

VI-141 - BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DE JARDINS VERTICAIS EM GRANDES CENTROS URBANOS: ANÁLISE DE UM PROJETO EM CURITIBA/PARANÁ BRASIL

Altair Rosa⁽¹⁾

Mestre em Gestão Urbana e Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo/USP. Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná/PUCPR.

Roberta Giraldi Romano

Mestre e Doutoranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná/UFPR.

Guilherme Samproga Mohor

Engenheiro Ambiental e Mestrando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo/USP.

Diego Alejandro Guzman Arias

Mestre em Engenharia Civil e Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo/USP.

Carolina Pereira de Mello

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná/PUCPR.

Endereço⁽¹⁾: Rua Comendador Araújo , 5601 APTO 7 Centro-Curitiba- Paraná - CEP: 80420-000 - Brasil - e-mail: altair.rosa17@gmail.com

RESUMO

A partir da revisão de experiências bem sucedidas e revisão de conceitos de construções sustentáveis, este estudo visou elaborar um projeto de revitalização de um vazio urbana no bairro central da cidade de Curitiba, capital do estado do Paraná, região Sul do Brasil. Foram identificados os benefícios ambientais do uso de jardins verticais para o interior da estrutura onde é aplicado e seu entorno, a partir de busca na literatura relacionada. Foram também identificados na bibliografia, embasamento técnico para elaboração de cálculos de materiais para o projeto, elaboração de plantas que exemplificam o projeto de revitalização e a análise dos benefícios ambientais decorrentes da aplicação dos jardins verticais. O projeto de revitalização do vazio urbano tem a capacidade de agregar inúmeros benefícios tanto para o prédio, o qual se encontrava em estado de vazio urbano, quanto para a vizinhança a seu redor, por benefícios estéticos e atração de espécies da fauna local que podem atuar no controle de pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Jardins verticais, benefícios ambientais, vazios urbanos, revitalização.

INTRODUÇÃO

A procura cada vez maior por centros urbanos fez com que cidades crescessem rapidamente nas últimas décadas. Esse repentino aumento populacional somado à falta de planejamento causou diversos impactos negativos a esses ambientes. Atualmente, por mais que gestores busquem um modelo de gestão que considere os princípios da sustentabilidade, há uma variedade de desafios a serem transpostos. Observa-se na sociedade contemporânea uma individualização e isolamento das construções, que passaram a existir apenas para suas funções individuais e uma perda de integração dessas construções em relação à sustentabilidade de seu entorno (REGISTER, 2010).

Dentre as ações que promovem a sustentabilidade no meio urbano destaca-se o uso de jardins verticais, estruturas compostas por diversos materiais que permitem o revestimento de paredes com plantas fixadas em estruturas presas a uma camada de isolamento da estrutura predial externa. Em todo o mundo existem poucos exemplares de construções com esse enfoque de cobertura vegetal (LAMBERTINE *et al.*, 2007).

A modernização de prédios já construídos para torná-los mais sustentáveis é um dos grandes desafios que surgem em cidades centenárias que continuam em plena atividade para que estes polos habitacionais se tornem

mais sustentáveis. Telhados e paredes verdes vêm surgindo como um dos campos de aplicação mais rápidos e inovadores no ramo da ecologia, horticultura e meio ambiente. Integrar plantas no meio antrópico agrega diversas vantagens para o espaço. Existem diversos usos benéficos tanto para o homem quanto para a vida selvagem decorrente dessas estruturas verdes como: reciclagem d'água, armazenamento d'água, abrigo para biodiversidade, uso da energia solar e do vento e produção de alimentos (DUNNETT *et al.*, 2008).

Todas as plantas têm alguma capacidade de amenizar os efeitos de diversas formas de poluição, como poluição acústica, poluição atmosféricas por meio da reciclagem de dióxido de carbono e quebra de gases poluentes do ar, retenção de partículas como poeiras e solo, dentre outras. Camadas de vegetação também conseguem reduzir significativamente os impactos climáticos negativos causados pelos efeitos da urbanização, como o efeito de ilhas de calor e enchentes. Pela absorção de águas, as plantas conseguem influenciar o microclima local de uma cidade. Por meio da absorção do calor gerado pelas superfícies urbanas, paredes e telhados verdes servem como camadas isolantes para o interior de construções, redução da temperatura do microclima e para o controle da percolação pluvial (DUNNETT *et al.*, 2008).

Neste contexto, este trabalho apresenta um estudo sobre conceitos de construções sustentáveis e visa à aplicação deste conhecimento na elaboração de um projeto de revitalização de um vazio urbano na cidade de Curitiba/PR. O objetivo geral da pesquisa é avaliar os benefícios ambientais que uma construção com jardim vertical pode causar, tanto para o interior da estrutura quanto para seu entorno, partindo do estudo de três projetos já consolidados.

Serão abordados três projetos de construções pioneiras que contêm jardins verticais em sua estrutura de engenharia. A construção ACROS Building, projetado por Emilio Ambasz, localizada na cidade de Fukuoka no Japão – um prédio antigo, situado em uma área nobre da cidade, que foi restaurado com a proposta de imitar uma montanha e reduzir o consumo de energia elétrica consumida pela instalação predial. Também será abordado o projeto de Stefano Boeri, que está em fase de construção na cidade de Milão na Itália chamado, IL BOSCO – uma proposta de apartamentos que integra a convivência humana com um projeto de reflorestamento vertical urbano, reaproximando o cotidiano aos benefícios da vida junto à natureza, como isolamento termo acústico e purificação do ar. E, por fim, a obra de Jean Nouvel e Patrick Blanc, o Quai Branly Museum Plant Wall, em Paris na França, com aproximadamente mil metros quadrados revestidos com mais de quinze mil plantas (espécies de diversas partes do mundo) cobrindo as paredes do museu, em harmonia com a paisagem urbana (LAMBERTINE *et al.*, 2007; WOODWARD, 2011).

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de um referencial teórico e do aprofundamento do conhecimento sobre construções sustentáveis, propôs-se a realização do estudo em duas etapas. Na primeira etapa foi realizado o estudo das construções com jardins verticais e a escolha do projeto de revitalização. Foram contemplados elementos como conforto térmico, conforto acústico, habitat para a fauna nativa local, valorização paisagística e manutenção. Analisaram-se as diferentes técnicas e ideias da aplicação de jardins verticais no meio urbano por meio do estudo dos projetos ACROS Building, Bosco Verticale e Museu Quai Branly.

Para o estudo de caso, selecionou-se um vazio urbano, compreendido como espaço no meio de uma cidade que foi abandonado ou cessou de exercer sua atividade pela qual foi construído e encontra-se sem qualquer forma de uso que traga benefícios para a população local. Localizado em Curitiba/PR, na esquina da Rua Emiliano Pernetta com a Rua Doutor Muricy, em frente à Praça Zacarias, no bairro Centro, nas coordenadas geográficas 25° 25'57,3" Sul e 49°16'19,98" Oeste a 910 metros de altura do nível do mar, trata-se de um prédio de seis pavimentos abandonado no centro comercial de Curitiba, espaço de alto movimento.

Na segunda etapa foi realizada a escolha do sistema de implantação do projeto e a elaboração do projeto. Para o projeto estrutural primeiramente foi feita a escolha das espécies de plantas, o cálculo estrutural, escolha do sistema de jardim vertical a ser utilizado na fachada verde e a elaboração das plantas do projeto, realizadas no software AutoCAD e um modelo 3D no software Sketch UP.

JARDINS VERTICAIS

Jardins verticais são estruturas compostas por diversos materiais que permitem o revestimento de paredes com plantas fixadas em estruturas presas a uma camada de isolamento da estrutura predial externa. Existem diversos modelos de construção de paredes verdes, um de seus modelos mais famosos foi o sistema desenvolvido pelo cientista botânico francês, Patrick Blanc, que desenvolveu um suporte de fixação para as plantas independente da área da superfície vertical (MORELLATO, 2010).

Paredes verticais utilizam conceitos de produções hidropônicas (tecnologia de cultivar plantas sem o uso do solo) para garantir a estabilidade de abastecimento de nutrientes para o crescimento de sua camada viva. Sendo assim, para o sucesso de uma estrutura dessas é essencial que haja um sistema de irrigação aliado a uma solução composta de nutrientes que supram as necessidades energéticas e vitamínicas das plantas que compõem um jardim vertical (PATTEN, 2004).

Tanto no Japão quanto no Canadá, jardins verticais têm ganhado espaço na arquitetura urbana. Em 2001, foi lançado um “Plano Verde” em Tóquio que incentivava o uso de jardins verticais no meio urbano; rapidamente essa tendência se espalhou por outras 20 cidades japonesas.. Os sistemas modulares japoneses possuem um baixo custo e facilitam a remoção para a manutenção dos painéis para manutenção. No Canadá o motivo do sucesso se deu por outra razão. Por conta do clima severo a população busca os shoppings centers como lazer e estes passaram a utilizar jardins verticais internos para agregar valor estético em seus interiores, por conta do potencial decorativo dos jardins verticais (DUNNETT, 2008).

O sistema comercial mais eficiente de jardins verticais foi resultante da colaboração entre duas companhias, G-Sky & Sugiko, uma canadense e a outra japonesa. Este modelo é constituído de um sistema modular de painéis de polipropileno com bordas de aço que acomodam um envelope de geomanta contendo substrato juntamente associado a um sistema automático de irrigação (com sensores de chuva) por gotejamento de uma solução contendo nutrientes (DUNNETT, 2008).

A tecnologia de jardins verticais pode ser considerada recente e se encontra em estágio de desenvolvimento. Embora sua implantação cresça rapidamente em diversos países, ainda estão sendo estudadas novas estruturas de fixação, irrigação e principalmente espécies de plantas que sejam caracterizadas como aptas e ótimas para esse tipo de estrutura.

A implantação de jardins verticais em centros urbanos não somente agrega benefícios visuais para o espaço aonde se inserem, mas trazem diversas modificações benéficas tanto para as pessoas que habitam os espaços aonde são instalados quanto para a qualidade de vida da vizinhança ao seu redor (MORELLATO, 2010).

Por conta de sua escassa cobertura vegetal centros urbanos tendem a sofrer com um efeito denominado ilhas de calor, aonde a escassez de massa verde e o excesso de superfícies que absorvem o calor da radiação solar tendem a deixar cidades mais quentes que áreas rurais ou florestais (DESPOMMIER, 2010). A camada de um jardim vertical sob a superfície de uma construção civil pode criar um isolamento térmico que funcione tanto para armazenar o calor dentro dos ambientes internos durante o inverno, quanto para isola o excessivo calor dos dias de verão (FARR, 2008).

A água é um composto mineral com uma grande capacidade de retenção de energia sem alterar sua forma. Recobrir o centro urbano com uma camada orgânica que consiga trazer a retenção de água por meio das plantas pode propiciar maior conforto térmico para as pessoas que habitam ou trabalham nestas construções e nas construções á sua volta (BAIRD, 2002).

Outro aspecto refere-se ao som, que se transporta pelo espaço na forma de ondas mecânicas viajando através de um meio. Um dos desafios da engenharia acústica é minimizar os ruídos decorrentes de um espaço urbano movimentado. Como solução para minimizar impactos sonoros, superfícies irregulares tem uma maior capacidade de absorver ruídos, assim promovendo o conforto acústico de forma eficiente (HALLIDAY, 2006). Ter uma superfície altamente irregular faz com que uma camada vegetal tenha alta capacidade de retenção das vibrações sonoras, tornando-se uma alternativa para espaços urbanos que sofrem com alta produção de ruídos e baixa absorção destes por suas superfícies planas (MORELLATO, 2010).

Como consequência do aumento de espaço vegetal em um meio, a população de variadas espécies tenderá a aumentar devido à oferta de abrigo e comida. Essa questão do aumento de biodiversidade causa muitas dúvidas em relação à nova interação de espécies no espaço urbano. Muitos questionam os benefícios do aumento da biodiversidade, mas uma das vantagens é o maior controle de insetos associados a doenças endêmicas urbanas

como, por exemplo, a dengue. O aumento de predadores no meio urbano pode auxiliar no controle populacional de mosquitos, entre outros animais que transmitem doenças para humanos.

Os jardins verticais além de tornarem o ambiente visualmente mais dinâmico por conta da introdução de diferentes texturas, cores e interações naturais, agregam valor monetário não somente para a construção onde são implementadas, mas também para as construções a sua volta. Um prédio visualmente atrativo também trás benefícios para sua vizinhança (MORELLATO, 2010; PHILLY GREEN WALL, 2010).

O uso de materiais de ponta para a instalação de jardins verticais resulta em um baixo custo de manutenção devido à alta resistência e qualidade dos materiais utilizados, porém a camada viva da parede exige uma manutenção constante. É necessário que haja um monitoramento contínuo tanto da poda das plantas quanto do sistema de drenagem. É preciso garantir que o sistema de irrigação esteja distribuindo água de forma uniforme para todas as seções do jardim vertical (MORELLATO, 2010).

É indispensável ter cuidado especial com a seleção de espécies de plantas de acordo com o clima no qual estas serão expostas. A adaptação das diferentes espécies esta diretamente relacionada com a eficiência do projeto, algumas espécies até auxiliam na prevenção da obstrução do sistema de irrigação das plantas. O botânico Patrick Blanc utiliza muitas espécies devido a suas características florísticas, que agregam beleza visual ao projeto.

Os benefícios paisagísticos da utilização de planos verdes são relacionados à amenização de impactos visuais e da poluição do entorno, permitindo a melhoria de ambientes anteriormente percebidos como áridos, agressivos e degradados (MORELLATO, 2010, p.44).

A introdução de telhados e paredes verdes na paisagem urbana pode propiciar um equilíbrio entre a cidade e a natureza. A intenção não é “desurbanisar” a cidade, mas sim resgatar ou agregar qualidades do meio natural em seu dia-a-dia.

MODELOS DE REFERÊNCIA

Atualmente existem variados exemplos de construções que fizeram o uso de jardins verticais em suas superfícies externas. Este estudo abordará três construções, como modelos para estudar diferentes técnicas e ideias da aplicação de jardins verticais no meio urbano.

ACROS Building

No centro da cidade de Fukuoka, ao sul do Japão, existe uma construção inspirada no conceito de uma montanha que foi capaz de integrar um centro comercial com um parque vertical auxiliando no fluxo de vento da cidade juntamente com as características que fazem um prédio verde. O ACROS Building é um prédio comercial de 15 andares que verticalmente abriga um parque que se estende por 14 andares composto por 35.000 plantas. O prédio conta com um sistema de terraços e jardins suspensos cobertos por uma abundante camada vegetal. Projetado pelo arquiteto Emilio Ambasz e completado em 1995, o ACROS Building foi um dos primeiros prédios verdes do mundo. Seus jardins são abertos ao público, que pode realizar atividades físicas pelas rampas e escadas que envolvem o parque vertical (LAMBERTINI, 2007).

O ACROS Building auxilia no aumento da paisagem verde na cidade de Fukuoka juntamente com o isolamento térmico, tanto do interior do prédio quanto da vizinhança a sua volta, além da otimização da iluminação interna pela luz solar. Seu formato de montanha auxilia na redução do efeito de ilha de calor da cidade, ao criar brisas naturais que reduzem a temperatura dos prédios a sua volta (GLOBAL POST, 2011).

Projeto Bosco Verticale

Na cidade de Milão, na Itália, está em fase de construção um projeto que vincula o conceito de construção verde com um novo objetivo, o de reflorestamento urbano. O projeto Bosco Verticale do arquiteto Stefano Boeri propõe adensar a natureza dentro do meio urbano por meio de duas torres habitacionais, uma com 100 e a outra com 76 metros de altura. O projeto visa abrigar 900 árvores (de 3 a 9 metros de altura) entre outras plantas; se fosse expandido no solo, o projeto equivaleria a uma área de 10.000 m² de floresta, e em termos habitacionais equivaleria a uma vizinhança de 50.000 m².

Cada apartamento terá uma varanda com ao menos uma árvore e a proposta é utilizar essa cobertura arbórea para aumentar a qualidade do ar, proteger o prédio da radiação solar e da poluição acústica. Para abastecer o sistema de irrigação das plantas será usada a água cinza gerada pelo próprio prédio (INHABITAT, 2011).

Museu Quai Branly

Elaborado pelo arquiteto Jean Nouvel em parceria com o botânico Patrick Blanc, na cidade de Paris, na França, o jardim vertical do Museu Quai Branly, se estende por toda a parede de 40 metros de altura do museu. Composto de espécies exóticas, esse tapete verde possui diferentes espécies vindas de quatro diferentes continentes. Harmonicamente, a vegetação reveste a parede com diferentes texturas e tons.

A técnica de revestimento uniforme desenvolvida e patenteada por Patrick Blanc consiste no revestimento das paredes do museu por uma chapa de metal fixada na parede do prédio, seguida por um revestimento de placas de PVC a 1 cm de distância da placa metálica, que a torna a prova d'água. É fixada uma geomanta de feltro na placa de PVC e as plantas são então fixadas em cortes feitos nessa geomanta que proporcionam "bolsos" para a fixação das plantas, juntamente com a textura da geomanta que possibilita a fixação das raízes e uma distribuição de água por conta de sua alta capilaridade. Ao todo o peso total da estrutura é inferior a 30 Kg/m², permitindo uma ampla aplicação em diversas estruturas (MORELLATO, 2010; VERTICAL GARDEN, 2012).

No topo da parede é instalado um sistema de irrigação que abastece as plantas. É relevante mencionar que a distribuição de plantas é influenciada no sentido em que, plantas que precisam de mais nutrientes permanecem no topo, enquanto plantas que necessitam de quantidades menores de nutrientes compõem as camadas inferiores da parede. (VERTICAL GARDEN, 2012).

ELABORAÇÃO DO PROJETO

O conceito de vazio urbano define um espaço no meio de uma cidade que foi abandonado ou cessou de exercer sua atividade pela qual foi construído e encontra-se sem qualquer forma de uso que traga benefícios para a população local. Um exemplo comumente observado em muitos centros urbanos, são prédios abandonados. Estes vazios urbanos acabam trazendo uma ampla gama de problemas por conta de seu abandono: abrigo para animais que são vetores de doenças, sujeira, depredação do espaço urbano e das atividades a sua volta, entre outros problemas.

Foi adotado para a realização do projeto de revitalização por meio da implantação de jardins verticais um vazio urbano localizado no centro da cidade de Curitiba/PR. Trata-se de um prédio abandonado de seis pavimentos, localizado em um espaço altamente movimentado do centro comercial da cidade de Curitiba (Figura 1 e 2).



Figura 1: Prédio abandonado. Fonte: Google Earth, 2012.

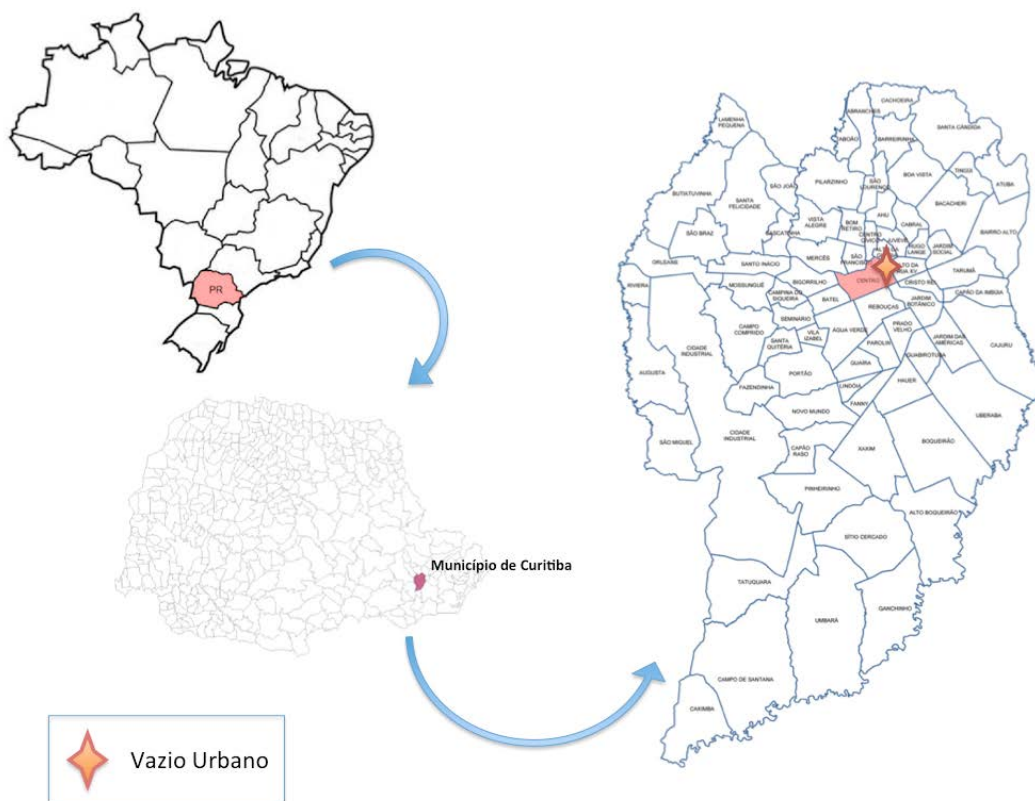


Figura 2: Localização do Prédio Abandonado

A escolha das espécies de plantas para compor o jardim do projeto levou em conta a adaptabilidade das espécies aliada a possíveis benefícios para o meio urbano e a importância de incluírem-se espécies nativas do bioma regional. Considerou-se então a capacidade de purificação do ar e a natividade das plantas, onde foram selecionadas cinco espécies purificadoras: gérbera, lírio da paz, crisântemo, aloe vera, filodendro coração e filodendro orelha de elefante, que se aplicadas em 175,6 m² podem absorver cerca de 18.582.085 microgramas de poluentes (benzeno, tricloroetileno e formaldeído) (NASA, 2012). Das espécies nativas as selecionadas foram: samambaia, justiça vermelha, carqueja, azedinha, erva de passarinho e barba de velho.

O sistema adotado para a estrutura, instalação e manutenção do projeto é o desenvolvido e patenteado pelo cientista botânico francês, Patrick Blanc. Com base na avaliação de outros sistemas de fachadas verdes, considerando visitas feitas a locais com instalações de sistemas diferentes como o Renault Expo Center, localizado no Parque Barigui na cidade de Curitiba, foi escolhido o sistema Patrick Blanc por ter um sistema de irrigação mais eficiente em comparação a outros, visto que não causa a umidificação desnecessária do solo em volta das paredes, como é o caso dos demais sistemas utilizados na cidade de Curitiba.

O sistema desenvolvido por Blanc envolve a aplicação de uma grade com tubos de aço com diâmetro (\emptyset) de 4 cm fixados na estrutura externa no prédio com mesh de 61 m, posteriormente essa grade é revestida com placas de policloreto de vinil (PVC) de 10 mm de espessura (1,22m por 1,44m) que entre elas mesmas são isoladas com uma borda de isolamento de silicone aplicada com uma fita adesiva. Depois a parede de placas de PVC é totalmente revestida um filme de polipropileno que isola a placa de PVC, e em seguida com duas camadas de geomanta sintética aplicadas com grampos (10 mm) de aço inoxidável. A estrutura também precisa de um sistema de umidificação automático regulado por um relógio para controlar a irrigação das plantas e de um sistema inferior estreito para recolher a água que escorre da parede. O sistema consiste em um simples tubo plástico de poliuretano, que tolere mudanças de temperatura. O tubo é colocado horizontalmente no topo da parede com furos de 2 mm de diâmetro a cada 10 cm de distância. A pressão utilizada para o abastecimento do sistema de irrigação é de 3 bars (que é a pressão d'água comumente utilizada em apartamentos) e o sistema é irrigado de 3 a 5 meses por dia dependendo da estação do ano e da exposição do jardim vertical ao sol. Cada irrigação deve durar de 1 a 3 minutos dependendo da altura da parede a ser irrigada. É preciso fazer uma

reposição de nutrientes na água usada para a irrigação do sistema, é recomendado diluir 0,2 gramas de uma solução concentrada para cada litro de água (BLANC, 2008).

Em termos de suporte estrutural, a grade de aço consegue suportar 100 kg/m². O peso da estrutura do jardim vertical possui: 7 kg/m² da camada de PVC, 5 kg/m² da camada da geomanta, 5 kg/m² da água que em determinada hora percorre o sistema, mais 20 kg/m² da camada vegetal, totalizando o peso de 47 kg/m² de superfície de jardim vertical na fachada do prédio. Graças à leve estrutura das placas expandidas de PVC que possui uma densidade de 0,7, o que permite que uma placa de 10 mm pese 7 kg/m², e o formato hexagonal em sua microestrutura resistente à perfuração dos grampos que fixam a geomanta possui a força mecânica de 100 kg/cm² para que o jardim vertical seja fixado com segurança (BLANC, 2008).

Outro fator determinante para a escolha deste sistema foi a camada de geomanta sintética utilizada para a fixação e irrigação das plantas, pois ela é a camada que vai afetar os processos biológicos do jardim vertical. Para a instalação inicial das plantas é feito um corte de 5 a 10 cm (dependendo do tamanho da planta) na camada externa da manta e instalada uma muda de planta com uma pequena quantidade de substrato (BLANC, 2008).

Além da geomanta ser um material fino, ela é um material de alta resistência que não tende a se alargar com o tempo ou se deformar com mudanças de temperatura. Os micro espaços entre as fibras da geomanta permitem que haja a aeração das raízes assim evitando mofo e apodrecimentos e também permitem a expansão das raízes verticalmente e horizontalmente pela superfície da parede, assim a planta obtém uma melhor fixação na superfície vertical e uma maior área de absorção de nutrientes e água. A geomanta também propicia uma alta condutividade do sistema de irrigação por conta de sua boa capilaridade devido às fibras interconectadas de sua estrutura que atuam como uma camada de musgo, imitando uma característica dos ecossistemas florestais. Para facilitar a instalação das plantas, elas são removidas da maior parte da terra e suas raízes inseridas entre as duas camadas da geomanta. Inicialmente, grampos em cada lado da base da planta a seguram no lugar. Mais tarde, as raízes começam a irradiar da planta e progressivamente trabalham seu caminho entre a manta para todas as direções. Graças a essas raízes, ao trançarem a manta e sob os grampos as plantas conseguem plenamente se fixar e sobreviver em um jardim vertical ao longo do tempo. As raízes de alguns arbustos podem chegar a alguns metros de comprimento, sem que nada impeça seu crescimento.

Embora esse sistema não seja o mais barato em termos de materiais de instalação, seu custo benefício em relação à manutenção e operação é mais baixo se comparado a outros sistemas utilizados para o revestimento de paredes com jardins verticais. O alto poder de capilaridade da geomanta permite que seja usada pouca água por m² para irrigação e que haja também pouco desperdício, e a leve estrutura de instalação causa menos impacto de fixação na estrutura predial.

Para dar início aos cálculos estruturais do projeto primeiramente foi preciso determinar os dados estruturais do vazio urbano. Todos os cálculos estruturais foram estimados por não ter acesso as plantas do prédio. Sendo assim, todos os dados estruturais foram estimados com visitas realizadas ao local. O pé direito do piso térreo foi estimado em 4 m de altura e para os demais andares foi usado o valor padrão de 2,8 m para o pé direito. Para a espessura do teto e piso dos andares, também foi utilizado o valor padrão de 0,2 m. A fachada norte do prédio foi estimada com 15 m de comprimento e a fachada leste foi estimada com 9,5 m de comprimento, a altura do prédio foi estabelecida em 19,2 m. A Tabela 1 mostra as quantidades calculadas para os materiais usados na instalação da estrutura do jardim vertical.

Tabela 1: Cálculo de materiais.

Materiais	Cálculo	Quantidade
Tubos de aço	Alinhamento de acordo com as janelas do prédio.	32 Tubos de 4 cm de Ø: 11 Tubos de 19,2 m 13 Tubos de 9 m 7 Tubos de 13 m 1 Tubo de 13,6 m
Placas de PVC	Área Sup. / Área Placa	177 placas
Isolamento de silicone	Perímetro da Placa X 1 cm ² de Espessura do Silicone X Número de placas	941,64 m ²
Filme de polipropileno	Área de parede das fachadas	310,05 m ²
Geomanta	Área de parede das fachadas X 2	620,1 m ²
Grampos de aço inoxidável	20 Grampos por placa de PVC	3540 grampos
Tubo de poliuretano	Soma do comprimento das fachadas	24 m

Propôs-se a cobertura da fachada do prédio com uma grade de tubos de aço de 4 cm de diâmetro (ϕ), seguida por uma placa de PVC de 10 mm de espessura, seguida por um filme de polipropileno de 1 mm, seguido pela primeira camada da geomanta de 2 cm, seguida pela segunda camada da geomanta de 2 cm e finalmente a camada do jardim vertical que pode chegar até 0,5 m de espessura. No projeto, apenas as fachadas norte, leste e o topo do prédio recebem o jardim vertical, pois as fachadas sul e oeste não recebem incidência de luz solar suficiente para o desenvolvimento de um jardim. Com base nos dados estimados do prédio e com os dados do programa Google Earth, foi possível elaborar as plantas do projeto utilizando o software AUTOCAD 2012.

As plantas elaboradas permitiram uma melhor compreensão física do projeto, permitindo que haja um melhor entendimento do que se pretende alcançar com este projeto de revitalização por meio de jardins verticais. Embora o trabalho aqui proposto não almeje abordar uma revitalização das instalações internas do vazio urbano, acredita-se que esta seja uma etapa fundamental para a plena revitalização do prédio abandonado. Porém, levando-se em conta que no seu estado atual o prédio não agrega benefício algum para aquele espaço além de trazer impactos negativos, a simples instalação de jardins verticais irrefutavelmente traria benefícios para aquele entorno.

A melhoria da qualidade do ar pelo jardim vertical pode ser considerada auxílio conveniente para um local com intenso fluxo de carros durante os dias da semana, além de agregar valor paisagístico com as plantas e flores. Criar um projeto ou uma construção que agrega harmonia ao ambiente e ao seu entorno impacta diretamente sua vizinhança, principalmente com o aumento da valorização dos imóveis localizados ao seu redor. Isto significa que, um projeto de revitalização como a instalação de um jardim vertical em um vazio urbano pode, além de resgatar o uso do prédio em si, valorizar todo um bairro que antigamente sofria com a depreciação daquele vazio urbano.

O espaço criado entre a grade de tubos de aço, as placas de PVC e a geomanta juntamente com as plantas produzem uma eficaz barreira de isolamento entre o interior do prédio e o meio ambiente externo. Esse isolamento auxilia o prédio a reter sua temperatura interna, o que é uma vantagem para os meses sazonais com extremos de temperaturas, como é o caso do verão e do inverno.

A camada que auxilia o isolamento térmico também contribui para o isolamento acústico do prédio. A superfície irregular das plantas ajuda na absorção de ondas sonoras, evitando assim a transmissão do barulho externo para dentro do prédio.

A inclusão de espécies nativas no projeto contribui para a instalação de animais da fauna local da floresta ombrófila mista como insetos, pássaros e pequenos répteis. Além de o jardim vertical aumentar a área verde do local, o que inicialmente aumenta a oferta de habitat para insetos, a escolha de 50% de espécies nativas deste bioma contribui ainda mais para que a fauna nativa encontre recursos que sejam familiares. Outro benefício é o fato das plantas nativas já terem maior adaptabilidade com o clima local e possivelmente precisarem de menos manutenção.

O aumento da biodiversidade local além de trazer equilíbrio para o meio ambiente pode agregar qualidade de vida para pessoas, pois podem conviver com novas espécies de pássaros no meio urbano. Outra vantagem é a

criação uma competição espacial entre essas espécies nativas com espécies sinantrópicas endêmicas que atraem problemas para o meio ambiente urbano, como pombos, baratas e ratos. Ao encontrarem abrigo no meio urbano, espécies nativas podem auxiliar na remediação ou controle de pragas urbanas.

O projeto também pode contar com a instalação de um jardim no terraço do prédio. Essa opção agrega a possibilidade de remediar o efeito da impermeabilização do solo que frequentemente afeta grandes centros urbanos. Caso haja a captação de água por um jardim no último piso, o jardim vertical atrasará ainda mais o efeito de percolação da água pluvial, pois tanto a água que atinge a parede quanto a que atinge o topo do prédio passará pela geomanta, sofrendo retardo e assim diminuindo o efeito de impermeabilização tão presentes nos ambientes urbanos.

CONCLUSÕES

A escolha do vazio urbano para a realização do estudo de implantação do projeto de revitalização por meio dos jardins verticais permitiu que o conhecimento agregado na fase de pesquisa bibliográfica pudesse ser aplicado localmente, ou seja, no meio ambiente da cidade de Curitiba. Foi preciso sintetizar o conhecimento agregado para as necessidades e condições existentes na região, o que permitiu que a escolha levasse em conta fatores que poderiam determinar o êxito de um projeto desse porte como o direcionamento do prédio em relação ao Norte, que é a direção em que o Sol atinge diretamente as superfícies no hemisfério sul do planeta.

O sistema de jardim vertical adotado possui pouco peso por área na estrutura, além de apresentar baixo uso de água e pouco desperdício se comparado com outros sistemas. A elaboração do projeto também levou em conta características locais para auxiliar seu processo de adaptação com o meio ambiente externo. Metade das espécies escolhidas para o projeto do jardim são espécies nativas da floresta ombrófila mista. Esta decisão levou em conta fatores como a maior adaptabilidade das plantas que poderá reduzir a necessidade de manutenção exigida e também o aumento da oferta de recursos que possam atrair espécimes da fauna local nativa desse mesmo ecossistema. Também foram incluídas espécies purificadoras do ar.

Conclui-se, portanto, que o projeto de revitalização do vazio urbano tem a capacidade de agregar inúmeros benefícios tanto para o prédio que se encontra em estado de vazio urbano quanto para o seu redor. Porém, para determinar individualmente a magnitude de cada impacto positivo seriam necessários mais estudos com foco específico em ampliar o conhecimento sobre cada benefício que se possa ter no meio ambiente local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIRD, C. Química Ambiental; trad. Maria Angeles Lobo Recio; Luiz Carlos Marques Carrera. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
2. BLANC, P. The Vertical Garden: From Natura to The City; trad. Gregory P. Bruhn. 1ª ed. Nova Iorque: Norton & Company Inc, 2008.
3. DESPOMMIER, D. The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century. 1ª Edição. Nova Iorque, USA: St. Martin's Press, 2010. 305 p.
4. DUNNET, N.; KINGSBURY, N. Planting Green Roofs and Living Walls. 2ª Edição. Portland, USA: Timber Press, Inc., 2008. 328p.
5. FARR, Douglas. Sustainable Urbanism. 1ª Edição. Nova Jersey, EUA. Wiley & Sons Inc. 2008.
6. GLOBAL POST. The ACROS Building: Green From The Ground Up. Disponível em: <<http://www.globalpost.com/video/5676257>> Acesso em: 10 de Junho de 2012.
7. GREEN ROOF. ACROS FUKUOKA. 2010. Disponível em: <<http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>>. Acesso em 06 de Junho de 2012.
8. Google, Software: Google Earth. 2012.
9. HALLIDAY, D. *et al.* Fundamentos da Física, v.2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Tradução: Flávio Menezes de Aguiar, José Wellington Rocha Tabosa. – Rio de Janeiro: LTC, 2006.
10. INHABITAT. Bosco Verticale in Milan Will Be the World's First Vertical Forest. 2011. Disponível em: <<http://inhabitat.com/bosco-verticale-in-milan-will-be-the-worlds-first-vertical-forest/>> Acesso em: 10 de Junho de 2012.
11. LANBERTINI, A.; LEENHARDT, J; Vertical Gardens. 1ª Edição. Londres, Reino Unido: Verba Volant Ltd., 2007. 239p.

12. MORELLATO, Valéria R. Revelando Paisagens: Planos Verdes para Minimização de Impactos na Paisagem de São Francisco do Sul, Santa Catarina. Curitiba (PR): Pontifícia Universidade Católica do Paraná; 2010.
13. NASA, Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement. John C. Stennis Space Center Science and Technology Laboratory, NASA. Setembro de 1989. Disponível em: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930073077_1993073077.pdf> Acesso em: 8 de Setembro de 2012.
14. PATTEN, George F. V. Hydroponic Basics: The Basics of Soilless Gardening Indoors. 1ª Edição. China. Van Patten Publishing. 2004.
15. PHILLY GREEN WALL. Projects Anthropologie Store: GLT. 2008. Disponível em: <<http://phillygreenwall.com/>>. Acesso em: 05 de Junho de 2012.
16. REGISTER, R. Ecocities: Rebuilding Cities in Balance with Nature. 3ª Edição. Ilha de Gabriola, Canada: New Society Publishers, 2010. 373p.
17. RESIDENZE PORTA NUOVA, 2014. Disponível em: <<http://www.residenzeportanuova.com/en/residences-bosco-verticale/>>. Acesso em: 17 dez. 2014.
18. STEFANO BOERI ARCHITETTI. Bosco Verticale. 2012. Disponível em: <<http://www.stefano-boeri-architetti.net/?p=207>> Acesso em: 10 de Junho de 2012.
19. VERTICAL GARDEN. Patrick Blanc. 2012. Disponível em: <<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>> Acesso em: 10 de Junho de 2012.
20. WOODWARD, C. The Age of Flower Towers. Financial Times Magazine, Londres, Out. 2011. Disponível em: <<http://www.ft.com/intl/cms/s/2/03b0f876-ea83-11e0-b0f5-00144feab49a.html#axzz1pUzjEzoX>>. Acesso em: 15 Março de 2014.