

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Miguel Godinho Verran
Número da matrícula (00106585)**

Ecotelhados: alternativas de uso da vegetação no ambiente urbano

PORTO ALEGRE, Setembro de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Ecotelhados: alternativas de uso da vegetação no ambiente urbano

Miguel Godinho Verran
Número da matrícula (00106585)

Supervisor de campo do Estágio: Eng^o. Agr^o. João Manuel Linck Feijó

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof^a. Beatriz Fedrizzi

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profa. Renata Pereira da Cruz (Departamento de Plantas de Lavoura) (Coodenadora)

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi (Departamento de Horticultura e Silvicultura)

Prof. Carlos Ricardo Trein (Departamento de Solos)

Prof. Fábio Kessler Dal Soglio (Departamento de Fitossanidade)

Profa. Lúcia Brandão Franke (Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)

Profa. Mari Lourdes Bernardi (Departamento de Zootecnia)

PORTO ALEGRE, Setembro de 2015.

RESUMO

O estágio curricular obrigatório do curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foi realizado na empresa Ecotelhado Soluções em Infraestrutura Verde Ltda, a qual se situa no bairro Nonoai na zona sul de Porto Alegre –RS. A Ecotelhado desenvolve produtos que contribuem para a sustentabilidade, voltados para a redução dos impactos da presença de edificações no ambiente urbano, pelo uso da vegetação. A empresa possui sede em Porto Alegre e representantes nas principais capitais brasileiras. Atende a demanda por telhados e paredes verdes em diversos estados do Brasil, além de alguns países latinos. Os principais produtos comercializados são os telhados verdes e as paredes verdes. No período de estágio foi possível acompanhar a instalação dos principais produtos da empresa, além de acompanhar vistorias técnicas e realizar o plantio de mudas de hortaliças em ambiente urbano.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Resultado do desenvolvimento das plantas em ensaio preliminar de agricultura urbana realizado em Porto Alegre-RS, no período do dia 5 de Janeiro de 2015 ao dia 5 de Março de 2015.	26

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Diagrama de um sistema de Telhado Verde	11
2. Parede verde em painel de anúncio	13
3. Sistema Modular Alveolar Leve.....	15
4. Plantio de boldo (<i>Plectranthus neochilus</i>).....	16
5. Sobreposição das placas no Sistema Modular Alveolar Leve	17
6. Cremalheiras de fixação das floreiras.....	18
7. Sistema vertical canguru	18
8. Temporizador de irrigação automatizado	19
9. Ilustração de apartamento residencial	21
10. Jardim Vertical Espiral	22
11. Jardim Vertical Canguru	22
12. Desenvolvimento das plantas em ambiente urbano	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO MEIO FÍSICO E CLIMA DE PORTO ALEGRE... 8	8
3. CARACTERIZAÇÃO DA ECOTELHADO..... 9	9
4. REFERENCIAL TEÓRICO..... 10	10
Importância ambiental.....	10
Telhado verde.....	11
Parede verde.....	12
Escolha da vegetação	13
Agricultura urbana.....	14
5. ATIVIDADES REALIZADAS	15
Telhado verde.....	15
Parede verde.....	17
Serviços de manutenção	19
Agricultura urbana.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Grandes cidades que se desenvolveram sem planejamento adequado vêm sofrendo impactos ambientais negativos, devido à falta de áreas verdes e excesso de edificações. A cobertura vegetal junto às edificações reduz a temperatura e a poluição, pois filtra a poeira do ar e absorve gás carbônico, além de proporcionar a melhoria do clima na edificação. No ambiente construído, o verde proporciona valorização do imóvel, contribui para o conforto luminoso e causa ação positiva sobre a saúde física e mental do homem. A vegetação também permite a infiltração da água das chuvas no solo e proporciona conforto ambiental à população.

Nesse contexto, a demanda por soluções sustentáveis no ambiente urbano tornou-se importante nos últimos anos e as construções sustentáveis são protagonistas na redução de impactos ambientais em grandes centros urbanos. A construção sustentável é um conjunto de práticas adotadas antes, durante e após os trabalhos de construção no intuito de obter uma edificação que agrida menos o meio ambiente, com melhor conforto térmico, sem a necessidade (ou com necessidade reduzida) de consumo de energia e melhorando a qualidade de vida dos seus usuários. Além de utilizar materiais e técnicas que garantam uma maior eficiência energética. Atualmente, em países desenvolvidos, há diversos incentivos para construções ecologicamente corretas e que utilizam técnicas visando à redução do consumo de energia da edificação.

Duas técnicas bastante estudadas e disseminadas são os telhados verdes e as paredes verdes, concebidas como parte integrante das edificações. Ambas as técnicas são comprovadas cientificamente como redutoras de diversos impactos ambientais nas cidades, como a redução dos efeitos climáticos em ambientes construídos.

O interesse por paisagismo e tecnologias de inserção de vegetação no ambiente urbano foram fatores motivadores a realização do estágio na Ecotelhado. A importância do Engenheiro Agrônomo atuando no ambiente urbano pode ser comprovada através desse estágio, pois à medida que se deparou com situações onde profissionais de outras áreas como arquitetura e engenharia civil foram incapazes de realizar o planejamento adequado para o desenvolvimento das plantas nas diversas situações propostas no ambiente urbano.

No intuito de adquirir experiência na implantação e manejo de telhados e paredes verdes, o estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa Ecotelhado Soluções em Infraestrutura Verde localizada em Porto Alegre – RS, Brasil. O período de estágio foi do dia 5 de Janeiro de 2015 ao dia 5 de Março de 2015, totalizando 300 horas trabalhadas. A

empresa realiza serviços que buscam minimizar os impactos climáticos no ambiente urbano e oferece a proposta de embelezamento das cidades, à medida que insere vegetação junto às construções civis.

A proposta de afeiçoar o ambiente urbano com a inserção de vegetação e a proposta de uso de tecnologias verdes para redução da demanda energética foram fatores de motivação a realização do estágio na ecotelhado. O trabalho realizado foi gratificante e proporcionou o pleno conhecimento dos produtos telhados verdes e paredes verdes ofertados pela empresa.

2. CARACTERIZAÇÃO MEIO FÍSICO E CLIMA DE PORTO ALEGRE

O município de Porto Alegre, a capital do estado do Rio Grande do Sul, está situado à latitude de 30,03° Sul e à longitude de 51,22° Oeste (IBGE, 2012), a uma altitude de 10m e abrange a extensão de 496,684 km² (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2015). Apresenta colinas, morros isolados e cristas, correspondendo à região dos relevos residuais do Escudo Sul-Riograndense. Nos morros estão as nascentes dos arroios que fazem parte da drenagem de Porto Alegre. A vegetação caracteriza-se pela zona de contato entre a floresta estacional e a vegetação estepe (ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA, 2010).

O clima da cidade de Porto Alegre é classificado como subtropical úmido- Cfa, conforme Köppen (KUINCHTNER & BURIOL, 2001), isto é, úmido em todas as estações do ano e com verões quentes, apresentando grande variabilidade. Devido à grande massa de água do Lago Guaíba a umidade atmosférica pode ser elevada, mudando as condições climáticas locais, indicando a formação de microclimas. A contínua cobertura da superfície por calçamento e edificações também gera microclimas específicos, podendo ser observada variação térmica de até 4°C em diferentes regiões da cidade (INMET, 2015).

De acordo com Kuinchtner et al. (2007), a média anual de chuvas está em torno dos 1300 mm, sendo os meses de junho a setembro os mais chuvosos (em torno de 130 mm) e o menos chuvoso é novembro (em torno de 75 mm). Os meses que apresentam as temperaturas mais quentes são janeiro e fevereiro, atingindo temperatura média diária de 30° C ou acima desse valor. Os meses que apresentam as temperaturas mais baixas são junho e julho, com temperatura média diária em torno de 9° C. A umidade relativa do ar média é de 76% e há ocorrência de geada, algumas vezes, ao longo do ano.

As informações do meio físico e do clima de Porto Alegre são necessárias, pois influenciam no desenvolvimento de plantas nos sistemas propostos pela Ecotelhado. Contudo,

não houve a necessidade de caracterização do solo, visto que os produtos da empresa são comercializados com o uso de substrato.

O substrato utilizado é composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem. É um substrato leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes (ECOTELHADO, 2015). Há mais de um fornecedor de substrato, porém não foram revelados os locais de origem do substrato.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ECOTELHADO

A empresa brasileira Ecotelhado Soluções em Infraestrutura Verde nasceu em 2005, por dois sócios, um deles Engenheiro Agrônomo João Manuel Feijó e o outro Engenheiro Civil Paulo Renato. A Ecotelhado encontra-se sediada na Rua Erechim, 330, bairro Nonoai na zona sul de Porto Alegre – RS, onde há também o mostruário ou *show room* para demonstração dos produtos da loja.

Com a missão de difundir o verde para os centros urbanos, a empresa desenvolve e fornece produtos criativos e sustentáveis, com o enfoque na retração dos danos ambientais causados pela expansão das cidades que crescem sem planejamento urbano adequado. Entre os principais produtos desenvolvidos estão: telhados verdes, paredes verdes ou jardins verticais, pavimentos permeáveis, cisternas subterrâneas e tratamento biológico de efluentes.

A equipe de profissionais de nível superior que atuam na Ecotelhado é formada por engenheiros agrônomos e civil, arquitetos, biólogos e administradores, além de estagiários de diversas áreas de atuação. Há também a equipe de trabalhadores de campo, responsável pela implantação dos serviços e a organização dos materiais do estoque da empresa. Atualmente, há em torno de oito funcionários para serviços gerais dentro da empresa.

O destaque no mercado se deu quando a empresa lançou em 2005 o Ecotelhado, produto que dá nome à empresa, já presente em importantes construções no Brasil e no exterior.

A Ecotelhado possui também uma Loja Online denominada Loja do Verde para a venda e divulgação de seus produtos, onde os clientes podem escolher seus produtos pela internet. Atualmente, muitas pessoas, pela falta de tempo, não podem se deslocar até a sede da empresa, preferindo a alternativa de compras através da loja virtual.

Foi premiada como marca mais lembrada em telhados verdes e jardins verticais pela *Green Building* por dois anos consecutivos. A Ecotelhado tem sede em Porto Alegre e

parceiros atendendo a todo o Brasil. Também exporta seus produtos para México, Uruguai, Colômbia, Chile e Peru.

A Ecotelhado conta também com equipe de projetos de arquitetura sustentável, especializada em adaptar a tecnologia desenvolvida pela empresa e empregá-la nos novos projetos ou *retrofits* de edificações já existentes. A equipe presta serviços para cliente final e também dá consultoria a outros arquitetos interessados na tecnologia.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Importância ambiental

Nos centros urbanos em processo de expansão, os sistemas de drenagem se tornam insuficientes devido à crescente impermeabilização do solo, que promove o aumento do escoamento superficial, e do pico de vazão, comprometendo o sistema de drenagem. Por esta razão, nos países desenvolvidos da América do Norte e da Europa e, atualmente, no Brasil, têm sido utilizadas técnicas ambientais compensatórias como medida de retenção das águas pluviais, dentre as quais podem ser citados os telhados verdes, trincheiras de infiltração, reservatórios de aproveitamento de água pluvial e pavimentos permeáveis, que são igualmente consideradas como medidas de desenvolvimento de baixo impacto (JOBIM, 2013).

Falcon (2007) ressalta que as últimas tendências de planejamento e gestão do verde nas grandes cidades, estão destinadas a explorar formas de aumentar a área de vegetação, a partir da busca de novos suportes urbanos, até agora pouco valorizados como lugares de crescimento vegetal: é o caso das paredes e das coberturas das edificações. Nesse contexto o uso de telhados e paredes para uso de cobertura vegetal são alternativas importantes para remediar a falta do verde em ambientes urbanos.

As coberturas verdes se mostram eficientes, trazendo as seguintes vantagens às cidades: o conforto ambiental e o embelezamento das paisagens urbanas; a purificação da atmosfera e a liberação de umidade para o ar; a redução da temperatura e a absorção das enxurradas; servindo de barreira térmica pelo efeito de almofada às edificações; servindo de habitat para aves e insetos; proporcionando atenuação do impacto dos raios solares (evaporação, absorção e reflexão dos raios) nas edificações; aumentando a vida útil da pintura e do reboco e/ou do piso da cobertura edificada; causando redução do gradiente de dilatação térmica da laje de cobertura e, por fim, o isolamento acústico dentro da edificação (FEDRIZZI, 2015).

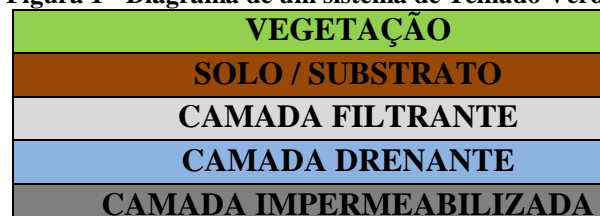
Telhado verde

Os telhados verdes são uma solução arquitetônica no topo das edificações que consiste basicamente no plantio de uma camada vegetal no solo ou substrato onde, logo abaixo, segue a camada filtrante, após a camada de dreno e, por fim, na base há a superfície impermeável. Além de uma solução estética os telhados verdes são uma alternativa viável para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas, pois absorvem a água das chuvas e retardam a liberação na drenagem pluvial, mitigando assim problemas com enchentes. São ainda uma solução termoacústica, atuando como isolante evitando a transferência de calor, frio e ruído para o interior da edificação, minimizando gastos energéticos com aquecimento e refrigeração, constituindo-se numa solução eficaz para a economia de energia (VALESAN, 2009).

Outro aspecto importante é o efeito obtido nos chamados microclimas urbanos, uma vez que a presença de áreas verdes além de contribuir para a captação de carbono e outros gases de efeitos estufa (GEE) decorrentes da poluição, atuam fortemente na diminuição do estresse nas pessoas que habitam grandes centros urbanos. Contribuem ainda para uma queda de temperatura nas ilhas de calor, muito comum nas áreas urbanas, devido ao calor armazenado nas edificações (ROSENZWEIG, 2006). Em linhas gerais, telhados verdes apresentam-se como excelentes soluções em arquitetura e reaproximam o homem dos ambientes verdes, contribuem para o combate aos GEE, melhoram a qualidade de vida nas áreas urbanas e proporcionam um embelezamento ímpar às edificações (ROSENZWEIG, 2006).

De acordo com Rosenzweig (2006), o sistema de construção do telhado verde consiste na sobreposição de várias camadas conforme demonstrado na Figura 1. Entende-se a ordem das camadas, da base impermeabilizada até a superfície vegetada como sendo a camada impermeabilizante, a camada drenante, a camada filtrante, o meio de cultivo e a vegetação.

Figura 1 - Diagrama de um sistema de Telhado Verde



Fonte: Miguel Verran, 2015.

Estudos realizados nos Estados Unidos e Europa têm quantificado os benefícios do uso dos telhados verdes em relação aos telhados convencionais comuns às edificações em grandes centros urbanos. Moderando a temperatura dentro das edificações, os telhados verdes podem

auxiliar as cidades a adaptarem-se para a elevação das temperaturas devido ao aquecimento global, reduzindo o uso de energia e a emissão de gases de efeito estufa. Pelo resfriamento da superfície, o telhado verde reduz a variação de temperatura dentro e fora da construção, além de reduzir a necessidade de uso de aparelhos de ar-condicionado ou aquecedores (ROSENZWEIG et al., 2006).

São considerados telhados verdes toda a cobertura ou telhado, plano ou inclinado, devidamente impermeabilizado e com sistema de drenagem para o escoamento pluvial excedente, que agrega em sua composição uma camada de solo ou substrato e outra camada de vegetação. São classificados, quanto ao porte adotado, em extensivos ou intensivos, diferindo entre si unicamente pela espessura do substrato e vegetação utilizada. Os telhados verdes ainda podem ser classificados como acessíveis ou inacessíveis, sendo o primeiro uma área aberta ao uso das pessoas, como jardim suspenso ou um terraço, e os inacessíveis que não permitem a circulação de pessoas (CORREA & GONZALEZ, 2002).

Existem dois tipos principais de telhados verdes, os extensivos e os intensivos. Os extensivos caracterizados por possuir baixa profundidade de substrato, plantas de pequeno porte que exigem pouca manutenção devido ao seu lento e baixo crescimento. Os intensivos são caracterizados por possuir uma espessura maior de substrato, uma maior diversidade de espécies vegetais, podendo abrigar plantas de pequeno e médio porte, maior capacidade de retenção de água e nutrientes, tendo também suas desvantagens, pois exige manutenções e irrigações regulares e uma estrutura de suporte mais reforçada, pois este implicará em uma sobrecarga maior na estrutura de suporte (ZINCO, 2007).

Parede verde

A denominação de fachada verde, dos termos em inglês *green wall*, *green façade* ou *biofaçade*, refere-se ao revestimento de alvenarias ou outras estruturas verticais, por meio do desenvolvimento em sua superfície de vegetação autoaderente ou com auxílio de suportes, nos quais as raízes do vegetal estão na base desta estrutura, em contato direto com o solo ou com outro tipo de substrato (DUNETT & KINGSBURY, 2004).

As paredes verdes, ou jardins verticais, são configuradas por estruturas em diferentes sistemas como treliças, redes metálicas à prova de corrosão ou floreiras dispostas verticalmente onde a vegetação, em contato com o solo ou substrato, se desenvolve criando uma cobertura verde na parede da fachada da edificação.

As paredes verdes são uma solução inteligente para trazer mais verde e qualidade de vida em ambientes construídos. Com pouco peso e espessura, áreas verticais podem se transformar em densos jardins verticais (RAPOSO, 2013) e podem representar boas estratégias de marketing junto a *outdoors* de divulgação (Figura 2). Como uma das diversas vantagens das paredes verdes pode ser citada a redução da temperatura do ambiente (ECOTELHADO, 2015). Além disso, as paredes verdes servem de habitat para pássaros e insetos, assim como realizam a filtragem e redução da poluição do ar. Esses são alguns dos benefícios dessa técnica, além de proporcionar às edificações diminuição da umidade na parede, protegendo a pintura e o reboco (FEDRIZZI, 2015).

Figura 2- Utilização de paredes verdes da ecotelhado junto à painel de anúncio.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

O paisagismo vertical, de acordo com Scherer (2013), vem ganhando destaque como solução estética e de qualificação ambiental, representando uma forma inovadora de aumentar exponencialmente a biomassa vegetal de uma cidade. A contribuição mais óbvia dos jardins verticais está relacionada à melhoria visual, especialmente em paredes de divisas de edifícios que, frequentemente, tem aparência feia e deprimente. No entanto, a maior importância dos jardins verticais encontra-se em seus benefícios ambientais.

Escolha da vegetação

A cobertura vegetal tem funções como retenção de água, diversidade biológica e isolamento térmico. A seleção de plantas depende do meio crescente, bem como das condições locais, manutenção disponível e a aparência desejada (ELERO & WOOD, 2013).

Agricultura urbana

É a agricultura praticada no interior ou na periferia de uma localidade, cidade ou metrópole, cultivando, produzindo, criando, processando e distribuindo uma diversidade de produtos alimentares e não alimentares, utilizando os recursos humanos e materiais, produtos e serviços encontrados dentro ou em redor da área urbana. A agricultura urbana é realizada geralmente em pequenas áreas e destina-se, sobretudo, a uma produção para utilização e consumo próprio ou para a venda em pequena escala, em mercados locais. É praticada principalmente em quintais, em terraços ou pátios, ou ainda em hortas urbanas – espaços comunitários ou espaços públicos não urbanizados (MOUGEOT, 1999).

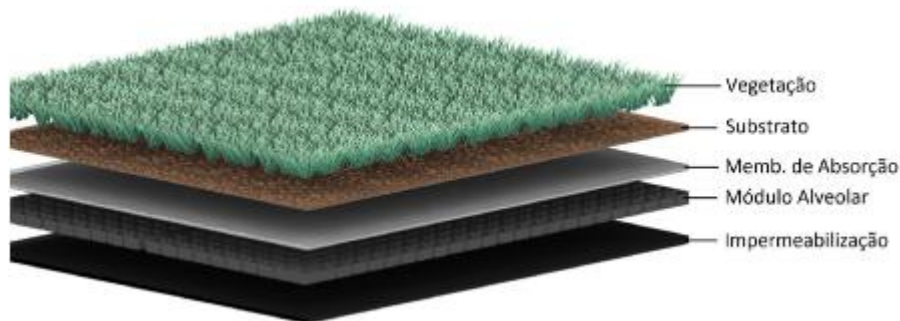
5. ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante o período de estágio consistiram em vistorias técnicas, na manutenção e implantação de telhados verdes e de paredes verdes. Também foi efetuado plantio de mudas de hortaliças nos sistemas da empresa horta vertical canguru e horta vertical espiral, realizado em ambiente urbano, com diferentes condições de luminosidade e em diferentes substratos.

Telhado verde

No dia 13 de Janeiro de 2015 foi iniciada a instalação de Telhado Verde Sistema Modular Alveolar Leve em uma escola infantil no Bairro Petrópolis em Porto Alegre – RS. A área de cobertura verde requerida era de 300 metros quadrados. O sistema Modular Alveolar Leve é configurado em camadas desde a camada impermeabilizante na base até a vegetação na superfície do telhado verde (Figura 3). Em relação à ordem das camadas, na base a primeira é a camada impermeabilizada, a segunda é a placa do Sistema Modular Alveolar Leve atuando como camada drenante, a terceira é a manta de absorção ou camada filtrante, a quarta é o substrato e, por fim, na superfície do telhado, a quinta camada é a vegetação.

Figura 3. Telhado Verde no Sistema Modular Alveolar Leve



Fonte: Ecotelhado, 2015.

O material das placas do Sistema Modular Alveolar Leve é composto de filme reciclado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). É uma placa semi-flexível de cor preta que possui reservatórios de formato retangular. O sistema é fornecido em placas individuais de dimensões 140 x 115 x 15 cm. A área de cada placa é de 1,61 metros quadrados. A capacidade de retenção de água é de 35 litros por metro quadrado. A finalidade do módulo alveolar é permitir a drenagem controlada, a retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes).

A membrana de absorção possui aparência de tonalidade verde acinzentada e é fornecida em rolo. É um tecido de espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimentos diversos. Possui a finalidade de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.

O substrato fornecido pela empresa possui baixo peso específico, proporcionando baixa carga sobre o telhado e adequado poder de retenção de água. Oriundo da indústria de reciclagem é um composto orgânico. Não são fornecidos maiores detalhes a respeito de análise de substrato ou de seus fornecedores.

A vegetação dos telhados verdes pode ser variada de acordo com as exigências dos clientes, desde que sejam plantas rústicas capazes de se adaptar às condições de cobertura vegetal para telhados verdes. De um modo geral, a empresa recomenda o plantio de espécies rústicas como o boldo (*Plectranthus neochilus*; Figura 4) ou espécies de plantas para formar gramados tolerantes ao pisoteio e à alta radiação, como exemplo, a grama esmeralda (*Zoysia japônica*).

Figura 4 - Plantio de Boldo (*Plectranthus neochilus*) sobre telhado verde na Escola Aroverecer, em Porto Alegre-RS, dia 13 de janeiro de 2015.

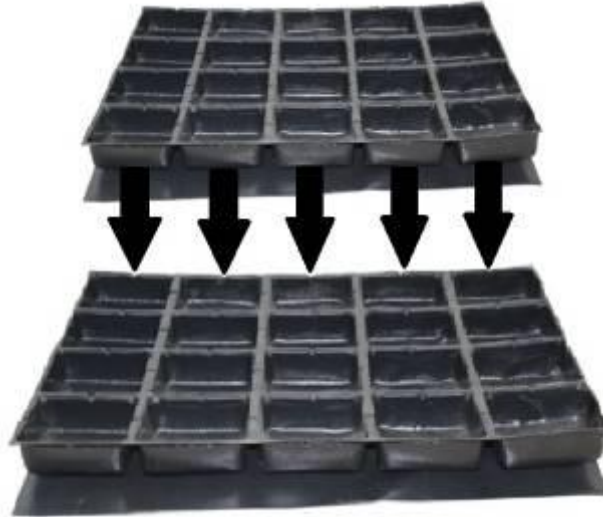


Fonte: Miguel Verran, 2015.

A instalação do telhado verde nesse sistema pode ser explicada em etapas. Na primeira etapa, colocaram-se os módulos lado a lado encaixados (Figura 5) sobre a área a ser instalado

o telhado verde. Na segunda etapa, foi feita a irrigação dos módulos preenchendo os reservatórios de água. Na terceira etapa, a membrana de absorção foi posta sobre o módulo, em seguida sobre a membrana adicionou-se o substrato e, por fim, foi plantada sobre o substrato a vegetação escolhida.

Figura 5 - Sobreposição das placas no Sistema Modular Alveolar Leve.



Fonte: Ecotelhado, 2015.

Parede verde

No dia 23 de Janeiro de 2015 foi instalada parede verde em prédio comercial, na Rua Mostardeiros no Bairro Rio Branco em Porto Alegre – RS. O sistema utilizado chama-se Jardim Vertical Canguru, desenvolvido pela Ecotelhado. O jardim vertical é composto de floreiras de 45cm de comprimento, 12 cm de largura, 10 cm de altura, 5L de volume total e conta com reservatório de água disponível para as plantas de 0,45L, que são encaixadas em cremalheiras fixadas na parede de instalação (Figura 6).

Na implantação da parede verde foram instaladas seis colunas de cinco floreiras canguru preenchendo área de 2,5m² da parede (Figura 7). Na parte superior, cada floreira recebeu uma torneira de irrigação de vazão ajustável. O reservatório de cada unidade possui um ladrão para a água escorrer, por gotejamento, para o recipiente que está abaixo. Na porção inferior às floreiras foi projetado um canal para conduzir a água vazada das últimas floreiras para um ralo de drenagem.

Figura 6 - Cremalheiras de fixação das floreiras à parede para sistema Jardim Vertical.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

Figura 7 - Sistema Jardim Vertical da Ecotelhado, instalado no dia 23 de janeiro de 2015 em um empreendimento comercial Rossi, localizado na Av. Mostardeiros em Porto Alegre-RS.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

A irrigação é um aspecto importante para a manutenção do vigor e saúde das espécies vegetais na parede verde. Para isso foi feita a calibragem do tempo necessário de irrigação para o enchimento dos reservatórios de todas as floreiras canguru, pelo uso de um temporizador automatizado de irrigação, para que o processo de rega das plantas não necessite da intervenção de uma pessoa. O sistema de rega automatizado foi configurado para ser acionado de dois em dois dias, às 8h30min, durante 30 minutos, pelo uso de temporizador

(Figura 8). No inverno, devido à menor taxa de evapotranspiração das plantas, o intervalo entre irrigações deverá ser ampliado para evitar excesso de rega às plantas.

Figura 8 - Temporizador de irrigação automatizado para sistema Jardim Vertical da Ecotelhado.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

Serviços de manutenção

Eventualmente, a empresa era solicitada para realizar vistorias a fim de identificar problemas no desenvolvimento das plantas. Durante essas visitas foi identificado que os principais problemas afetando o desenvolvimento das plantas eram devidos ao mal funcionamento do sistema de irrigação: problemas como entupimento das mangueiras; aspersores mal calibrados; temporizador de irrigação mal programado e substrato obstruindo a passagem de água entre as floreiras, causando déficit hídrico ou nutricional às plantas. Dentro desse contexto, a empresa era solicitada para realizar a reposição de plantas mortas por mudas novas.

A empresa Ecotelhado utiliza o sistema extensivo de implantação dos telhados verdes, ou seja, opta pelo uso de uma única espécie visando à baixa manutenção por parte dos clientes. As plantas utilizadas pela empresa são basicamente o Boldo (*Plectranthus neochilus*), a Grama-Esmeralda (*Zoysia japonica*) e a Grama São Carlos (*Axonopus compressus*). Isso ocorre de acordo com a filosofia da empresa na implantação dos telhados verdes, pois os clientes exigem que a cobertura vegetal demande o mínimo possível de manutenção. Por isto, a opção é pelo uso de plantas rústicas, tolerantes à seca e às altas

temperaturas, condições climáticas comuns no topo das edificações. Dessa forma, a empresa agrada o cliente e evita a necessidade de repor plantas mortas.

Agricultura urbana

Durante o período de estágio, em paralelo aos serviços de implantação de coberturas verdes, foi realizado um ensaio preliminar de agricultura urbana, no intuito de servir de base ou estímulo para o desenvolvimento de pesquisas na área. A ideia também era provar a capacidade de produzir alimentos sem o uso de agrotóxicos em ambiente urbano, no caso um apartamento com pouca área de ambiente externo.

Iniciou-se a no dia 5 de Janeiro de 2015 a condução de ensaio preliminar para avaliar o desenvolvimento de mudas de hortaliças em ambiente urbano. Para isso foram instalados cinco kits Jardim Vertical Canguru e dois kits Jardim Vertical Espiral da empresa Ecotelhado em um apartamento residencial de Porto Alegre. O fim da avaliação do experimento se deu em 5 de Março de 2015. O ensaio preliminar foi inserido em apartamento com terraço localizado na Rua Couto de Magalhães no bairro São João de Porto Alegre. O apartamento possui área útil de 85 m² e está situado no segundo andar, voltado para a face norte. Os kits foram instalados conforme ilustrado na Figura 9. O fertilizante foi fornecido pela empresa da marca comercial FORTH, a adubação era realizada a cada quinze dias, respeitando as recomendações indicadas no produto. As condições de iluminação nos diferentes cômodos do apartamento (Figura 9) são as seguintes: luz indireta na sala de estar; meia-sombra no quarto e na área de serviço; e sol pleno no terraço. Os materiais utilizados para a implantação do ensaio preliminar foram os seguintes:

- Dois kits Jardim Vertical Espiral;
- Cinco kits Jardim Vertical Canguru;
- Mudas de plantas hortaliças e medicinais;
- Substrato misturado com borracha reciclada EVA (espuma vinílica acetinada).

Figura 9 - Ilustração do apartamento residencial onde foi implantado o ensaio preliminar de agricultura urbana em 5 de janeiro de 2015, localizado na Av. Couto de Magalhães, bairro São João, Porto Alegre-RS.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

O substrato misturado com EVA é uma proposta da empresa para reduzir a carga das floreiras, pois o peso da borracha é mais leve que o substrato. A instalação do material mencionado se deu da seguinte forma: no quarto foi instalado um kit Jardim Vertical Espiral e dois kits Jardim Vertical Canguru; na sala foi instalado um kit Jardim Vertical Canguru; no terraço foi um kit Jardim Vertical Espiral e dois kits Jardim Vertical Canguru.

O **Jardim Vertical Espiral** (Figura 10) é composto de dez módulos / floreiras móveis fixadas em um eixo principal. O módulo espiral apresenta as seguintes dimensões: 35 cm de largura por 16,5 cm de profundidade e 10 cm de altura para cada peça. A composição do módulo é de plástico reciclado e de cor verde escura. Cada módulo possui um reservatório de água de 0,4 litros. O sistema de plantio é simples, inicialmente coloca-se a camada filtrante no fundo de cada floreira, após se faz o transplante das mudas, o preenchimento das floreiras com substrato e, por fim, se faz a rega.

Figura 10 - Jardim Vertical Espiral já instalado com a membrana filtrante.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

O **Jardim Vertical Canguru** apresenta as mesmas configurações de instalação e de plantio do sistema apresentado em Atividades Realizadas no item Paredes Verdes. A diferença é que o produto Jardim Vertical Canguru (Figura 11) é vendido em kits contendo 5 floreiras, enquanto a parede verde é feita sob medida de acordo com a necessidade do cliente.

Figura 11 - Jardim Vertical Canguru.



Fonte: Miguel Verran 2015.

O ensaio preliminar permitiu a colheita e o consumo dos alimentos cultivados durante o período de estágio. Assim, ficou provado que é possível, pelo uso de tecnologias simples,

obter produção suficiente para alimentar agricultores urbanos. Foi possível identificar potencial de desenvolvimento de temperos e hortaliças. Durante um mês de cultivo das plantas (Figura 12) foi percebido um destaque no desenvolvimento das plantas cultivadas em sol pleno. As seguintes plantas mostraram-se bem adaptadas para o cultivo em ambiente urbano: alecrim, alface-verde, boldo, cebolinha, manjeriço, menta, orégano, tomate-cereja e salsa.

Figura 12 – Primeiro mês de desenvolvimento das plantas no ensaio preliminar em ambiente urbano de Porto Alegre-RS. Na imagem 1, desenvolvimento das plantas ao sol pleno; na imagem 2, desenvolvimento de orégano ao sol pleno; na imagem 3, desenvolvimento do manjeriço à meia-sombra; na imagem 4, desenvolvimento do alecrim ao sol pleno.



Fonte: Miguel Verran, 2015.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos da Ecotelhado estão de acordo com a literatura em relação aos aspectos construtivos e a funções ambientais que exercem. Valesan (2009) comenta “os telhados verdes são uma solução estética, uma alternativa viável para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas, pois absorvem a água das chuvas e retardam a liberação na drenagem pluvial, mitigando assim problemas com enchentes”. Durante o estágio, foi observado que os telhados verdes exercem a função de mitigadores do escoamento da água das chuvas, pois possuem um reservatório de água e o substrato das plantas que retém parte da água precipitada. Além disto, foram ouvidos relatos positivos dos clientes com relação aos aspectos ambientais e estéticos proporcionados pelos telhados verdes. De acordo com Scherer (2013), as paredes verdes ou jardins verticais vêm ganhando destaque como solução estética e de qualificação ambiental, representando uma forma inovadora de aumentar exponencialmente a biomassa vegetal de uma cidade. Este aspecto foi evidenciado no período de estágio, pois a demanda pelas paredes verdes era realizada no intuito de reduzir a temperatura da edificação e proporcionar um embelezamento diferenciado e inovador à fachada das edificações, consideradas esteticamente feias pelos clientes.

Frente ao observado durante o estágio e à literatura estudada, percebe-se atualmente um processo incipiente em relação a pesquisas no que se refere ao uso para coberturas verdes de espécies adaptadas às diferentes condições climáticas do Brasil. Este fato é evidente já que a Ecotelhado opta por trabalhar com as poucas espécies mencionadas do que arriscar em utilizar espécies novas no plantio de coberturas verdes. Isso é um problema grave, visto que a demanda por telhados verdes está aumentando e o censo comum diz para as empresas do ramo trabalharem com poucas espécies altamente resistentes às intempéries climáticas. O problema está no estímulo ao plantio em larga escala de monocultivos dessas poucas espécies em coberturas verdes, podendo citar o uso predominante das espécies Boldo (*Plectranthus neochilus*) e Gramma-esmeralda (*Zoysia japonica*), espécies exóticas que pouco contribuem para a preservação da biota nativa.

Pelo fato da Ecotelhado ser uma empresa renomada no mercado, reconhecida por vender a ideia de construção sustentável, sugere-se que sejam iniciados testes preliminares nos produtos da empresa com o plantio de espécies nativas a fim de verificar plantas adaptadas às diferentes condições climáticas do país. Dessa forma, haverá contribuição para o plantio de coberturas verdes sustentáveis não apenas visando no quesito de redução do

consumo energético das edificações que é o atual propósito do produto da empresa, mas também no quesito de conservação ambiental da flora e da fauna nativa.

A implantação de um telhado verde ou de uma parede verde demanda o transporte de grande quantidade de material até o local onde será feita a instalação. Na Ecotelhado a logística do processo de instalação se mostrou, muitas vezes, ineficiente. Em diversas instalações foi identificada a falta de operações mecanizadas para otimizar o tempo de transporte do material ao local de instalação. Isto reduziria a necessidade de mão de obra, visto que após o material estar no local de plantio, o processo de montagem do telhado ou parede verde é rápido.

Todos os produtos da empresa possuem reservatório de água abaixo da camada filtrante, o que proporciona a infiltração de água da chuva no caso de coberturas verdes implantadas em ambiente aberto. Essa é uma tecnologia eficiente à medida que proporciona a infiltração de água da chuva reduzindo a carga da água de enxurradas em ambientes urbanos. Assim, foi comprovada a função de telhado verde como tecnologia mitigadora das enxurradas da chuva no ambiente urbano, conforme descreve Jobim (2013): “medida de retenção das águas pluviais, dentre as quais podem ser citados os telhados verdes, trincheiras de infiltração, reservatórios de aproveitamento de água pluvial e pavimentos permeáveis, que são igualmente consideradas como medidas de desenvolvimento de baixo impacto”.

Para ambientes de cultivo *indoor*, as floreiras com reservatório de água são muito bem aceitas, pois evita a necessidade constante de regas. O fato dos recipientes possuírem um reservatório de água permite maiores espaçamentos entre os turnos de rega. Mantendo o reservatório cheio, a água mantém a manta de absorção molhada, mantendo assim o substrato úmido e, por capilaridade, a água é absorvida pelas plantas. Os clientes relatam que a morte de plantas por falta de rega diminuiu devido ao reservatório de água, possibilitando que viagem despreocupados durante os fins de semana.

O ensaio preliminar permitiu definir algumas recomendações para agricultura urbana. Há a necessidade do uso de tela de sombreamento para plantas sensíveis à alta insolação e o uso de sistemas automatizados de irrigação se faz essencial nos meses de verão. As principais pragas urbanas identificadas foram: pombas, formigas, cochonilhas e tripses. Em relação ao controle de pragas ele deve ser feito de modo sustentável, pois não há como aplicar agrotóxicos em ambiente urbano, pelo enorme risco de contaminar outras pessoas ou animais. Grande parte dos problemas são possíveis de serem manejados e cuidados manualmente, visto

que o agricultor urbano pode identificar visualmente o problema e eliminá-lo da sua pequena horta.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à avaliação do desenvolvimento das plantas em um apartamento residencial em Porto Alegre – RS. De um modo geral, o experimento permitiu constatar o bom desenvolvimento das plantas em diferentes ambientes e foram identificados problemas de desenvolvimento em poucas das plantas estudadas. Os dados apresentados nesse relatório são referentes a apenas dois meses de experimento, sendo necessária a condução de novos experimentos com maior tempo de avaliação, visto que a produção agrícola urbana é uma área com forte potencial de evolução.

Tabela 1. Resultado do desenvolvimento das plantas em ensaio preliminar de agricultura urbana realizado em Porto Alegre-RS, no período do dia 5 de Janeiro de 2015 ao dia 5 de Março de 2015.

Tipo de plantas	Incidência solar		Substrato
	Sol pleno	Meia-sombra	
Temperos, medicinais e aromáticas			
Alecrim	(+)	(-)	Substrato+EVA
Arruda	(-)	(+)	Substrato+EVA
Boldo	(+)	(+)	Substrato+EVA
Cebolinha	(+)	(+)	Substrato+EVA
Coentro		(o)	Substrato+EVA
Hortelã	(+)	(+)	Substrato+EVA
Lavanda	(o)	(+)	Substrato+EVA
Manjeriçã	(+)	(+)	Substrato+EVA
Menta	(+)	(+)	Substrato+EVA
Salsa	(+)	(o)	Substrato+EVA
Sálvia	(o)	(+)	Substrato+EVA
Hortaliças			
Tomate	(+)	(-)	Substrato+EVA
Pimentão	(+)		Substrato+EVA
Morango	(+)	(+)	Substrato+EVA
Alface-verde	(+)	(-)	Substrato+EVA
Alface-roxo	(-)	(-)	Substrato+EVA

(+) desenvolvimento bom das plantas; (-) problemas no desenvolvimento das plantas;
(o) morte da planta.

Fonte: Miguel Verran, 2015.

O conhecimento do centro de origem das plantas é fundamental para o manejo adequado das exigências ambientais das plantas. Portanto, na agricultura urbana é necessário

respeitar as diferentes exigências da planta em termos de irrigação, de crescimento do sistema radicular, de umidade, de temperatura e de iluminação, os quais são fatores determinantes para o sucesso da produção. No ensaio preliminar as seguintes plantas mostraram-se bem adaptadas para o cultivo em ambiente urbano: alecrim, alface-verde, boldo, cebolinha, manjeriço, menta, orégano, tomate-cereja e salsa. Foi reforçado o que é preconizado por Mougeot (1999) sobre agricultura urbana, pois foi possível produzir alimentos em pequenos espaços urbanos e realizar o consumo dessas plantas durante o período de estágio, proporcionando segurança alimentar aos consumidores. Não houve o uso de agrotóxicos durante o processo produtivo do alimento em ambiente urbano.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o consumo de coberturas verdes é uma realidade para poucos. Pude perceber que os clientes da Ecotelhado se resumiam a empresas e pessoas físicas com poder aquisitivo alto. Nesse contexto, reforço a necessidade de incentivo públicos para o desenvolvimento de tecnologias acessíveis a todos, pois a tecnologia de coberturas verdes se faz necessária às grandes cidades, permitindo o acesso a essas tecnologias a toda população urbana, independentemente de classe social.

Telhados verdes e paredes verdes são tecnologias que proporcionam redução aos impactos ambientais, reduzem o consumo de energia e reduzem a oscilação térmica dentro das edificações, portanto reitero a necessidade de mais investimento nessas tecnologias que de vem ser disseminadas nas grandes cidades.

Há falta de estudos no uso de espécies adaptadas às diferentes regiões brasileiras tanto no que se refere ao uso em paredes verdes quanto em telhados verdes. O pouco conhecimento que se tem fica restrito às empresas que dominam o mercado nacional e não divulgam os resultados. É notória a necessidade de participação do ambiente acadêmico em desenvolver pesquisas na área. Sendo assim, os profissionais mais preparados seriam os engenheiros agrônomos visto que no currículo de agronomia estudam-se as condições ideais para o desenvolvimento das plantas.

A agricultura pode ser realizada em pequenos espaços e ser produtiva, pois além de proporcionar a satisfação de saber a origem do alimento que se consome, é uma prática que proporciona segurança alimentar ao agricultor urbano. É uma atividade importante e viável em cidades. A prática da mesma envolve menor impacto ambiental, visto que a entrada de insumos que envolvem a cadeia produtiva de alimentos é menor. Não há a necessidade de

transporte de alimentos ou câmaras de refrigeração e diversos cuidados de pós-colheita, visto que o agricultor urbano colhe o alimento diretamente de sua horta e o consome em seguida.

O estágio proporcionou a compreensão da atuação dos produtos da empresa e como eles são inseridos no ambiente urbano através da proposta sustentável da empresa por soluções ambientais visando minimizar os impactos ambientais na ‘selva de pedra’ com a introdução da vegetação. Porém, os produtos desenvolvidos pela empresa são questionáveis quanto à sustentabilidade, visto que o conceito de sustentável é algo que pode ser viável para todos e leva em consideração o tripé do desenvolvimento econômico, social e ambiental. Isto não ocorre com os produtos comercializados pela empresa, pois a venda ainda é destinada as classes média e alta da população ou a grandes empresas com poder de compra. Além disto, os telhados não apresentam diversidade biológica, devido ao uso de poucas espécies de plantas.

Por fim, esse estágio foi fundamental na minha formação profissional, pois pude perceber o importante papel que posso desenvolver na sociedade como engenheiro agrônomo. O conhecimento adquirido no período de estágio foi prazeroso e satisfez as minhas expectativas. O estágio desenvolvido na Ecotelhado me permitiu conhecer mais sobre uma realidade que foi pouco explorada durante a graduação. Espero que esse trabalho de conclusão possa servir de estímulo para outros estudantes de Agronomia, pois acredito que o Agrônomo é o profissional melhor qualificado para lidar com questões de inserção de vegetação no ambiente urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N., 2002. **O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas.** In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE ARQUITETURA E URBANISMO-NUTAU. Anais. São Paulo: Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002.

DUNNETT, N. P. & KINGSBURY, N., 2004. **Planting Green Roofs and Living Walls.** Portland, OREGON, United States. Timber Press.

ECOTELHADO, 2015. **Ecotelhado – Manuais dos produtos.** Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br/produtos>>. Acessado em: 10 Julho de 2015.

ELERO, K., WOOD, L. 2013. **Análise comparativa e comportamental de materiais utilizados como substrato rígido para telhado verde.** Setor de Tecnologia, Departamento de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Trabalho final de curso de Engenharia Civil. Curitiba – PR, Brasil 2013. 63p.

FALCON, A., 2007. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión.** Barcelona, España. 176p.

FEDRIZZI, B., 2015. **Vegetação e Conforto.** Disciplina de Paisagismo e o Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agronomia/joomla/index.php/intranet>. Acesso em: 02 de agosto de 2015.

IBGE, 2012. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Município de Porto Alegre.** Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431490>> Acesso em: Maio de 2015.

INMET, 2015. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas de Porto Alegre – RS.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acessado em 27 mai. 2015.

JOBIM, A. L., 2013. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial.** 79f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós - Graduação em engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Dissertacao%20Alan%20Lamberti%20Jobim.pdf>>. Acesso em: Abril de 2015.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. **Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite.** Disciplinaryum Scientia, v.2, p.171-182, 2001.

KUINCHTNER, A.; SIMÕES, J.C.; BURIOL, G.A. **Variabilidade da temperatura do ar na região do Planalto Meridional-riograndense em função do aquecimento global.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.15, p.232-249, 2007.

MOUGEOT, L. 1999. **Urban agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks, and Policy Challenges**. Havana, Cuba, 1999. 9p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2015. **Cidade de Porto Alegre**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal_pmpa_cidade/default.php> Acessado em: Maio de 2015.

RAPOSO, F. M. F., 2013. Manual de Boas Práticas de Coberturas Verdes. Lisboa: Técnico Lisboa, 2013. 159p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Construção e Reabilitação.

ROSENZWEIG, C., GAFFI S., PARSHALL, L. (Eds.) 2006. **Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report**. Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies. New York. 59 pages.

SCHERER, J. M. **Cortinas verdes: o uso da vegetação como proteção solar em arquitetura**. Porto Alegre: UFRGS, 2013.185p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

VALESAN, M. **Percepção ambiental de moradores de edificações residenciais com peverde em Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 178p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ZINCO, 2007. **Zinco Green Roof Systems**. Disponível em: <http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/19/green_roof_brochure_dec_07_low_res_2.pdf>. Acesso: Agosto de 2015.

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA, 2010. **Diretrizes da Silvicultura por Unidade de Paisagem e Bacia Hidrográfica**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, FEPAM. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/silvicultura/UPN_RestricoesPotencialidades.zip> Acesso em Agosto 2015.