restoration Theory (KAPLAN & KAPLAN, 1989), o que justifica nomear esses espaços de jardins terapêuticos (DOBBERT, 2010).

Na pesquisa de Marcus (2000), que investigou a ideia do desenho paisagístico como vetor de cura e terapia, a autora afirma que oportunidades de fazer escolhas, buscar

privacidade e experimentar um pouco de controle sobre as próprias ações é um dos requisitos principais em jardins terapêuticos, por isso é importante que haja uma variedade de caminhos, lugares com privacidade e ser de fácil acesso. Além disso, os jardins são locais excelentes para reuniões e encontros com outros membros da equipe médica, familiares ou outros pacientes, estimulando-se atividades físicas leves, melhorando a saúde cardiovascular e reduzindo estresse e depressão, e ainda viabilizam o contato com a natureza. Entretanto, constatou-se também que nem todos os jardins são igualmente eficazes. De acordo com a autora, foram identificados diferentes padrões na utilização de jardins com fins terapêuticos, entre eles, o de que usavam para relaxamento e recuperação de fadiga mental e emocional com a preferência de locais com fontes, água, árvores, plantas floridas e vegetação viçosa.

Para que estes jardins se tornem espaços terapêuticos, é necessário considerar algumas ideias como: ocupar a maior parte do espaço com o verde; não utilizar esculturas ou desenhos que fujam da realidade, pois podem perturbar pessoas preocupadas ou doentes; respeitar algumas características como o emprego de pisos antiderrapantes e ruas largas com espaço para caminhar; além de disponibilidade de locais para descanso ou meditação; e, se possível, uma fonte ou área de água corrente. Outro ponto importante é a escolha das plantas. Geralmente uma mistura de plantas medicinais, aromáticas e ornamentais, que atraem pássaros e borboletas, plantas como a cheirosa lavanda, as medicinais equinácea e erva-cidreira, e os cactos ornamentais. Estes, combinados com o canto dos pássaros e o barulho da água corrente, despertam a visão, a audição e o olfato, provocando o que os especialistas chamam de “distração positiva”. A proposta é de representar um ambiente que toque todos os sentidos, uma vez que a saúde física e mental é influenciada por aspectos do ambiente físico, como sua luz natural, espaço ou som (RODRIGUES, 2009).

De acordo com Rodrigues (2009), Naomi Sachs, da Landscapes Therapeutic, quando uma pessoa olha para uma cena agradável, os sentidos são envolvidos positivamente, provocando a liberação de endorfinas, substâncias que promovem bem-estar. Um trabalho feito no San Diego Children's Hospital, nos EUA, mostrou que o jardim da instituição ajudou a diminuir o tempo de internação das crianças e melhorou a relação entre os pais, os pacientes e os funcionários. Em outro, realizado com portadores de dor, os cientistas verificaram que a distração obtida enquanto eles ficavam em um desses espaços causou relaxamento e reduziu sintomas. Também há exemplos em relação ao mal de Alzheimer. Uma pesquisa feita em 24 hospitais públicos e privados

da Califórnia (EUA) revelou que os pacientes com melhor qualidade de vida eram os internados em instituições que dispunham de jardins desse tipo (RODRIGUES, 2009).

A importância da relação interior/externo no ambiente hospitalar, já comprovada por diversos outros estudos científicos, confirmou-se pelos benefícios não só aos pacientes por acelerar sua recuperação, mas também aos funcionários por trabalharem em locais mais agradáveis e com menores níveis de estresse (DOBBERT, 2010).

A combinação equilibrada de terapias farmacológicas, comportamentais e ambientais é eficaz para melhorar a saúde dos doentes e idosos. A implantação de espaços verdes em hospitais humaniza um ambiente geralmente associado à frieza, esterilidade, e até mesmo hostilidade em relação aos pacientes.

Diante disso, vários hospitais nos EUA vêm dedicando um grande cuidado em seus jardins como parte do tratamento dos doentes. Espaços cheios de plantas e flores estão invadindo os centros de saúde e precisam de atenção. Um exemplo pode ser observado na Figura 27, do hospital infantil do Legacy Emanuel Medical Center, da cidade de Portland, onde as plantas são de espécies resistentes a pragas, o que evita o uso de pesticidas para a manutenção do jardim.



Figura 27 - Legacy Emanuel Medical Center, Portland, Oregon, Estados Unidos.

(Fonte: <http://www.healinglandscapes.org>, acesso em janeiro de 2015)

A seguir, alguns exemplos de hospitais que já possuem os jardins terapêuticos, como Rusk Institute, em Nova Iorque, Texas Medical Center, no Texas, Friends Hospital na Filadélfia, Legacy Good Samaritan Hospital, em Portland (Figura 28), Kay's Garden, em Santa Fé (Figura 29) e Children's Hospital, na Irlanda (Figura 30).



Figura 28 – Legacy Good Samaritan Hospital, Portland, Oregon.
(Fonte: DOBBERT, 2010)



Figura 29 – Kay's Garden, Santa Fé, Novo México.
(Fonte: DOBBERT, 2010)



Figura 30 – Children's Hospital, Irlanda.
(Fonte: DOBBERT, 2010)

No Brasil, o Hospital Santa Catarina (Figura 31), em São Paulo, é um dos poucos que já possuem jardim terapêutico. É lá que muitos encontram paz e conforto que lhes dão maior motivação para se recuperarem, apenas contemplando o belo ao lado de uma frenética Avenida Paulista.



Figura 31 – Hospital Santa Catarina, São Paulo.
(Fonte: DOBBERT, 2010)

O tema ainda é pouco difundido no país, mas a proposta de construção de jardins terapêuticos começa a interessar os principais centros de saúde. Segundo Rodrigues (2009), o Hospital Sírio-Libanês, em São Paulo, por exemplo, incluiu em seu projeto de reestruturação a criação de uma área de convivência com plantas e espaço para integração entre pacientes e familiares.

2.5 Desvantagens da Natureação

As desvantagens da naturezaação estão relacionadas basicamente a custos de implantação, manutenção do sistema, sobrecarga estrutural e escolha de plantas, que dependem da classificação do sistema de telhado verde, resumidas no Quadro D e ainda problemas decorrentes de instalação errônea, como infiltração de água e umidade dentro do edifício.

Quadro D - Desvantagens da natureza por tipo de sistema

DESVANTAGENS DA NATUREZA		
Sistema Intensivo ¹	Sistema Semi-Intensivo ¹	Sistema Extensivo ¹
Alta sobrecarga na estrutura ^{2,5}	Média sobrecarga na estrutura ^{2,5}	Não são projetados para uso intenso de público ²
Requer reforço estrutural, o que encarece a obra ³		Os materiais leves que compõem o sistema, quando não fabricados no país, tem na maioria seus custos elevados ³
Requer manutenção intensa ² , aumentando consideravelmente os custos ⁵		O plantio deve ser feito em período de clima ameno
Requer irrigação intensa ³ ao longo de todo o seu ciclo de vida		Requer irrigação diária pelos três primeiros meses para garantir a consolidação das mudas ³ . Após esse período a irrigação fica por conta da pluviometria local
Necessidade de fertilização intensa o que compromete a água residual que carrega excessos de NPK, considerado poluente ds águas pluviais		
Os sistemas de natureza tradicionais usados mais intensamente na década de 60 (mas ainda em uso, apesar de raramente) eram aplicados apenas em novas construções, as quais possuíam projeto de reforço estrutural, o que excluía a parte já consolidada da cidade		
Biodiversidade indesejada ⁵ . Dependendo do tipo de vegetação adotada, o telhado se torna um "lar" para a proliferação de insetos indesejáveis		
Possível alteração da aparência da vegetação com a mudança das estações do ano		
Necessidade de um estudo a priori dos aspectos bioclimáticos locais para a adequada seleção do sistema mais apropriado a ser aplicado, bem como a precisa triagem dos seus materiais constituintes e plantas autóctones. Este tempo para estudo prévio pode elevar os custos iniciais, mas se faz premente, pois aumenta as chances de longevidade da natureza. Por se tratar de um sistema vivo, quanto mais grande for a natureza instalada, maior é a garantia de durabilidade de sua estrutura de suporte		
Adaptação de telhados já existentes, que não são formados por lajes, para receber o sistema		
Alto custo inicial, que pode ser recuperado em até 3 anos ⁶		
Notas:		
¹ A subdivisão dos sistemas "Intensivo, Semi-Intensivo e Extensivo" está detalhada na tabela 2		
² ROLA, 2008 <i>apud</i> SHOZ-BARTH, 2001		
³ ROLA, 2008 <i>apud</i> BEATTIE & BERGHAGE, 2001		
⁴ ROLA, 2008 <i>apud</i> KÖHLER & SHMIDT, 2003c		
⁵ ROLA, 2008 <i>apud</i> MCMILIN, 2005b		
⁶ ROLA, 2008 <i>apud</i> USGBC, 2007		

(Fonte: ROLA, 2008 *apud* GARRIDO, 2012)

Capítulo 3. Proposta de Naturalização

3.1 Apresentação

Nesta proposta de aplicação, foi escolhido o Hospital Federal dos Servidores do Estado, localizado no bairro da Saúde, na cidade do Rio de Janeiro, conforme indicado na Figura 32. O hospital foi construído em 1934, sob a denominação de Hospital dos Funcionários Públicos e em 1938 passou a ter a denominação que tem até hoje: Hospital Federal dos Servidores Públicos. As inovações técnicas e administrativas que o caracterizaram levaram o HFSE a ser reconhecido como o mais avançado hospital público da América Latina por autoridades nacionais e estrangeiras, que lhe conferiram a Classe A no Sistema Internacional de Classificação de Hospitais.



Figura 32 - Localização do HFSE, Saúde, Rio de Janeiro, RJ.

(Fonte: <https://www.google.com.br/maps>, acesso em janeiro de 2015)

Hoje, o HFSE conta com 450 leitos em funcionamento, sendo 73 leitos infantis (43 leitos pediátricos e 30 leitos neonatais), 377 leitos adultos, sendo 21 destes, em unidades fechadas. O hospital possui 248 salas de ambulatório, 20 salas de cirurgias de média e grande complexidade, 5 salas de cirurgia geral ambulatorial e 4 salas de cirurgia oftalmológica ambulatorial.

O hospital está numa área degradada da cidade, perto da Zona Portuária, onde há a predominância de prédios e casas antigas e galpões abandonados em seu entorno, como visto na Figura 32.

Diante disso, a ideia exposta nesse trabalho é a de se construir um jardim terapêutico em um dos telhados mais baixos do hospital, oferecendo uma paisagem bonita e relaxante aos pacientes dos quartos que tem vista para o futuro jardim, conforme indicado nas Figuras 33 e 34.

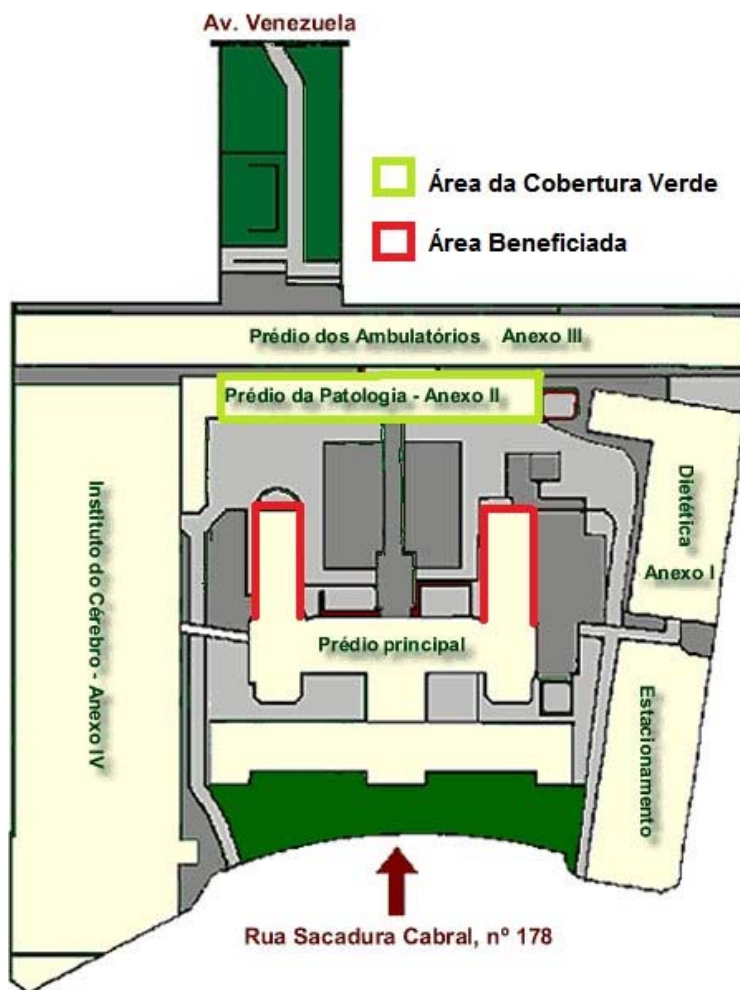


Figura 33 - Representação do HFSE com indicação da área de cobertura verde e das áreas beneficiadas.

(Fonte: <http://www.hse.rj.saude.gov.br>, acesso em janeiro de 2015)



Figura 34 - Indicação da área de cobertura verde e das áreas beneficiadas.
(Fonte: <https://www.google.com.br/maps>, acesso em janeiro de 2015)

As áreas beneficiadas referem-se às alas da direita e da esquerda do prédio principal, onde funcionam enfermarias com leitos de pacientes do 3º ao 9º pavimento, conforme podem ser vistos em perspectiva na Figura 35.



Figura 35 - Perspectiva do HFSE com frente para Av. Venezuela.
(Fonte: <https://www.google.com.br/maps>, acesso em janeiro de 2015)

Foram utilizados como referência, projetos idealizados e projetos já realizados em hospitais em cidades de diferentes regiões.

3.2 Método Construtivo

3.2.1 Sistema Adotado

Para este estudo foi escolhida a cobertura extensiva, pois as coberturas extensivas necessitam de pouca ou nenhuma manutenção, geralmente com substrato de espessura de 10 cm e uso de plantas de baixa manutenção, que não requerem tanta necessidade de rega.

No caso da proposta de aplicação, a cobertura vegetal atuará como jardim terapêutico, sendo não permitida a transição de pessoas em sua área, apenas de uso visual, propiciando uma paisagem mais bonita e relaxante para o entorno do HFSE.

Para a instalação da cobertura extensiva, foi adotado o sistema completo, que é composto por camadas que lhe garantem sustentação, impermeabilização e eficiência no seu funcionamento.

3.2.2 Aspectos Construtivos da Execução

As etapas para execução deste telhado verde estão relacionadas às camadas da estrutura, explicadas anteriormente e resumidas no Quadro E a seguir.

Quadro E – Etapas para execução do telhado verde

ETAPA	DESCRIÇÃO
1ª	CAMADA DE SUPORTE DE CARGA
2ª	CAMADA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
3ª	CAMADA DE DRENAGEM
4ª	CAMADA FILTRANTE
5ª	CAMADA DE SUBSTRATO
6ª	CAMADA DE VEGETAÇÃO
7ª	FINALIZAÇÃO

(Fonte: Elaborado pela autora)

3.3 Benefícios

A implantação de cobertura vegetal na proposta de aplicação do HFSE traz diversos benefícios de ordens econômica, ambiental e social, resumidos no Quadro F a seguir.

Quadro F – Benefícios da cobertura vegetal no HFSE

ETAPA	DESCRIÇÃO
Econômica	Valorização do imóvel
	Certificações sustentáveis
	Maior vida útil ao telhado
	Isolamento térmico e acústico
	Redução de gastos com climatização
Ambiental	Aumento de áreas verdes
	Melhoria na qualidade do ar
	Minimização dos efeitos de ilhas de calor
	Combate ao efeito estufa
	Redução de escoamento superficial
Social	Contribuição estética
	Jardins terapêuticos
	Melhoria da qualidade de vida

(Fonte: Elaborado pela autora)

3.4 Análise de Viabilidade Econômica

De acordo com a planta do telhado (Figura 36), a área para instalação corresponde a 532 m².

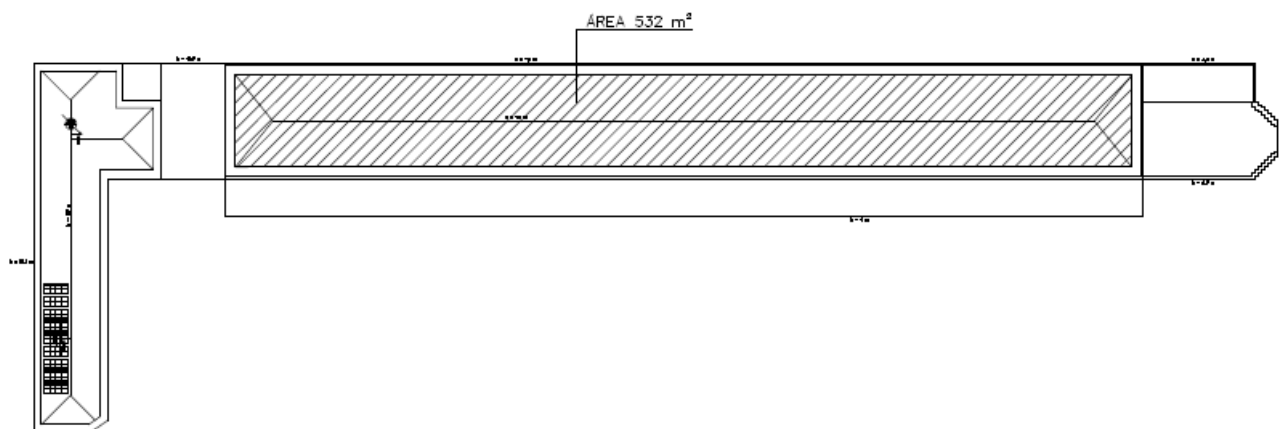


Figura 36 – Área do telhado para proposta de maturação.

(Fonte: HFSE, 2015)

Para o estudo de viabilidade, foi feito um levantamento de custos dos materiais utilizados para o telhado verde conforme Tabela 1a e 1b a seguir.

Tabela 1a – Tabela de custos de material do HFSE

TABELA DE CUSTOS DE MATERIAL		
CAMADA IMPERMEABILIZANTE		
Geomembrana PEAD		 <p>Fonte: www.mfrural.com.br</p>
Preço/m ²	R\$ 13,90	
Quantidade (m ²)	532,00	
Total	R\$ 7.394,80	
Manta Geotêxtil Bidim		 <p>Fonte: Mercado Livre</p>
Preço/m ²	R\$ 3,99	
Quantidade (m ²)	532,00	
Total	R\$ 2.122,68	
CAMADA DE DRENAGEM		
Argila Expandida Tipo 3222		 <p>Fonte: Mercado Livre</p>
Preço/saco (50 l)	R\$ 27,00	
Quantidade (sacos)	1064	
Total	R\$ 28.728,00	
CAMADA FILTRANTE		
Manta Geotêxtil Bidim		 <p>Fonte: Mercado Livre</p>
Preço/m ²	R\$ 3,99	
Quantidade (m ²)	532,00	
Total	R\$ 2.122,68	

(Fonte: Elaborado pela autora)

Tabela 1b – Tabela de custos de material do HFSE

CAMADA DE SUBSTRATO		
Substrato		 <p>Fonte: Studio Cidade Jardim</p>
Preço/saco (40 l)	R\$ 22,67	
Quantidade (sacos)	1330	
Total	R\$ 30.151,10	
CAMADA DE VEGETAÇÃO		
Gramma Esmeralda		 <p>Fonte: Harmonia Paisagismo</p>
Preço/m ²	R\$ 10,00	
Quantidade (m ²)	532,00	
Total	R\$ 5.320,00	
TOTAL		R\$ 75.839,26
PREÇO/M²		R\$ 142,56

(Fonte: Elaborado pela autora)

De acordo com a empresa Ecotelhado, existem sistemas a partir de R\$80,00 o metro quadrado até R\$250,00. O preço do sistema estudado varia entre R\$100,00 a R\$150,00 o metro quadrado. A diferença de preços se deve basicamente à quantidade de materiais envolvidos, à complexidade de instalação e à escassez de mão-de-obra especializada. No entanto, a longo prazo esse custo pode ser compensado devido à economia de energia e a extensão da vida útil de uma cobertura com telhado verde em relação à convencional.

A partir dos dados expostos anteriormente, é possível concluir que o orçamento do telhado verde está dentro da estimativa de custos.

Esta análise de viabilidade trata apenas do levantamento de materiais referentes a cada camada de naturezação. Há ainda a necessidade de um projeto estrutural para a construção do telhado verde devido à sobrecarga do sistema e aos custos referentes à implantação.

Capítulo 4. Considerações Finais

O cenário atual de problemas urbanos, áreas de degradação e recursos naturais que se esgotam cada vez mais, é reflexo da ação desordenada do homem na natureza. Portanto, a questão da sustentabilidade se tornou o principal desafio para o desenvolvimento social. Assim como em muitos setores da sociedade, o setor da construção civil, atualmente, também agrega práticas sustentáveis aos seus projetos para minimizar os danos ao meio ambiente, atendendo aos princípios básicos da construção sustentável, indicando e aplicando a esses projetos ações que potencializem a recuperação e o equilíbrio do meio ambiente nos grandes centros urbanos.

A técnica dos telhados verdes é uma alternativa ecológica e sustentável aos meios urbanos que vem crescendo bastante no setor da construção, pois minimiza os impactos ambientais e contribui para que as cidades se tornem ambientes habitáveis, recuperando espaços, além de trazer diversos outros benefícios de ordens ambiental, econômico, social, estético e psicológico. Conforme o que foi exposto neste trabalho, destacam-se alguns benefícios como retenção e aproveitamento das águas pluviais para a redução das enchentes e economia de água, isolamento térmico e acústico, para a eficiência energética e qualidade de vida, juntamente com a melhoria da qualidade do ar.

Neste estudo foi evidenciada outra abordagem das coberturas verdes como o seu uso como jardins terapêuticos em unidades hospitalares. De acordo com as pesquisas que fundamentaram o presente trabalho, pessoas que estejam em quadro de estresse, ou pacientes, quando em contato com a natureza, reagem melhor ao tratamento devido à sensação de bem-estar e tranquilidade que os jardins proporcionam. A vegetação apresenta-se como uma excelente ferramenta para a melhoria das condições climáticas e aumento do conforto humano em hospitais. Esses resultados indicam a importância de áreas verdes em hospitais e revelam como a interação com a natureza é benéfica ao ser humano.

Na proposta de aplicação estudada, foi possível verificar a viabilidade econômica do projeto e concluiu-se que o valor do orçamento está dentro dos parâmetros. Apesar de ser um valor alto à priori, é um investimento em longo prazo que traz benefícios não só econômicos, mas sociais e ambientais. Para a viabilidade técnica, é necessário realizar um estudo com projeto estrutural definido. Este estudo contribui para

realização de trabalhos futuros relativos aos benefícios adquiridos após a instalação dos telhados verdes, como pesquisas voltadas às melhorias de pacientes e funcionários do hospital advindas dos jardins terapêuticos.

Visto isso, esse trabalho se mostra como um esforço inicial que visa estimular a adoção dessas práticas socioambientais, bem como busca unir essas ideias às características terapêuticas de jardins em ambientes hospitalares, abrindo espaço para uma maior disseminação do tema no Brasil.

Capítulo 5. Referências

AMBIENTALISTAS EM REDE, 2012. **O telhado verde de Le Corbusier**. Disponível em <http://ambientalistasemrede.org/o-telhado-verde-de-le-corbusier>. Acesso em 31/01/2015.

BALDESSAR, S.M.N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. 124f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CATUZZO, H. **Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo**. 2013. 206f. Dissertação (Doutorado) – Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CECCHIN, M. **Os telhados verdes como alternativa ao meio urbano**. Porto Alegre, 2010. Disponível em <http://www.easfdb.com/#!produto-acadmica/c5qt>. Acesso em 20/09/2014.

CHAYAMITI, I. **Teto de shopping tem horta de 1000 metros quadrados**. 2013. Veja São Paulo. Disponível em <http://vejasp.abril.com.br/materia/telhado-shopping-horta/>. Acesso em 11/02/2015.

CINEXPAN, 2015. **Argila expandida**. Disponível em <http://www.cinexpan.com.br/argila-expandida/argila-expandida-3222-cinexpan.html>; <http://www.cinexpan.com.br/argila-expandida/telhado-verde.html>. Acesso em 20/02/2015.

CORSINI, R. **Telhado verde**. 2011. Editora Pini Ltda, Ed. 16. Disponível em <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>. Acesso em 31/01/2015.

D'ELIA, Renata. **Telhados verdes**. 2009. Editora Pini Ltda, ed. 148. Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/148/artigo287671-1.aspx>. Acesso em 31/01/2015.

DIAS, V. **Telhado verde reduz temperatura e aumenta umidade**. 2013. Agência USP de Notícias. Disponível em <http://www.usp.br/agen/?p=162345>. Acesso em 10/02/2015.

DOBBERT, L.Y. **Áreas verdes hospitalares – percepção e conforto**. 2010. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ECODHOME ARQUITETURA E CONSULTORIA, 2014. **Passo-a-passo para fazer um telhado verde**. Disponível em <http://www.ecodhome.com.br/blog/777/>. Acesso em 20/02/2015.

ECOTELHADO, 2014. **O Parque que é o maior telhado verde do mundo**. Disponível em <http://ecotelhado.com/o-parque-que-e-o-maior-telhado-verde-do-mundo/>. Acesso em 23/02/2015. **Sistema modular alveolar grelhado**. Disponível em <http://ecotelhado.com/portfolio/ecotelhado/sistema-modular-alveolar-grelhado/>; **Sistema laminar alto**. Disponível em <http://ecotelhado.com/portfolio/ecotelhado/sistema-laminar-alto/>. Acesso em 26/02/2015.

FELIX, E. **O conforto ambiental que vem de cima**. 2013. Instituto Cidade Jardim. Disponível em <https://institutocidadejardim.wordpress.com/2014/01/20/telhados-verdes-avancam-mas-programas-de-incentivo-precisam-evoluir/>. Acesso em 31/01/2015.

GARRIDO NETO, P. de S. **Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: Elaboração de dois projetos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil**. 2012. 168f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GATTO, C. M. **Coberturas verdes: a importância da estrutura e da impermeabilização utilizadas**. 2012. 161f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

GOBBO, L. **Telhado verde: legislação ambiental e incentivos fiscais**. 2014. Ecco Building. Disponível em <https://eccobuilding.wordpress.com/2014/10/17/telhado-verde-legislacao-ambiental-e-incentivos-fiscais/>. Acesso em 10/02/2015.

GOOGLE MAPS, 2015. Disponível em <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em 14/01/2015.

GRAMAS PARAÍSO, 2015. **Grama esmeralda**. Disponível em <http://www.gramasparaiso.net/grama-esmeralda.html>. Acesso em 20/02/2015.

HARMONIA PAISAGISMO, 2015. **Grama esmeralda**. Disponível em http://www.harmoniapaissagismo.com.br/product_info.php?cPath=16&products_id=59. Acesso em 20/02/2015.

HISTÓRIA JK, 2012. **Mesopotâmia**. Disponível em <http://historiacolegiojk.blogspot.com.br/2012/03/mesopotamia.html>. Acesso em 31/01/2015.

HOSPITAL DOS SERVIDORES DO ESTADO, 2015. Disponível em <http://www.hse.rj.saude.gov.br>. Acesso em 14/01/2015.

INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION, 2015. **Green Roof Types**. Disponível em http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em 14/01/2015. **Green Roofs Worldwide: Germany**. Disponível em http://www.igra-world.com/green_roofs_worldwide/article/37_Green_Roof_Rosswag-Germany.pdf. Acesso em 20/02/2015.

JOBIM, L. A. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial**. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; PAIVA, V. L. de A; TAVARES, S. **Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics**. Environmental Management and Health, Vol. 13, Edição 4, p. 382-391, 2002.

LISBOA, S. **Passo-a-passo para fazer um telhado verde**. 2014. Ecodhome Arquitetura e Consultoria. Disponível em <http://www.ecodhome.com.br/blog/777/>. Acessado em 20/02/2015.

LOPES, D.A.R. **Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura**. 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

MARCUS, C. C. Gardens and health. **World Health Design**, 2000.

MFRURAL, 2015. **Geomembrana PEAD Lisa**. Disponível em <http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe/geomembrana-pead-lisa-0-8mm-soldada.-152828.aspx>. Acesso em 20/02/2015.

MERCADO LIVRE, 2015. **Manta de bidim geotêxtil**. Disponível em http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-627779176-manta-de-bidim-geotextil-10-mts-quadrados-drenagem-proteco-_JM; **Argila expandida**. Disponível em http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-625542686-argila-expandida-paisagismo-e-construco-rj-_JM. Acesso em 20/02/2015.

OS NAVEGADORES, 2013. Disponível em <http://28navegadores.blogspot.com.br/>. Acesso em 27/01/2015.

PINTO, L. H.; PINHEIRO, S.A. **Orientações básicas para drenagem urbana**. Publicação da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais. Belo Horizonte, FEAM: 2006.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Decreto nº 35.745 de 06 de junho de 2012. **Qualificação Qualiverde**. Disponível em http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/42362Dec%2035745_2012.pdf. Acesso em 10/02/2015.

ROLA, S.M. **A natureza como ferramenta para a sustentabilidade de cidades: Estudo da capacidade do sistema de natureza em filtrar a água de chuva**. 2008. 222f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SAVI, A.C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. 2012. 125f. Monografia (Especialista em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

SHOPPING ELDORADO, 2014. **Projeto de compostagem do Shopping Eldorado – Telhado verde**. Disponível em <http://www.shoppingeldorado.com.br/card/telhado-verde>. Acesso em 11/02/2015.

SILVA, N.C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. 2011. 60f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

STUDIO CIDADE JARDIM, 2015. **Composto orgânico ensacado**. Disponível em <http://www.studiocidadejardim.com.br/#!/Composto-orgânico-ensacado/c8id/hvtfpypk1>.

Acesso em 20/02/2015. **Schlumberger - Ilha do Fundão**. Disponível em <http://www.studiocidadejardim.com.br/#!/Schlumberger-Ilha-do-Fundão-Rio-de-Janeiro/cv53/hvitwtuo1757>. Acesso em 23/02/2015.

THERAPEUTIC LANDSCAPES NETWORK, 2015. Disponível em <http://www.healinglandscapes.org>. Acesso em 14/01/2015.

TORONTO, 2015. **Green roofs**. Disponível em <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vgnextoid=3a7a036318061410VgnVCM10000071d60f89RCRD#blanket>. Acesso em 23/02/2015.

ULRICH, R.S. **View through a window may influence recovery from surgery**. Science, Vol. 224, p. 420-421, 1984.

UNFPA BRASIL, 2015. Disponível em <http://www.unfpa.org.br/novo/index.php/populacao>. Acesso em 27/01/2015.

VICENTINO, C. **História geral: Ensino médio**. Volume único. São Paulo: Scipione, 2000. 495 p.

YEANG, K. **Proyectar com la Natureza**. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1999.

WILLES, J. A. **Tecnologia em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema**. 2014. 69f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba.

WORLD OF NEW 7 WONDERS, 2015. **Jardins Suspensos da Babilônia**. Disponível em <http://world.new7wonders.com/pt/ancient-wonders/hanging-gardens-of-babylon>. Acesso em 31/01/2015.