POLI-INTEGRA

PÓS-GRADUAÇÃO – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS

DANIELLE DA CUNHA CANDIDO DA SILVA

SISTEMAS DE COBERTURAS VERDES E SUAS CARACTERÍSTICAS

SÃO PAULO

2019

DANIELLE DA CUNHA CANDIDO DA SILVA

SISTEMAS DE COBERTURAS VERDES E SUAS CARACTERÍSTICAS

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Pós-graduação latu-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso.

SÃO PAULO

2019

DANIELLE DA CUNHA CANDIDO DA SILVA

Sistemas de coberturas verdes e suas características

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Pós-graduação latu-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

São Paulo

(2019)

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação-na-publicação

Silva, Danielle
SISTEMAS DE COBERTURAS VERDES E SUAS CARACTERÍSTICAS / D. Silva -- São Paulo, 2019.
69 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Construção e Edifícios 2.Coberturas Verdes 3.Sustentabilidade 4.Métodos Construtivos 5.Engenharia Civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

SILVA, Danielle da Cunha Candido da. **Sistemas de coberturas verdes e suas características.** São Paulo. 2019 (Pós-graduação latu-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Aos meus pais,
irmãos, noivo e mestres
que permitiram concluir
mais esta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder mais essa oportunidade de crescimento e aprimoramento da minha carreira com força e determinação.

Aos meus pais que desde sempre não medem esforços para me ajudar a conquistar o melhor possível.

Aos meus irmãos por aguentarem todas as dificuldades que eu dividi com eles.

Ao meu noivo por estar completamente presente nessa etapa final, porém totalmente decisiva.

Aos meus amigos e familiares pelo apoio e incentivo.

Ao mestre Francisco Ferreira Cardoso pela total ajuda durante as aulas e o desenvolvimento deste.

"Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo." Paulo Freire

RESUMO

O trabalho conceitua sistemas de coberturas verdes a serem aplicados em construções existentes ou novas, e caracteriza exemplos de sistemas disponíveis no mercado; visa também a caracterizar e a identificar os benefícios trazidos pelo uso da cobertura verde em um empreendimento objeto de estudo de caso. A revisão da bibliografia trouxe uma visão inicial das coberturas verdes, do seu papel frente aos desafios da sustentabilidade das construções e das cidades e das políticas públicas que incentivam o seu uso. Os estudos de caso permitiram mostrar que o mercado oferece uma gama ampla de sistemas e que as coberturas verdes podem também ser projetadas e construídas sob medida, em função das características e exigências do empreendimento. Embora os métodos construtivos e as etapas de montagem das coberturas verdes tenham sido o ponto focal deste trabalho, ele não deixou de lado a questão da sustentabilidade, do conforto térmico, retenção de águas pluviais, áreas de lazer entre outros. Além dos cuidados com infiltração e umidade, rotinas de manutenção e sobrecarga.

Palavras-chave: Construção de edifícios. Coberturas verdes. Sustentabilidade. Métodos construtivos.

ABSTRACT

This dissertation conceptualizes green roofing systems to be applied to existing or new buildings, and features examples of commercially available systems; It also aims to characterize and identify the benefits brought by the use of green coverage in a project object of case study. The literature review provided an initial view of green roofs, their role in addressing the sustainability challenges of buildings and cities and the public policies that encourage their use. Case studies have shown that the market offers a wide range of systems and that green roofs can also be custom designed and built according to the characteristics and requirements of a project. Although the construction methods and the green roof assembly steps were the focal point of this work, it did not neglect the issue of sustainability, thermal comfort, rainwater retention, leisure areas, among others. In addition to care with infiltration and humidity, maintenance and overload routines.

Key words: Building construction. Green roofs. Sustainability. Construction methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Construção típica Islandesa – Casa de Turfa 19
Figura 2 Oca típica brasileira 21
Figura 3 Edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública do Rio de Janeiro 22
Figura 4 Na figura (A) pode-se observar os jardins do Vale do Anhangabaú e na figura (B) visualiza-se a cobertura verde do Banco Safra. 23
Figura 5 - Geomembrana de PVC Ecotelhado 30
Figura 6 Módulo cônico de plástico reciclado do Sistema Laminar Alto 31
Figura 7 Argila Expandida do Sistema Laminar Alto 32
Figura 8 Membrana de absorção do Sistema Laminar Alto 32
Figura 9 Sistema Laminar Alto 33
Figura 10 Planta e corte Sistema Laminar Alto 33
Figura 11 Módulo plástico semi-flexível do Sistema Laminar Médio 34
Figura 12 Membrana de não tecido reciclado do Sistema Laminar Médio 34
Figura 13 Substrato do Sistema Laminar Médio 35
Figura 14 Esquema de montagem do Sistema Laminar Médio 35
Figura 15 Planta e corte do Sistema Laminar Médio 36
Figura 16 Bandejas plásticas do Sistema Hidromodular 37
Figura 17 Módulo Piso Nuvem do Sistema Hidromodular 37
Figura 18 Modelo esquemático de montagem do Sistema Hidromodular 38
Figura 19 Corte Sistema Laminar Hidromodular com Tampa 39
Figura 20 Corte Sistema Laminar Hidromodular 39
Figura 21 Bandeja plástica do Sistema Alveolar Leve 40
Figura 22 Membrana de retenção de água do Sistema Alveolar Leve 41
Figura 23 Substrato do Sistema Alveolar Leve 41
Figura 24 Modelo esquemático de montagem do Sistema Alveolar Leve 42
Figura 25 Corte Sistema Alveolar Leve 42
Figura 26 Módulo flexível alveolar plástico do Sistema Alveolar Grelhado 43
Figura 27 Manta para retenção de água do Sistema Alveolar Grelhado 43
Figura 28 Recipiente Cilíndrico Plástico do Sistema Alveolar Grelhado 44
Figura 29 Substrato do Sistema Alveolar Grelhado 44

Figura 30 Vegetação do Sistema Alveolar Grelhado 45
Figura 31 Modelo esquemático do Sistema Alveolar Grelhado 45
Figura 32 Modelo esquemático de montagem do Sistema Alveolar Grelhado46
Figura 33 – Esquemático de montagem de uma Cobertura Verde Convencional.....46
Figura 34 Sistema Laminar Alto implantado no *showroom* da Ecotelhado.....48
Figura 35 Sistema Alveolar Leve implantado no *showroom* da Ecotelhado ...49
Figura 36 Sistema Hidromodular implantado no *showroom* da Ecotelhado....50
Figura 37 Mapa de localização do Edifício Jatobá.....51
Figura 38 Espelho d'água da entrada do Edifício Jatobá 52
Figura 39 Fachada do Edifício Jatobá 52
Figura 40 Imagem aérea do Edifício Jatobá 54
Figura 41 Detalhe do corte da laje da cobertura do Edifício Jatobá 55
Figura 42 Vegetação inserida na cobertura do Edifício Jatobá.....56
Figura 43 Arbustos inseridos na cobertura do Edifício Jatobá.....56
Figura 44 Árvores inseridas na cobertura do Edifício Jatobá.....57
Figura 45 Detalhe da saída de água "ladrão" do Edifício Jatobá. 57
Figura 46 Ponto de irrigação central da cobertura verde do Edifício Jatobá...58
Figura 47 Ponto de irrigação lateral da cobertura verde do Edifício Jatobá....59
Figura 48 Cerejeira e Pitangueira na cobertura verde do Edifício Jatobá.....60
Figura 49 Romãnzeira e Romã na cobertura verde do Edifício Jatobá 60
Figura 50 Acerola e Grumixama na cobertura verde do Edifício Jatobá.....61
Figura 51 Jabuticabeira na cobertura verde do Edifício Jatobá.....61
Figura 52 Vegetação rasteira, Alecrim e Capim Santo na cobertura verde do Edifício Jatobá.....62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1 Justificativa 14
1.2 Objetivo 15
1.3 Métodos de pesquisa 15
1.4 Estrutura do Texto 16
2. REVISÃO DA LITERATURA 17
2.1 Cobertura Verde 17
2.2 História das Coberturas Verdes 18
2.3 Utilização de Coberturas Verdes no Brasil 20
2.3.1 A Legislação brasileira 23
2.4 Sustentabilidade e Coberturas Verdes na Construção Civil 27
2.5 Tipos de Sistemas de Coberturas Verdes 28
3. ESTUDO DE CASO 30
3.1 Os Sistemas 30
3.1.2 Sistema Laminar Médio 33
3.1.3 Sistema Hidromodular 36
3.1.4 Sistema Modular Alveolar Leve 39
3.1.5 Sistema Modular Alveolar Grelhado 42
3.1.6 Sistema Convencional (não pré-fabricado) 46
3.2 *Showroom* 47
3.3 Visita Técnica – Condomínio Jatobá 51
3.3.1 Características técnicas do empreendimento: 53
3.3.2 Cobertura verde e paisagismo do edifício 53
3.3.3 Irrigação da cobertura verde e jardins 58
3.3.4 Tipos de vegetação existentes na cobertura do Edifício Jatobá 59
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 63
REFERÊNCIAS 65
REFERÊNCIAS DE FIGURAS 68

1. INTRODUÇÃO

Segundo Brasil (2010), a cobertura verde é um dos mais novos campos de desenvolvimento no mundo na área de ecologia, horticultura e da arquitetura sustentável e sua comunidade ao redor do mundo vem crescendo rapidamente.

A opção de construir com coberturas verdes busca amenizar os efeitos da substituição da vegetação natural por construções, em sua grande maioria em concreto e asfalto, além de ter se tornado umas das exigências dos consumidores e uma necessidade das metrópoles, pois aliam proteção ambiental com diferencial mercadológico. (Brasil, 2010)

Atualmente os telhados podem ser divididos entre intensivos e extensivos, diferenciando-se basicamente pelo tipo de vegetação e manutenção a ser utilizada em cada um deles.

Esse tipo de construção busca transformar as coberturas verdes em pequenos pulmões das grandes cidades para facilitar a circulação atmosférica, melhorar o clima e o consumo de energia além de melhorar o conforto térmico no interior das edificações. (Righi et al, 2016)

O presente estudo busca entender parte dos sistemas de coberturas verdes disponíveis hoje no mercado e caracterizá-los.

1.1 Justificativa

O desenvolvimento sustentável vem sendo discutido na construção civil e em outras áreas progressivamente, pois o mesmo busca uma forma de desenvolvimento econômico baseado nos recursos naturais e no meio ambiente não apenas para as gerações presentes, mas também para as futuras e o impacto das atividades humanas deve ser tratado cada vez com mais atenção junto a este tema. De acordo com (GETTER; ROWE (2006) apud FERRAZ (2012)), há algumas décadas, quando a malha urbana não era tão densa, a natureza estava presente nas cidades de forma significativa.

Com o desenvolvimento industrial e os projetos de urbanização do início do século XX, além do asfalto, que substituiria os pavimentos de pedra, as cidades lentamente tornaram-se lugares impermeáveis que não seriam mais mescladas à

vegetação. O ecossistema, que antes era balanceado, portando capaz de absorver a água das chuvas e o excesso de radiação solar, sofreu considerável desequilíbrio.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente Brasileiro, o setor da construção civil tem papel fundamental para realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais.

A análise dos sistemas de coberturas verdes e suas características busca verificar alternativas de minimizar os impactos o causados pela construção civil no meio ambiente, entender e caracterizar os sistemas para utilizá-los de maneira eficiente.

1.2 Objetivo

O presente estudo busca entender os sistemas de coberturas verdes a serem aplicados em construções (existentes ou novas), e caracterizar exemplos de sistemas disponíveis no mercado.

As características analisadas de interesse dizem respeito à montagem dos sistemas, bem como a aqueles referentes ao conforto térmico e às dimensões socioambientais da sustentabilidade por eles propiciadas.

1.3 Métodos de pesquisa

A realização do presente trabalho se baseia na revisão bibliográfica de monografias e trabalhos de conclusão de curso, materiais teóricos de apoio a aulas, artigos, livros, etc.

Apoia-se também em dois estudos de caso: um que envolveu visita ao *showroom* de uma empresa especializada em coberturas verdes e à interlocução com membros da equipe técnica lá presentes; e outro à visita técnica a um edifício que foi projetado e construído com esse tipo de cobertura, que incluiu conversa com o arquiteto coordenador responsável pelo projeto do edifício visitado.

1.4 Estrutura do Texto

O trabalho é apresentado em quatro capítulos contendo a introdução, revisão da literatura, estudo de caso e considerações finais e bibliografia. Os capítulos foram estruturados conforme abaixo.

Capítulo 1: Esse capítulo é composto pela introdução que explica sucintamente sobre coberturas verdes e a busca pela utilização das mesmas hoje em dia. Aborda o objetivo do trabalho adiantando sobre o que será tratado, os métodos de pesquisa utilizados, explicando os meios de pesquisa abordados e a estrutura geral do texto.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: Neste, primeiramente é realizado uma breve explicação sobre o conceito de coberturas verdes. Focado principalmente na revisão teórica juntamente com a utilização das coberturas verdes no Brasil, relação entre sustentabilidade e coberturas verdes na construção civil e os tipos de coberturas verdes, intensiva e extensiva.

Capítulo 3 – Estudo de caso: Contempla os sistemas de coberturas verdes existentes que são realizados na empresa no estudo de caso, o detalhamento da visita realizada no *showroom* da empresa e a visita técnica no condomínio que opera com cobertura verde.

Capítulo 4: Traz os comentários finais e as conclusões.

O texto finaliza com as referências utilizadas para o seu desenvolvimento, sobretudo bibliográficas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento da monografia foi baseado principalmente em pesquisas bibliográficas e documentais, que permitiram a conceituação dos sistemas de coberturas verdes a serem aplicados em construções existentes ou novas, bem como a caracterização de exemplos de sistemas construtivos existentes no Brasil, no que se refere às características executivas e aspectos como o conforto térmico e sustentabilidade ambiental, incluindo informações históricas do emprego dessa tecnologia no Brasil e no mundo e de suas propriedades.

2.1 Cobertura Verde

De acordo com a NBR 15575:2013 (ABNT, 2013), Sistemas de Coberturas são: “Conjunto de elementos/componentes dispostos no topo da construção, com a função de assegurar a estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termo acústico da edificação habitacional”

Ainda de acordo com a NBR 15575:2013, os sistemas de coberturas podem ser compostos por telhado (de alpendre, de duas águas, de quatro águas ou em arco), terraço e laje plana.

“O telhado surge com a função de revestir a edificação contra a ação de intempéries e assume ainda a função de isolar a edificação de poeiras e entrada de pequenos animais, assim como garantir proteção acústica a edificação.” (SAVI (2012)). São sistemas usualmente compostos por três partes: telhamento (composto por telhas de diferentes materiais, tamanhos, cores, capacidade de escoamento de água, etc.), estrutura portante (de madeira, aço, alumínio, alvenaria, concreto, etc., combinados ou não) e sistema de água pluviais (em metais, plásticos, etc.).

As coberturas verdes, também conhecidas como coberturas vegetais, telhados verdes ou jardins suspensos, são caracterizadas pela cobertura das edificações ou construções em gerais com determinado tipo de vegetal, podendo ser grama, plantas ou ambas. Segundo Snodgrass e Mclntyre (2010), apud Santos (2018), coberturas verdes, telhados vivos ou eco telhados são coberturas de edifícios que utilizam plantas para melhorar seu desempenho e aparência. A

vegetação pode variar de pequeno até grande porte, o que vai definir sua classificação como cobertura verde intensiva ou extensiva.

De acordo com Osmundson (1999), apud Ferraz (2012), uma cobertura verde é qualquer espaço aberto, plantado, com o propósito de proporcionar satisfação ao homem além das melhorias ambientais, e que seja separado do solo por uma edificação ou qualquer outra estrutura.

Neste trabalho entende-se que a definição apresentada por Snodgrass e Mclntyre (2010), apud Santos (2018) apresenta a melhor explicação a respeito de coberturas verdes. Entende-se que o uso do termo “cobertura verde” é mais adequado do que “telhado verde”, pelo fato de os sistemas oferecidos no mercado usualmente não incluírem o uso de telhas, como se verá adiante.

2.2 História das Coberturas Verdes

O registro mais antigo de cobertura verde vem de 600 anos a.C, na antiga Mesopotâmia, atual Iraque, a qual possuía construções chamadas *“Zigurates”* (construção de grandes dimensões, com diversos andares de formato piramidal, característica da Mesopotâmia, geralmente com funções religiosas, segundo Führ, 2018) que comportavam jardins suspensos. Logo após, há cerca de 2700 anos, surgiram outros exemplos como os *“Jardins suspensos da Babilônia”*, caracterizados por jardins distribuídos em patamares suspensos até cerca de 100 metros de altura.

Em países de climas frios, como a Islândia e os países escandinavos, as coberturas verdes surgiram no início do século IX como maneira de conservar o calor das construções. Entretanto, não eram utilizadas de maneira sistematizada como se pode observar na Figura 1, uma construção típica islandesa denominada por “Casa de Turfa[1]”(FLORIOS, 2016) e que são utilizadas até os dias até os dias atuais.

[1] Turfa: Combustível formado por matérias vegetais, mais ou menos carbonizadas. (Aurélio, 2018)

Figura 1 Construção típica Islandesa – Casa de Turfa

Fonte: https://www.videoblocks.com/video/iceland-vidimyrikirkia-near-varmahlid-in-northern-iceland-vidimyri-church-turf-church-one-of-prettiest-examples-of-old-church-architecture-pketapl

Na Alemanha, o mercado de coberturas verdes expandiu-se rapidamente nos anos 80 com um crescimento na taxa anual de 15 a 20%, estimulado em grande parte por legislações e incentivos. Sttutgard exige que os novos edifícios industriais tenham coberturas planas e telhados verdes. Na Escandinávia, os telhados eram cobertos por camadas de grama, abaixo das quais haviam pesadas vigas de madeira intercaladas com cascas de bétula, árvore típica de clima temperado, que atuava como camada de impermeabilização (RODRIGUEZ, (2006), *apud* SADDI; MOURA (2010)).

De acordo com PECK *et al* (2009), os dois defensores modernos da tecnologia dos telhados verdes foram os arquitetos Le Corbusier e Frank Lloyd Wright. Le Corbusier idealizou os telhados como um local para espaço verde urbano. Wright concebeu os telhados como um modo para integrar os edifícios com coberturas verdes com a paisagem, porém não havia ciência do profundo impacto ambiental e econômico que esta tecnologia poderia ter sobre a paisagem urbana.

Até meados do século 20 esse sistema construtivo era visto como uma prática de construção vernacular. Na década de 1960, devido ao rápido declínio do espaço verde nas áreas urbanas e qualidade degradada do ambiente urbano, o interesse em telhados verdes como “solução verde” foi desencadeada no norte da Europa. (PECK *et al*, 2009)

> *"[...]Com o desenvolvimento do concreto assim como material de cobertura nos meados de 1800, começaram a ser construídas as coberturas planas nas maiores cidades da Europa e América. Uma exibição mundial em 1868 em Paris incluiu um projeto de concreto de cobertura natural, o primeiro de muitos projetos experimentais no oeste europeu. A construção de blocos de apartamentos com terraços planos e jardins em Paris em 1903, um restaurante com um jardim na cobertura em Chicago em 1914, desenhado por Frank Lloyd Wright, e um projeto similar por Walter Gropius em Colônia – Alemanha, no mesmo ano, constituíram-se como projetos experimentais que a princípio tinham somente a visão ornamental. O Arquiteto Le Corbusier foi talvez o primeiro a usar coberturas verdes mais sistematicamente a partir dos anos 20, mas somente dentro do contexto de construções de elite, para clientes ricos" (HENEINE (2008))*

2.3 Utilização de Coberturas Verdes no Brasil

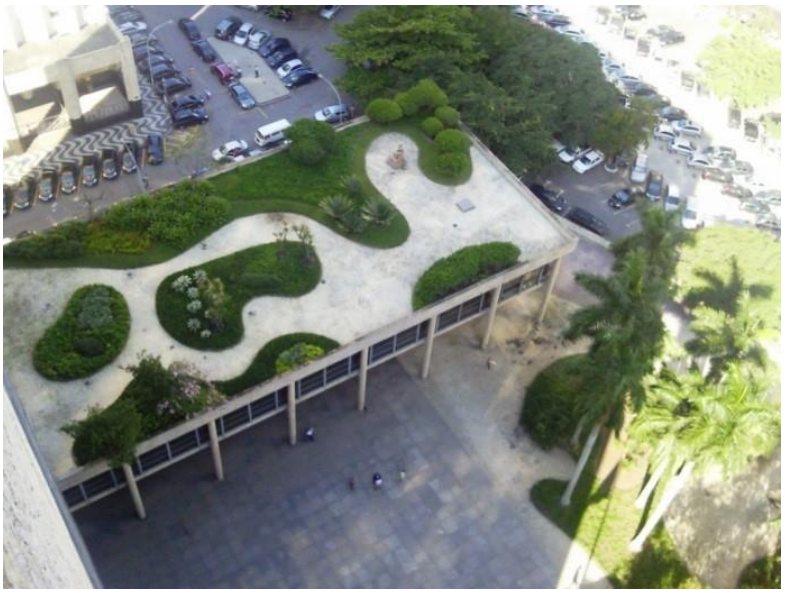
As primeiras construções brasileiras, as ocas indígenas ilustrada na Figura 2, são até os dias atuais, feitas com o uso de folhas ou fibras vegetais, porém com a chegada dos colonizadores portugueses alguns métodos arquitetônicos foram introduzidos nas construções, advindos da cultura europeia como edificações sólidas de alvenaria de pedra e cal ou taipa de pilão, cobertas com telhas cerâmicas de uso tradicional na Península Ibérica, como em toda região de influência do antigo Império Romano (LA PASTINA (1999)).

Figura 2 Oca típica brasileira

Fonte: https://escola.britannica.com.br/artigo/oca/483413

No Brasil, segundo Vasconcellos (2005), Le Coubusier realizou consultoria a Lúcio Costa e Oscar Niemeyer no projeto do prédio do Ministério da Educação e Saúde Pública do Rio de Janeiro, que foi construído entre 1936 e 1945 e encontra-se ilustrado na Figura 3, utilizou os cinco pontos arquitetônicos sistematizados por Coubusier, que são as plantas livres, teto jardim (*toit-jardin*), fachada livre, pilotis e aberturas horizontais. Executado sobre uma marquise, o Terraço-jardim se encontra em posição oposta à projeção da ala do auditório que se projeta do bloco principal e seu projeto foi coordenado por Roberto Burle Marx.

Figura 3 Edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública do Rio de Janeiro



Fonte: https://www.archdaily.com.br/br/01-134992/classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe/520e7b16e8e44e4bf9000112-classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe-imagem

Segundo FERRAZ (2012), no Brasil, desde a década de 1990, a utilização de coberturas verdes vem se expandindo lentamente. Os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são os que mais se destacam na utilização desse sistema, havendo inclusive leis de incentivo à construção de coberturas vegetais. O método construtivo de coberturas verdes no Brasil possui hoje técnicas modernas e adaptáveis a diversos tipos de construção.

Em 1988, o paisagista Roberto Burle Marx executou a cobertura verde no Banco Safra em São Paulo, e em 1992 os arquitetos Rosa Grená Kliass e Jamil Kfouri projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú, também em São Paulo (TOMAZ (2008)), conforme pode-se observar na Figura 4 (A) e (B).

Figura 4 Na figura (A) pode-se observar os jardins do Vale do Anhangabaú e na figura (B) visualiza-se a cobertura verde do Banco Safra.

(A) (B)

Fonte: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/15.060/5386?page=3
https://jornaldofarol.com.br/2019/04/12/sextou-na-praca-promove-happy-hour-no-vale-do-anhangabau/

Em 1998, foi criado o Leadership in Energy and Environmental Design® (LEED), sistema de classificação de edificações segundo critérios de sustentabilidade, no qual as Coberturas Verdes contribuem com pontos no sistema de classificação o que incentiva a utilização da técnica para a obtenção do certificado de construção ecológica.

Outros sistemas de certificação como o Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, Certificação AQUA-HQE - Alta Qualidade Ambiental e Selo Procel Edifica também usam as Coberturas Verdes com contagem de pontos no sistema de classificação.

2.3.1 A Legislação brasileira

Segundo o site Vertical Garden (2019), por meio das coberturas verdes o Brasil tem dado passos importantes em relação ao cuidado com meio ambiente.

Pernambuco, Rio Grande do Sul, Piauí e São Paulo são as localidades brasileiras que mais se destacam quando se trata de práticas de políticas públicas governamentais aliadas à sustentabilidade, sobretudo de âmbito municipal.

“No Recife (PE), há uma lei de 2015 - Lei Municipal 18.112/2015 - que obriga prédios residenciais com mais de quatro pavimentos a introduzir um telhado verde na edificação. Esta é uma das medidas mais relevantes hoje no Brasil” (Vertical Garden, 2019), além de prever a construção de reservatórios para captação de água

da chuva em novos imóveis acima de 500m² e que tenham 25% do solo impermeabilizado.

De acordo com a Lei Municipal 18.112/2015 Art.1º: “exclusivamente para os edifícios multifamiliares descritos no caput, nas áreas de lazer situadas em lajes de Piso, no percentual de 60% (sessenta por cento), e nas áreas de lazer em pavimento de coberta, em pelo menos, 30% (trinta por cento) de sua superfície descoberta”.

Já em Porto Alegre, “Nos terrenos cujas áreas ficam entre 151 e 300 m², o percentual mínimo de área livre é 7%. E nos terrenos entre 301 e 1.500 m², o índice sobe para 70% da área remanescente da taxa de ocupação” (Vertical Garden, 2019).

No Piauí, é levado em conta as ações sustentáveis para obras realizadas pelo Estado.

Em São Paulo, “foi publicado em março de 2015 o decreto nº 55.994, que regulamenta o Termo de Compensação Ambiental (TCA) no Município de São Paulo. Segundo o TCA, jardins verticais e telhados verdes podem ser utilizados como compensação ambiental”. (Vertical Garden, 2019)

Em dezembro de 2016, também no município de São Paulo, foi aprovado pela Prefeitura o Decreto Nº 57.565 que regulamenta a aplicação da Quota Ambiental, que, conforme o site Vertical Garden (2019), prevê um conjunto de regras que preservam o meio ambiente em edificações novas ou reformas, sendo que dentre elas conta o uso de coberturas verdes.

Sendo assim, tem-se:

- Cidades com leis de compensação ambiental em construções urbanas:
  Porto Alegre/RS: Lei Complementar 434/1999;
  Canoas/RS: Lei 5840/2014
  São Paulo/SP: Decreto 53.889/2013 (alterado pelo Decreto 55.994/2015) – telhados verdes e jardins verticais podem ser utilizados.

- Cidades com Leis que promovem obrigatoriedade no uso de cobertura verde:

Recife/PE: Lei 18.112/2015
Guarulhos/SP: Lei 7031/2012
João Pessoa/PB: Lei 10.047/2013

- Cidades com Normas que promovem uso da cobertura verde por meio de certificações/selos de sustentabilidade:
  Rio de Janeiro/RJ: Selo “Qualiverde”
  Salvador: Decreto 25899/2015 (substituída pelo Decreto 29.100, de 2017)

De acordo com o WallGreen, o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) é um tributo municipal previsto na Constituição Federal, que deve ser pago pelos proprietários de imóveis localizados em toda e qualquer zona urbana. Nos últimos anos, algumas prefeituras brasileiras instituíram o chamado “IPTU Verde”, com o objetivo de incentivar práticas sustentáveis individuais em residências e edifícios. Ou seja, o chamado IPTU Verde é um programa que aplica descontos para aqueles que adotam práticas sustentáveis em sua propriedade urbana. (WallGreen).

Estão entre as principais medidas incentivadas pelo programa:

- Instalação de sistemas de captação de água de chuva e/ou de reuso de água;
- Construção de cobertura vegetal (telhado verde e jardins verticais);
- Presença de áreas permeáveis maiores do que as exigidas pela municipalidade;
- Instalação de sistema de captação de energia solar;
- Plantio de árvores em frente à residência;
- Construção com materiais sustentáveis.

No Quadro 1, pode-se verificar as cidades que adotam o IPTU Verde.

Quadro 1 - Cidades do Brasil que adotam IPTU Verde

Tietê - SP, concede até 100% de desconto através da Lei nº 3087/2009 – Autoriza o Poder Executivo a instituir o projeto de preservação ambiental no município de Tietê "IPTU Verde", conceder redução do IPTU na forma que especifica e dá outras providências.
Campos do Jordão – SP, concede até 90% de desconto através da Lei nº 3157/2008 – Dispõe sobre desconto no IPTU referente a imóveis com área verde preservada.
Colatina – ES, concede até 50% de desconto através da Lei 4537/1999 – Fica denominado "Manto Verde" o presente projeto de lei que visa autorizar descontar 50% (cinquenta por cento) no IPTU dos proprietários de terrenos urbanos com declividade igual ou superior a 40% (quarenta por cento) que promoverem reflorestamento.
Araraquara – SP, concede até 40% de desconto através da Lei nº 7152/2009 – Concede isenção de imposto predial e territorial urbano para propriedades que conservarem área arborizada – IPTU Verde.
Goiânia – GO, concede até 27% de desconto através da Lei Complementar nº 235/2012 – Institui o Programa IPTU Verde no município de Goiânia.
Americana – SP, concede até 20% de desconto através da Lei nº 4448/2007 – Autoriza o Poder Executivo a conceder redução do IPTU a imóveis dotados de áreas verdes descobertas com solo permeável, na forma que especifica, e dá outras providências.
Seropédica – RJ, concede até 15% de desconto através da Lei nº 526/2014 – Dispõe sobre a criação do programa de incentivos ambientais intitulado "IPTU Verde".
Camboriú – SC, concede até 12% de desconto através da Lei nº 2544/2013 – Institui o programa de incentivo e desconto, denominado "IPTU Verde" no âmbito do município de Camboriú e dá outras providências.
Barretos – SP, concede até 10% de desconto através da Lei Complementar nº 122/2009– Dispõe sobre o desconto de 10% (dez por cento) no imposto predial e territorial urbano – IPTU, ao contribuinte que fizer adesão ao programa "Município Verde".
Ipatinga – MG, concede até 8% de desconto através da Lei nº 2646/2009 – Cria o programa IPTU Verde e autoriza a concessão de desconto no imposto predial e territorial urbano – IPTU como incentivo ao uso de tecnologias ambientais sustentáveis.
Salvador – BA, concede até 10% de desconto através da Lei nº8.474/2013 – cria o Programa de Certificação Sustentável em edificações no Município de Salvador, denominado IPTU VERDE.

Salvador - BA: Decreto 25899/2015 (substituída pelo Decreto 29.100, de 2017) cria certificação sustentável com direito a desconto do IPTU a quem instala tecnologias como telhados verdes, reaproveitamento da água da chuva, etc.
Guarulhos - SP: Lei 6793/2010, oferece descontos do IPTU que vão de 3% a 5% por tecnologias, que podem ser os telhados verdes, painéis fotovoltaicos, sistemas de captação de água da chuva, etc.
Santos - SP: Lei Complementar 913/2015, dispõe sobre o incentivo à implantação do “Telhado Verde ” nos condomínios verticais do Município de Santos.

Fonte: https://www.wallgreen.com.br/index.php?pagina=legislacao adaptado

2.4 Sustentabilidade e Coberturas Verdes na Construção Civil

De acordo com COSTA (1982) *apud* SAVI (2012), a arquitetura ecológica é a *“arte de construir habitações aproveitando, na luta contra o desconforto criado pelo meio, apenas os recursos imediatos propiciados pela própria natureza, sem alterar o equilíbrio ecológico do mesmo”.*

Segundo CORBELLA; YANNAS (2003), devido ao desenvolvimento, globalização, baixo custo e abundância dos combustíveis e energia, os princípios de sustentabilidade, como conforto térmico e acústico e iluminação natural nas construções foram deixados de lado onde sistemas artificiais começaram a ser usados para substituí-los. Em 1973, com a primeira crise de energia, produzida pelo grande aumento do preço do petróleo, valorizou-se o que foi chamado de arquitetura solar, que se preocupava em incorporar energia solar aos edifícios. Segundo os autores, assim valorizou-se a arquitetura que é preocupada com o clima local, visando ao conforto ambiental do ser humano, bem como à recuperação do planeta, a chama Arquitetura Bioclimática.

O novo milênio carrega preocupações como o efeito estufa, a crise energética, a emissão de CO2, a escassez de combustíveis fosseis e a racionalização de água. Tais preocupações vêm se refletindo na busca pela sustentabilidade, de soluções que equilibrem as altas taxas de crescimento populacional, com baixos impactos ambientais, e na saúde das pessoas. (SAVI (2012)).

"Os edifícios são os poluentes mais nocivos, consumindo mais da metade de toda a energia utilizada nos países desenvolvidos e produzindo mais da metade de todos os gases que vêm modificando o clima" (ROAF *et. al.* (2006)).

ALVES (2012) afirma que "*Construir algumas cidades ecológicas pode até ser relativamente fácil, difícil vai ser tornar todas as demais cidades sustentáveis, com economia de baixo carbono e com baixo impacto ambiental".*

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

> *"As atividades do setor da construção são vitais para a concretização das metas nacionais de desenvolvimento socioeconômico: proporcionar habitação, infraestrutura e emprego. Ao mesmo tempo, por meio do esgotamento da base de recursos naturais, da degradação de zonas ecológicas frágeis, da contaminação química e do uso de materiais de construção nocivos para a saúde humana, elas podem ser uma fonte importante de danos ambientais"* (AGENDA 21, 2002).

A Agenda 21 diz:

> *"Adotar normas e outras medidas regulamentadas que promovam um uso mais intenso de projetos e tecnologias que façam uso da energia de forma eficiente e que utilizem os recursos naturais de forma sustentável e adequadamente, tanto do ponto de vista econômico como ambiental"* (AGENDA 21, 2002).

2.5 Tipos de Sistemas de Coberturas Verdes

As coberturas verdes podem ser classificadas de duas formas, Intensiva e Extensiva (BIANCHINI; HEWAGE (2012)). A intensiva se caracteriza com mão de obra qualificada para manutenção, segundo MINKE (2004), enquanto a extensiva se caracteriza por utilizar vegetação com boa capacidade de regeneração.

Cobertura verde intensiva

Segundo FERRAZ (2012), cobertura verde intensiva é a que mais se assemelha a um jardim, suporta árvores de grande porte e arbustos. De acordo com o *Green Roof Internacional Association*, as coberturas intensivas são aquelas que precisarão de cuidados posteriores como rega, poda, uso de fertilizantes etc. Dependendo do tipo e necessidade de vegetação, necessitam de um solo com cerca de 15 a 21 cm de profundidade e o peso dessa camada pode ser superior a 120 kg/m² (HENEINE (2008)).

Ainda segundo HENEINE (2008), esse tipo de cobertura forma uma proteção para as construções que estão sob ela quanto à impermeabilização e conforto térmico, além de ter como vantagem um belo conforto paisagístico.

Segundo Saddi; Moura (2010):

> *"Este tipo de cobertura é geralmente utilizado em grandes estruturas, onde há coberturas planas e na maioria das vezes, quando já estava previsto antes da construção. Isso, por causa do elevado peso que deve ser contabilizado no cálculo estrutural. Caso não sejam planejadas anteriormente exigem que seja feito um reforço da estrutura."*

Cobertura verde extensiva

A cobertura verde extensiva é aquela que possui uma vegetação que, após consolidada ao longo do tempo, não requer cuidados ou manutenções constantes ou especiais (HENEINE, 2008). De acordo com KÖEHLER *et al*. (2002) *apud*, Savi (2012), a sobrecarga na estrutura para esse tipo de cobertura é muito menor, ficando próximo ao peso de coberturas de telha de concreto.

As coberturas verdes extensivas raramente são abertas a circulação de pessoas, a menos que sejam previstas passagens; são coberturas vegetais com enraizamento superficial, e seu peso é reduzido. Devido à espessura reduzida das camadas de suporte e à leveza dos vegetais, têm a vantagem de ser executadas em coberturas já existentes.

3. ESTUDO DE CASO

O presente estudo se deu junto a empresa brasileira Ecotelhado que tem sede no Rio Grande do Sul desde 2005 e possui cinco tipos de coberturas verdes, sendo elas o Sistema Laminar Alto, Sistema Laminar Médio, Sistema Hidromodular, Sistema Alveolar Leve e Sistema Alveolar Grelhado.

3.1 Os Sistemas

A empresa Ecotelhado dispõe de cinco tipos de coberturas verdes (Sistema Laminar Alto, Sistema Laminar Médio, Sistema Hidromodular, Sistema Alveolar Leve e Sistema Alveolar Grelhado).

Para aumentar a eficácia de seus sistemas e evitar manifestações patológicas decorrentes da perfuração de sistema de impermeabilização pelas raízes das plantas, a empresa Ecotelhado dispõe de um sistema de impermeabilização chamado Geomembrana de PVC.

Geomembrana de PVC: este sistema possui grande maleabilidade, com capacidade de alongar 400%, resistência mecânica, impermeabilidade garantida por soldagem por termofusão e resistência à punção. É uma membrana inorgânica que oferece proteção anti-raízes, ou seja, impede a passagem das raízes gerando infiltrações. O uso da geomembrana é ilustrado na Figura 5. (ECOTELHADO, 2019)

Figura 5 - Geomembrana de PVC Ecotelhado

Fonte: https://ecotelhado.com/sistema/ecotelhado-telhado-verde/impermeabilizacao/

3.1.1 Sistema Laminar Alto

O sistema atua como um piso elevado, abaixo do qual se encontra um grande reservatório de águas pluviais com uma lâmina de água de 160 l/m², que possibilita menor necessidade de irrigação da vegetação bem como o armazenamento de água para o uso externo.

Materiais:

- Módulo rígido, preto, Ecodreno, fornecido em peças, fabricado com plástico reciclado com dimensões de 0,3 x 0,33 x 0,18 m, com a finalidade de drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), reservatório d'água, sem necessidade de irrigação superficial. Pode-se observar o módulo na Figura 6

Figura 6 Módulo cônico de plástico reciclado do Sistema Laminar Alto

Erechim et al. (2019a) Folder – Sistema Laminar Alto

- Substrato de cor acinzentada escuro, composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem, com baixo peso específico, com a finalidade de proporcionar baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.

- Argila expandida de cor marrom clara, substrato leve, proporcionando baixa carga e suporte para as raízes, com grande poder de retenção de água. Pode-se observar o substrato na Figura 7

Figura 7 Argila Expandida do Sistema Laminar Alto

Erechim et al. (2019a) Folder - Piso Laminar Alto

- Membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo com espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Tem como finalidade a retenção de água. Pode-se observar a membrana na Figura 8

Figura 8 Membrana de absorção do Sistema Laminar Alto

Erechim et al. (2019a) Folder - Sistema Laminar Alto

- Membrana de tonalidade preta, fornecida em rolo, em composição polietileno de Alta Densidade (PEAD) com espessura de 200 micras, rolos de 4m x 100m, com finalidade de proteger a impermeabilização contra as raízes.

Montagem:

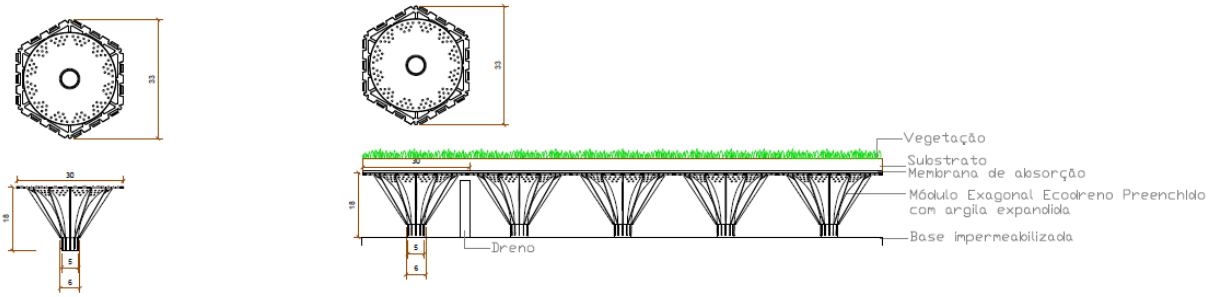
A montagem ocorre com a disposição de uma membrana para auxiliar na retenção de água anti-raízes em toda a área da laje que receberá o sistema; em seguida, são dispostos os módulos rígidos. Finalizando, são adicionados a argila expandida a membrana de absorção e a vegetação. Pode-se observar o acabamento da cobertura na Figura 9.

Figura 9 Sistema Laminar Alto

Erechim et al. (2019a) Folder - Sistema Laminar Alto

Na Figura 10 pode-se verificar também o esquemático da planta e corte do sistema.

Figura 10 Planta e corte Sistema Laminar Alto



Erechim et al. (2019a) Folder – Sistema Laminar Alto

3.1.2 Sistema Laminar Médio

O sistema se caracteriza pela utilização de um módulo de 7 cm de altura, responsável pela reserva de água de até 50l/m², proporcionando irrigação da vegetação por capilaridade.

Materiais:

- Módulo semi-flexível, preta, fornecida em placas, produzido em material de plástico reciclado com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,07 m. Este módulo apresenta retenção de água de 50 l/m² de drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), reservatório d'água, sem necessidade de irrigação superficial. Na Figura 11 pode-se observar o módulo plástico.

Figura 11 Módulo plástico semi-flexível do Sistema Laminar Médio

Erechim et al. (2019b) Folder – Sistema Laminar Médio.

- Membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de tecido reciclado com espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos, sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação. Na Figura 12 pode-se observar a membrana sobreposta ao modulo flexível.

Figura 12 Membrana de não tecido reciclado do Sistema Laminar Médio

Erechim et al. (2019b) Folder – Sistema Laminar Médio.

- Membrana de tonalidade preta, fornecida em rolo, em composição Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com espessura de 200 micras, rolos de 4 m x 100m, com finalidade de proteger a impermeabilização contra as raízes.

- Cor acinzentada escuro, substrato composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem com dimensão do substrato leve: substrato de baixo peso específico, substrato leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes. Na Figura 13 pode-se observar a adição do substrato sobre a membrana.

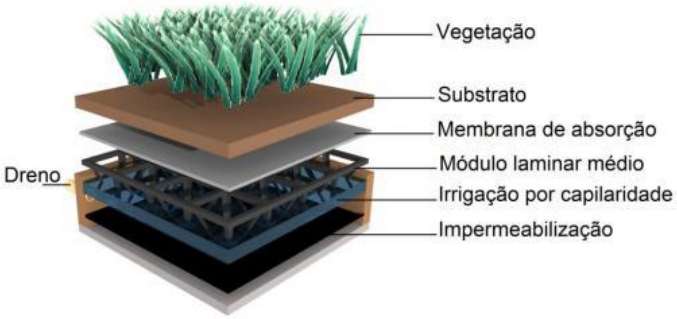
Figura 13 Substrato do Sistema Laminar Médio

Erechim et al. (2019b) Folder – Sistema Laminar Médio.

Montagem:

Após a impermeabilização da laje e colocação da membrana anti-raízes, o módulo de piso nuvem é disposto em toda a área da laje, em seguida são adicionadas as membranas de absorção e finalizando são adicionados os substratos e a vegetação. Na Figura 14 pode-se observar o esquema de montagem.

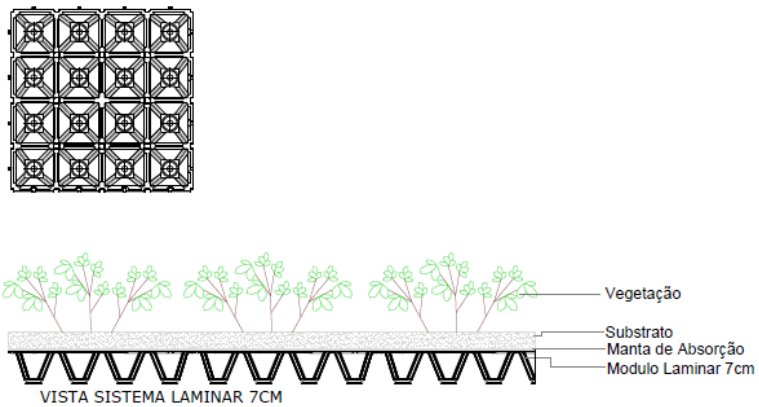
Figura 14 Esquema de montagem do Sistema Laminar Médio



Erechim et al. (2019b) Folder – Sistema Laminar Médio.

Na Figura 15 pode-se verificar também o desenho esquemático da planta e corte do sistema.

Figura 15 Planta e corte do Sistema Laminar Médio



Erechim et al. (2019b) Folder – Sistema laminar médio.

3.1.3 Sistema Hidromodular

Sua principal característica é a utilização do Módulo Piso Nuvem de 7 cm de altura e o Módulo Galocha de 5 cm, que proporciona uma reserva de 50 l/m² gerando irrigação por capilaridade, drenagem e armazenamento de água pluvial.

Materiais:

Módulo Galocha semi-flexível, preto, fornecida em placas de material de plástico reciclado com dimensões de 0,40 x 0,80 x 0,055 m e retenção de água de 55 l/m² com a finalidade de armazenar água nas lajes, mesmo com caimentos leves, tendo um armazenamento de água proporcional em toda laje nestes casos. As raízes não ficam em contato direto com a laje. Conforme pode-se observar na Figura 16 as bandejas plásticas.

Figura 16 Bandejas plásticas do Sistema Hidromodular

Erechim et al. (2019c) Fonte – Sistema Hidromodular.

- Módulo semi-flexível, preta, fornecida em placas em material de plástico reciclado com dimensão de 0,40 x 0,40 x 0,07 m e retenção de 50 l/m². Sua finalidade é de drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), reservatório d'água, sem necessidade de irrigação superficial. Na Figura 17 pode-se observar o módulo.

Figura 17 Módulo Piso Nuvem do Sistema Hidromodular

Erechim et al. (2019c) Fonte – Sistema Hidromodular.

- Membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo e composta de material tecido reciclado com espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.

- (Opcional) Membrana de tonalidade preta, fornecida em rolo em composição polietileno de Alta Densidade (PEAD) com espessura de 200 micras, rolos de 4 m x 100 m. Com finalidade de proteger a impermeabilização contra as raízes.

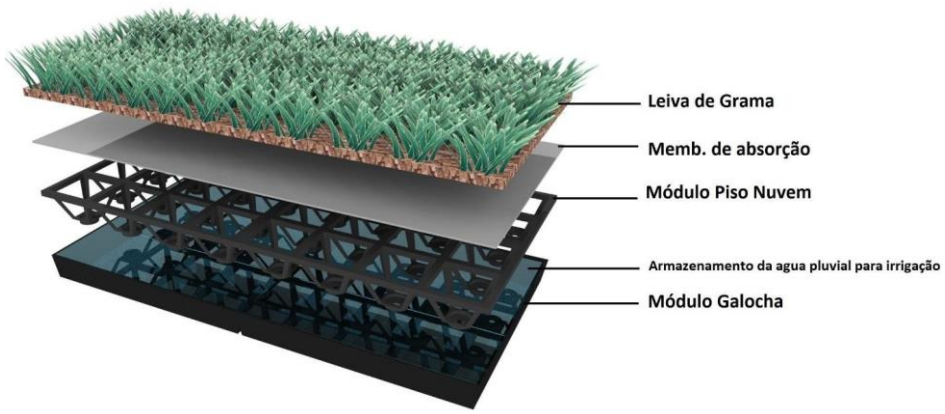
- Substrato de cor acinzentada escuro, substrato composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem com substratos de baixo peso específico. Substrato leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.

- Membrana de tecido, fornecida em rolo, composta por substrato incorporado e mudas pré-vegetadas de plantas rústicas, com predominância de boldo e gramíneas com dimensão da membrana: espessura de 4 mm e dimensões de 75 x 220 cm. A finalidade é de retenção de água e nutrientes e suporte para a vegetação rústica pré-vegetada.

Montagem:

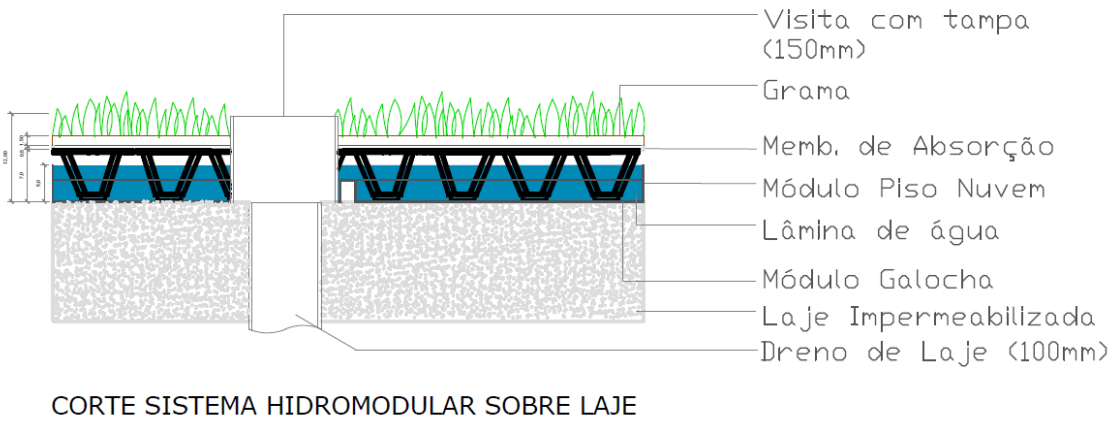
Após a impermeabilização da laje, os módulos galochas e os módulos piso flexível (módulos piso nuvem) são adicionados em toda a área; finalizando são adicionadas as membranas de absorção e a vegetação. Na Figura 18 pode-se observar o esquema de montagem.

Figura 18 Modelo esquemático de montagem do Sistema Hidromodular



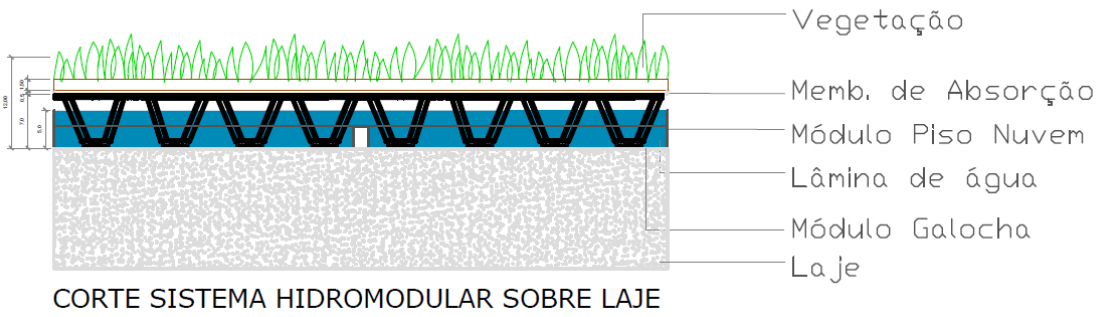
Na Figura 19 pode-se verificar também o desenho esquemático do corte do sistema com a tampa do dreno e na Figura 20 o corte sobre a laje.

Figura 19 Corte Sistema Laminar Hidromodular com Tampa



Erechim et al. (2019c) Fonte – Sistema Hidromodular.

Figura 20 Corte Sistema Laminar Hidromodular



Erechim et al. (2019c) Fonte – Sistema Hidromodular.

3.1.4 Sistema Modular Alveolar Leve

O Sistema tem como objetivo proporcionar uma cobertura vegetada para áreas com pouca ou sem inclinação e maior convívio com a natureza. Caracteriza-se por ser um sistema leve, em sua composição possui uma membrana alveolar,

responsável pela reserva de água para vegetação. O Sistema Leve tem pouco peso e é recomendado para coberturas onde haverá pouca circulação.

Materiais:

- Módulo semi-flexível (Modulo plástico Alveolar), preto, fornecido em placas, possui reservatórios de formato retangular, material de plástico reciclado com dimensões em placas nas dimensões de 70 x 115 x 3,5 cm, com a finalidade de drenagem controlada de 35 l/m², retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes); evita contato direto da vegetação com a laje. Na Figura 21 pode-se observar a bandeja plástica.

Figura 21 Bandeja plástica do Sistema Alveolar Leve

Erechim et al. (2019d) Fonte – Sistema Alveolar Leve

- Membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de tecido reciclado com espessura de 5mm, largura de 200cm e comprimento diversos. A finalidade desta membrana é a retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação. Na Figura 22 pode-se observar a membrana.

Figura 22 Membrana de retenção de água do Sistema Alveolar Leve

Erechim et al. (2019d) Fonte – Sistema Alveolar Leve

- Cor acinzentada escuro, o substrato composto de materiais orgânicos oriundos da indústria de reciclagem, com dimensões diversas o substrato e de baixo peso específico com altura recomendada de 3,6 cm de forma a permitir que as raízes rapidamente cheguem aos alvéolos para se abastecer da umidade existente, dentro deste. O substrato leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes. Na Figura 23 pode-se observar o substrato.

Figura 23 Substrato do Sistema Alveolar Leve

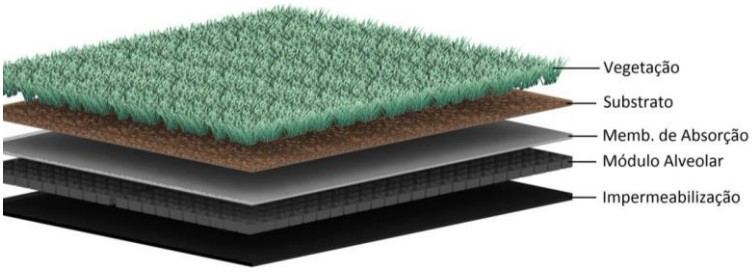
Erechim et al. (2019d) Fonte – Sistema Alveolar Leve

- Membrana de tecido, fornecida em rolo com substrato incorporado e mudas pré-vegetadas de plantas rústicas, com predominância de boldo e gramíneas espessura de 4 mm e dimensões de 75 x 220cm. Sua principal função é a retenção de água e nutrientes e suporte para a vegetação rústica pré-vegetada.

Montagem:

A instalação corre com a disposição dos módulos plásticos alveolares na laje ou telhas; em seguida ocorre a adição das membranas sobre os módulos plásticos. Finalizando é adicionado o substrato e a vegetação. O sistema pode ser observado na Figura 24

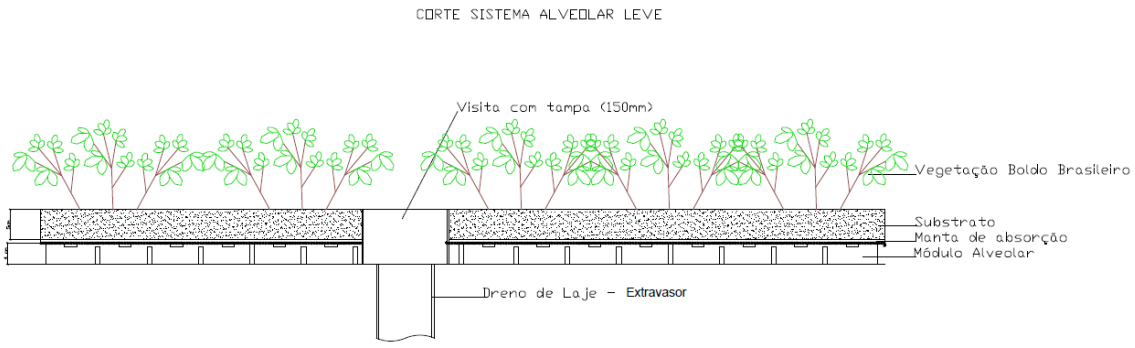
Figura 24 Modelo esquemático de montagem do Sistema Alveolar Leve



Erechim et al. (2019d) Fonte – Sistema Alveolar Leve

Na Figura 25 pode-se verificar também o esquemático do corte do sistema.

Figura 25 Corte Sistema Alveolar Leve



Erechim et al. (2019d) Fonte – Sistema Alveolar Leve

3.1.5 Sistema Modular Alveolar Grelhado

O sistema se caracteriza pela presença de uma membrana alveolar, responsável pela reserva de água para vegetação e a inclusão da grelha

tridimensional de PEAD, ela retém o substrato dentro de seus círculos, não permitindo que ele escoe com a inclinação.

Materiais:

- Módulo semi-flexível (Módulo Plástico Alveolar), preto, fornecido em placas, possui reservatórios de formato retangular, composta de material de plástico reciclado com dimensões de módulo com espessura de 1400 micras nas dimensões de 140 x 115 x 3,5 cm. (A = 1,61m²) e retenção de água de 35 l/m². A finalidade deste modulo é a drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), evitando o contato direto da vegetação com a laje. Ele pode ser observado na Figura 26.

Figura 26 Módulo flexível alveolar plástico do Sistema Alveolar Grelhado

Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

- Membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de tecido reciclado com espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Sua destinação é a retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação. Ela pode ser observada na Figura 27.

Figura 27 Manta para retenção de água do Sistema Alveolar Grelhado

Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

- Grelhas de pavimento Natural: Paredes de cor preta, formato tridimensional compostas de material plástico reciclado com dimensão da grelha: 38,5 x 48,0 cm, altura: 2,5 cm. Suporte e retenção do substrato nutritivo, proporcionando alta capacidade de drenagem de água sem carrear o substrato nutritivo, além de oxigenação das raízes, evitando o amassamento das raízes por compactação e fixação das plantas. Elas podem ser observadas na Figura 28.

Figura 28 Recipiente Cilíndrico Plástico do Sistema Alveolar Grelhado

Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

- De cor acinzentada escura, o substrato é composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem com dimensões diversas de baixo peso específico. O substrato é leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes. Ela pode ser observada na Figura 29.

Figura 29 Substrato do Sistema Alveolar Grelhado

Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

- Membrana de tecido, fornecida em rolo com substrato incorporado além de mudas pré-vegetadas de plantas rústicas, com predominância de boldo e

gramíneas. Possuí espessura de 4 mm e dimensões de 75 x 220cm e sua finalidade é de retenção de água e nutrientes e suporte para a vegetação rústica pré-vegetada., como pode-se observar na Figura 30.

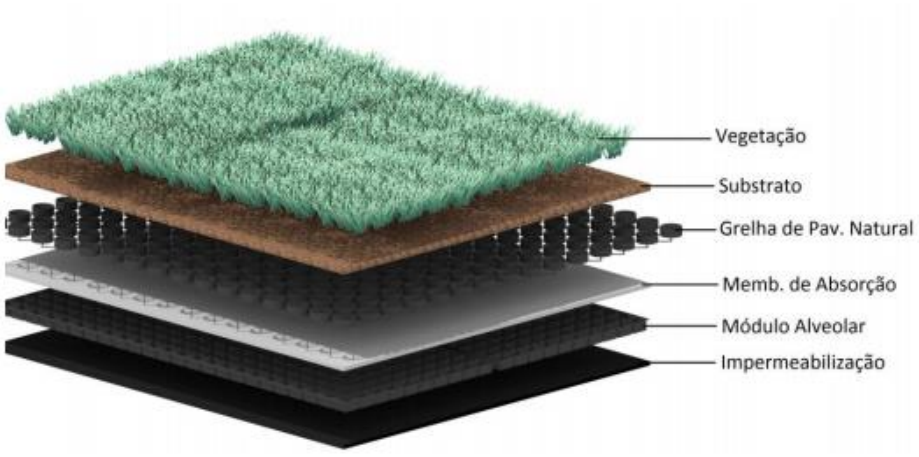
Figura 30 Vegetação do Sistema Alveolar Grelhado

Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

Montagem:

A montagem do sistema pode ocorrer sobre lajes ou telhados. Primeiramente, os alvéolos plásticos são adicionados a superfície; em seguida é adicionada a membrana de absorção sobre o módulo plástico. As grelhas plásticas são encaixadas nos alvéolos, após são adicionados o substrato e a membrana vegetativa, como pode-se observar na Figura 31.

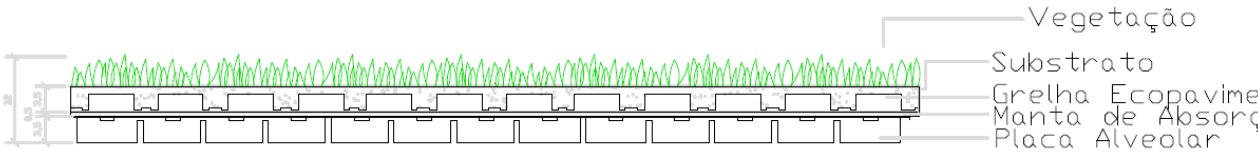
Figura 31 Modelo esquemático do Sistema Alveolar Grelhado



Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

Na Figura 32 pode-se verificar também o esquemático do corte do sistema:

Figura 32 Modelo esquemático de montagem do Sistema Alveolar Grelhado



Erechim et al. (2019e) Fonte – Sistema Alveolar Grelhado

3.1.6 Sistema Convencional (não pré-fabricado)

Pode-se destacar também o método convencional de construção de um sistema de cobertura verde, o qual não utiliza de montagem modular e pode ser esquematizado por uma laje de concreto de aproximadamente 1,5% de inclinação para escoamento de água, impermeabilização com manta asfáltica com subida de 40cm nas bordas, proteção mecânica de argamassa de areia e cimento, (traço 1:3) com no mínimo 3mm de espessura, argila expandida, manta de drenagem com sobreposição de aproximadamente 10 cm, substrato e vegetação, esquematizado na Figura 33.

Figura 33 – Esquemático de montagem de uma Cobertura Verde Convencional

Fonte: http://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-e-como-fazer-um-telhado-verde/

Segundo SMANIOTTO (2018), a instalação de cobertura verde pede rigor nos cálculos estruturais e laje com espessura mínima de 20 cm; em Coberturas Intensivas a carga média é de 300kg/m², já nas Coberturas Extensivas está entre 60kg/m² e 150kg/m².

3.2 *Showroom*

O estudo de campo visa conhecer melhor o tema estudado, e assim conhecer os benefícios e as dificuldades que as coberturas verdes enfrentam nos empreendimentos brasileiros.

A Ecotelhado, empresa selecionada para visitação, possui um *showroom* localizado na Praça Tenório de Águiar, 2, Jardim São Paulo, Zona Norte da cidade de São Paulo, no qual é possível verificar os tipos de coberturas verdes que oferecem.

A visita ocorreu no dia 24 de maio de 2019 e foi acompanhada pelo engenheiro ambiental Cassio Thomé, sob orientação do presidente da empresa Ecotelhado João Manuel Link Feijó.

Os modelos expostos no *showroom* visam à maior captação e reserva de água possível, independentemente da dimensão e ou estrutura devido estarem representados no chão (porém, os mesmos modelos quando utilizados em coberturas trazem o conforto térmico como vantagem adicional). A reserva de água proporciona o emprego de uma camada menor do substrato; desta maneira as raízes das vegetações obtêm espaço suficiente para se desenvolver. A maior captação de água ainda proporciona a redução do peso do conjunto na estrutura, otimização de mão de obra para a execução, reduz a necessidade de manutenção e irrigação das vegetações e ainda favorece uma eventual manutenção nas lajes, pois a camada de substrato é menor.

Toda a estrutura empregada nos sistemas de coberturas verdes oferecidas é fabricada utilizando plástico reciclado, bem como as mantas de tecido reciclado. Os modelos laminares médios e altos desempenham como tratamentos de águas cinzas assim como poluição difusa, por meio do sistema de tratamento por zonas de raízes (filtros risos feéricos). Este processo consiste basicamente na utilização das raízes das vegetações para a remoção de resíduos, já utilizados há muitos anos para limpeza e tratamento de efluentes. A função da cobertura verde é definida pela

espécie de vegetação utilizada, pois cada tipo de vegetação exerce objetivos diferentes.

Atualmente basicamente são empregados três modelos:

- Laminar Alto: Apresentado na entrada do *showroom*. Utiliza nichos cônicos vazados de plástico, são conectados por meio de encaixes tipo “macho-fêmea” que formam um tapete sobre a laje impermeabilizada. Os cones são preenchidos com substratos e argila expandida e cobertos com uma membrana de absorção, sobre os quais são adicionadas as vegetações. O espaço entre a laje e o topo do cone pode ser utilizado como reserva de água, caso o nível de água estiver baixo, a argila expandida por meio da capilaridade continuará a fornecer umidade para a vegetação empregada ao sistema. Este sistema pode ser empregado utilizando duas ou mais camadas sobrepostas, dependendo da altura da laje e do volume de água que deseja ser reservado. Esse modelo pode ser considerado uma cisterna, além de suportar o acesso pessoas bem como aceita qualquer tipo de vegetação. O sistema encontra-se ilustrado na Figura 34.

Figura 34 Sistema Laminar Alto implantado no *showroom* da Ecotelhado

Fonte (autor)

- Sistema Alveolar Leve: Outro modelo disponível no *showroom*, é considerado um sistema leve, normalmente empregado em lajes, e pode ser instalado em

áreas em declive, pois os seus alvéolos criam pequenas reservas de água independentes que não permitem que a mesma saia totalmente dos nichos quando inclinados. Suas principais características são a adaptação a planos inclinados e a áreas com restrição de peso. É considerado um sistema básico e de baixo custo, além de adaptável a uma cobertura existente. Sistema com a menor dimensão de altura com apenas 3,5 cm e para sua instalação é necessária uma laje de pelo menos 7 cm; não utiliza qualquer tipo de estrutura plástica, emprega vegetação baixa, além de não suportar o acesso de pessoas. O sistema encontra-se ilustrado na Figura 35.

Figura 35 Sistema Alveolar Leve implantado no *showroom* da Ecotelhado

Fonte (autor)

- Sistema Hidromodular: Modelo também disponível no *showroom*, utiliza bandejas alveolares adicionadas sobre a laje ou estrutura, com a função de captar e armazenar a água. Diferente do modelo alveolar leve, utiliza uma estrutura plástica chamada de nuvem com função estrutural, que permite a instalação em áreas inclinadas, além de permitir o acesso de pessoas sobre a vegetação. O sistema encontra-se ilustrado na Figura 36.

Figura 36 Sistema Hidromodular implantado no *showroom* da Ecotelhado

Fonte (Autor)

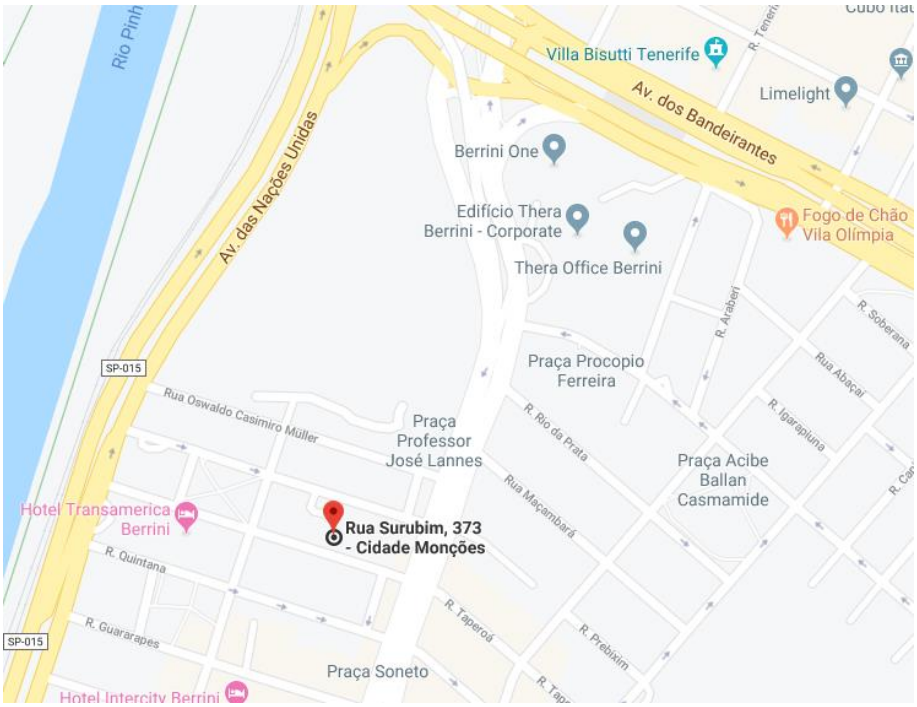
Para o emprego de todos os sistemas de cobertura verde é necessária a impermeabilização de toda a área da estrutura que receberá os materiais, empregando proteção mecânica e anti-raízes. Modelos mais simples com a utilização de grama geralmente pesam em média 75 kg/m². Assim, o emprego dos modelos precisa ser condicionado a estruturas que suportem no mínimo este valor.

De acordo com a empresa Ecotelhado, os materiais empregados necessitam de pouca manutenção, pois utilizam materiais plásticos com alta durabilidade, que ficam protegidos das intemperes e raios UV pelo substrato e vegetação. O projeto deve contemplar a melhor vegetação para cada clima para que não necessite de grandes manutenções, assim preservando todo o sistema adotado.

3.3 Visita Técnica – Condomínio Jatobá

A visita técnica se ocorreu no dia 19 de junho de 2019 no Condomínio Jatobá Green Building, localizado à Rua Surubim 373, Jardim das Monções, São Paulo – SP, conforme mapa da Figura 37.

Figura 37 Mapa de localização do Edifício Jatobá



Fonte: Google Maps

De acordo com a Engeform, incorporadora do empreendimento em parceria com Bratke Collet, o Jatobá Green Building é um empreendimento desenvolvido visando à redução de seus impactos ambientais ao longo de toda sua vida útil. Por esse motivo, está registrado no US Green Building Council e seu projeto e execução recebeu a certificação do LEED (Liderança em Energia e Desing Ambiental). Com arquitetura vanguardista e *design* inovador, o Jatobá conta com andares de 1.520 m² de vão livre, como se pode ver nas Figura 38 e Figura 39.

Figura 38 Espelho d’água da entrada do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 39 Fachada do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

3.3.1 Características técnicas do empreendimento:

O condomínio Jatobá possui:

Local: SP, Brasil

Início do projeto: 2001

Conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 3.570m²

Área construída: 14.255m²

Tipo de obra: Edifícios comerciais

Tipologia: Comercial

Materiais predominantes: Vidro

Diferenciais técnicos: Design / Sustentabilidade

- Térreo e mais 8 andares comerciais, pavimentos-tipo. com 1.520m² de área privativa e uma cobertura com 1.080m² de área privativa;
- Mezanino operacional;
- 2 auditórios com isolamento acústico (1 no Térreo – capacidade para 70 pessoas sentadas; e 1 no 9º andar – capacidade para 20 pessoas sentadas);
- 4 subsolos de garagens;
- 1 bicicletário com 50 vagas e estrutura de apoio de vestiários masculino e feminino com 4 chuveiros cada e 24 armários para os ciclistas;
- 2 depósitos de lixo (recicláveis e orgânicos).

3.3.2 Cobertura verde e paisagismo do edifício

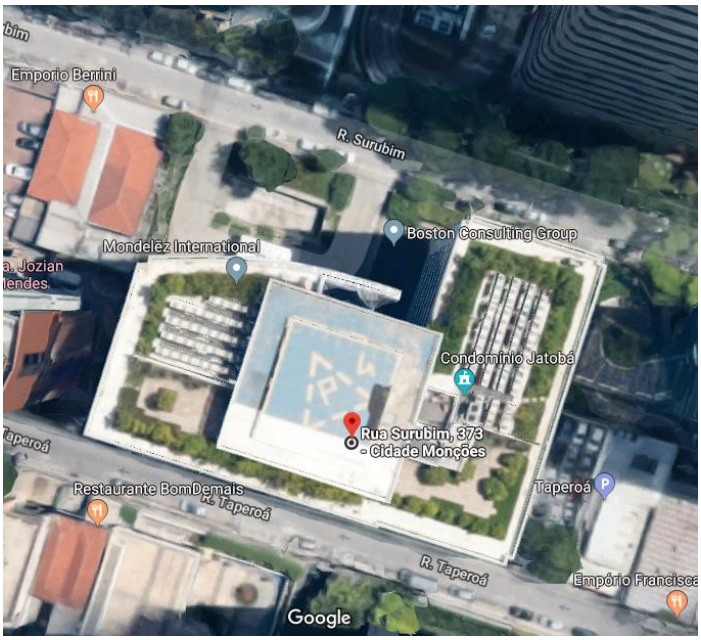
O condomínio dispõe de uma cobertura com jardinagem que se caracteriza por cobertura verde, conforme Figura 40, além de toda área permeável e espelhos d'água do térreo.

De acordo com Alfredo Del Bianco arquiteto coordenador do projeto do Edifício Jatobá, o intuito era criar um edifício "verdadeiramente voltado para as questões ambientais". Sendo assim, surgiu a ideia de implantar uma cobertura verde na edificação. Como inicialmente o projeto previa uma área para uma lanchonete, um "café", foram implantadas praças e jardineiras com vegetação para pode torná-la

abundantemente verde, com espécies frutíferas, que atraíssem aves e criassem uma atmosfera aprazível para os usuários.

As jardineiras são formadas por áreas impermeabilizadas sobre uma estrutura de laje de concreto protendido, considerando-se 40cm de espessura de terra para plantio e não utilizam os sistemas industrializados montados apresentados anteriormente e sim o que se pode chamar de Sistema de Cobertura Verde Convencional apresentado no Item 3.1.6.

Figura 40 Imagem aérea do Edifício Jatobá

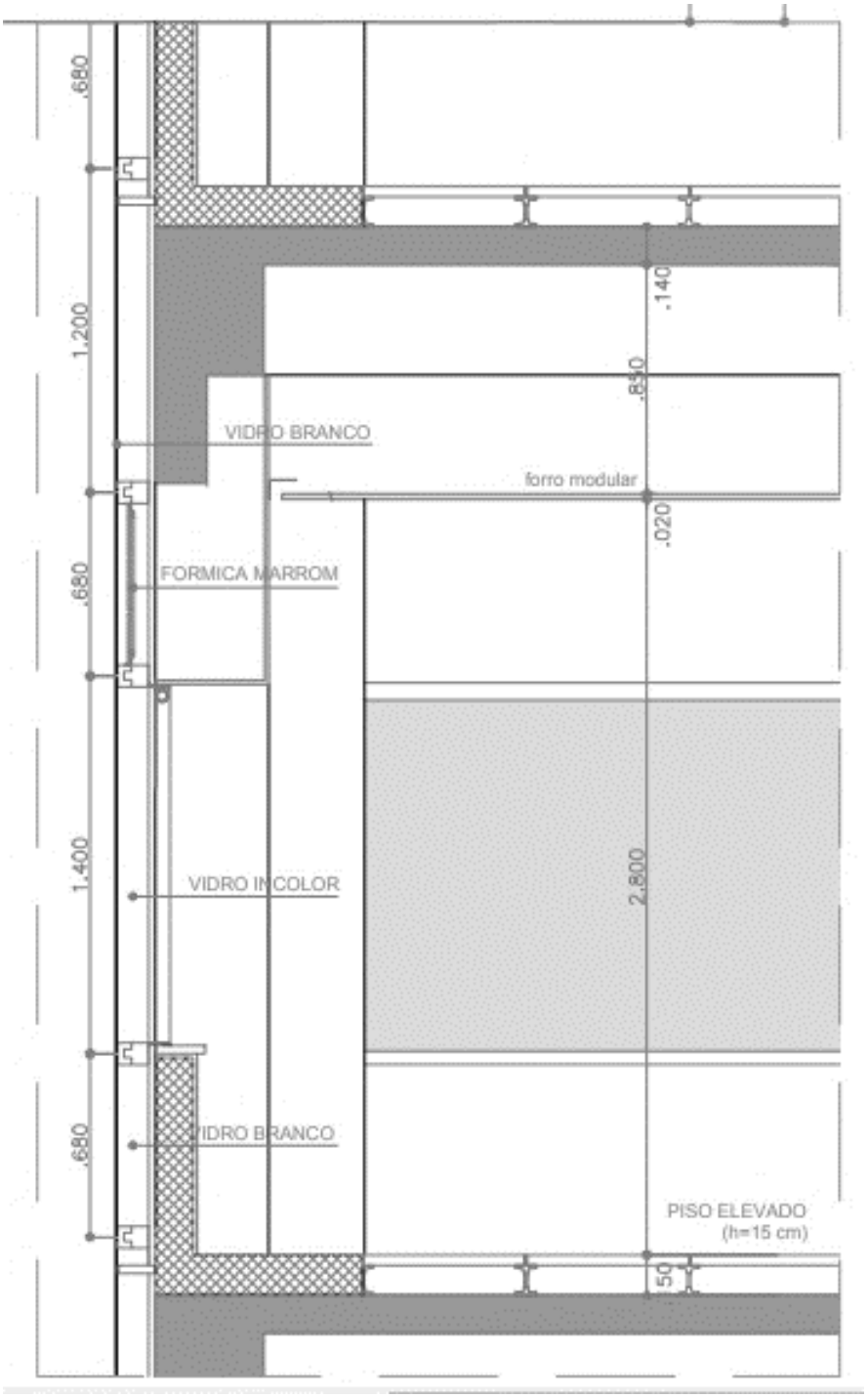


Fonte: Google Maps

No detalhe da Figura 41, pode-se verificar a espessura da laje da cobertura (14 cm), a qual possui sobre ela um piso elevado.

O piso elevado possui a característica de coletar e reservar água com finalidade de reuso para limpeza de áreas comuns e irrigação das plantas.

Figura 41 Detalhe do corte da laje da cobertura do Edifício Jatobá



Fonte: www.condominiojatoba.com.br

Nas Figura 42, Figura 43 e Figura 44 pode-se verificar com detalhes a cobertura existente no condomínio hoje.

Figura 42 Vegetação inserida na cobertura do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 43 Arbustos inseridos na cobertura do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 44 Árvores inseridas na cobertura do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

No detalhe da Figura 45 é possível verificar a ligação “ladrão” para o excesso de armazenagem de água:

Figura 45 Detalhe da saída de água “ladrão” do Edifício Jatobá.

Fonte (Autor)

3.3.3 Irrigação da cobertura verde e jardins

De acordo com a administração do Condomínio Jatobá, o condomínio possui um sistema automatizado de irrigação. Essa tecnologia contribui para a redução de 50% do consumo de água potável; além de a irrigação aproveitar a água da chuva.

Os pisos do térreo são permeáveis, promovendo assim a infiltração da água de chuva no lençol freático. Como resultado, tem-se a redução de alagamentos e enchentes provocados pelo assoreamento de corpos hídricos e entupimento de sistema de coleta de águas pluviais

Foram implementadas estratégias para uso de águas pluviais, por meio da captação, tratamento (o sistema é composto de filtros e desinfecção) e armazenamento desta água para a utilização para fins não potáveis como irrigação do paisagismo, espelho d'água e lavagem dos subsolos.

Nas Figura 46 e Figura 47 é possível verificar em detalhe os pontos de irrigação.

Figura 46 Ponto de irrigação central da cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 47 Ponto de irrigação lateral da cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

3.3.4 Tipos de vegetação existentes na cobertura do Edifício Jatobá

A vegetação existente na cobertura do Condomínio Jatobá é caracterizada por plantas correspondentes ao clima da Cidade de São Paulo e que exigem pouca manutenção, a qual é realizada por uma empresa de paisagismo todos os meses para poda e controle de pragas.

Hoje é possível encontrar espécies como Cereja do Norte, Pitanga, Romã, Acerola, Grumixama, Jabuticaba, Capim Santo e Alecrim, além de pedras decorativas e grama tipo Amendoim, conforme Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52.

Figura 48 Cerejeira e Pitangueira na cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 49 Romãnzeira e Romã na cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 50 Acerola e Grumixama na cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 51 Jabuticabeira na cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

Figura 52 Vegetação rasteira, Alecrim e Capim Santo na cobertura verde do Edifício Jatobá

Fonte (Autor)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estudo, desde a revisão teórica até a visita técnica, foi possível verificar que as coberturas verdes trazem vantagens para quem consegue utilizar esse sistema.

De acordo com o que foi estudado e com a análise de parte da oferta do que se tem disponível em termos de coberturas verdes nos dias atuais pelo mercado, o surgimento das mesmas se deu basicamente para proteção e cobertura de residências e construções em geral. Porém, logo foi possível se verificar que o uso de vegetação sobre as construções permite reduzir o calor no interior das mesmas, ou seja, propicia melhoria do conforto térmico, além de trazer mais áreas verdes para as cidades, reduzindo as ilhas de calor.

A contribuição com a natureza e a sustentabilidade ficou evidente no trabalho, na medida em que as coberturas verdes permitem a captação e o reuso de águas pluviais; contribuem para a diminuição das ilhas de calor; aproximam a edificação com o verde e o meio ambiente e também valorizam a sua estética por meio da revitalização das áreas, cultivo de plantas e vegetação próprias para consumo, com a produção da agricultura urbana; além de melhorarem consideravelmente o conforto térmico no interior das edificações. O exemplo do Edifício Jatobá ilustra isso, ao permitir a redução do consumo de energia e pela sua contribuição para criação de ambientes com aspecto visual acolhedor, trazendo uma melhoria no paisagismo de uma grande cidade, recuperando o verde e a presença de aves e outros tipos de animais. Esse tipo de cobertura pode proporcionar também áreas de lazer com pistas de caminhada e *playgrounds.*

Diante do estudado, foi possível analisar que para execução de uma cobertura verde não se faz necessário tecnologias exclusivas ou de ponta. Com um bom sistema de impermeabilização da laje já é possível se ter uma cobertura verde, como no caso do Edifício Jatobá. Um fato marcante foi que o mesmo não havia sido projetado para ter uma cobertura verde e, não obstante, diante de mudanças durante a finalização da elaboração do projeto foi possível realizar um bom sistema de impermeabilização e realizar a implantação da cobertura verde.

Quanto à manutenção, o ideal é que se use sempre plantas nativas da região em que esteja localizada e que estejam de acordo com o objetivo que se deseja ter,

seja ele paisagístico ou para consumo, com plantas frutíferas e até mesmo hortas. Há necessidade de poda e controle de pragas.

Como desvantagens ou pontos de atenção, é possível apontar o risco com infiltrações e umidade, a necessidade de rotinas de manutenção para não tornar a cobertura com aspecto de degradação e descuido, e o cuidado com a colocação de sobrecarga além da capacidade de projeto.

Pode-se verificar que existem basicamente dois tipos de coberturas, as intensivas e as extensivas, mas que o sistema construtivo de cada uma delas e os materiais utilizados dependem e variam de acordo com a empresa que for realizar a construção, o que ficou evidente diante do estudo de caso junto à empresa Ecotelhado e da Visita Técnica ao Edifício Jatobá.

A análise foi realizada na cidade de São Paulo, onde se têm grandes ilhas de calor e uso excessivo de combustíveis naturais, consumo de água e de fontes de energia não renovável ou provinda de hidrelétricas, que apesar de não emitir poluentes não está isenta de impactos ambientais.

Foi possível verificar que existem diferentes modos e métodos capazes de se obter uma cobertura verde, desde métodos construtivos simples como o Sistema Alveolar Leve, que é um sistema básico, de baixo custo e adaptável a telhados existentes, até sistemas mais complexos que fazem captação e reserva de uma quantidade maior de água para abastecimento das raízes por capilaridade.

Ou seja, conclui-se que não há um sistema construtivo ideal para ser utilizado, tudo depende do objetivo que se deseja alcançar e das condições que já existem ou existirão na construção. Porém, tomando-se os cuidados como os apontados acima, o resultado tende a ser positivo tratando-se de natureza, sustentabilidade, redução de temperatura no interior das construções e diminuição das ilhas de calor.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. E. D.; **Urbanização e Cidades Ecológicas.** http://www.ecodebate.com.br/2012/02/08/urbanizacao-e-cidadesecologicas-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em 01 de junho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas**, 2013

AURÉLIO, **Significado de Turfa.** Dicionário do Aurélio Online, 2018. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/turfa>. Acesso em: 20 de julho. de 2019.

BIANCHINI, F.; HEWAGE, K. **How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. Building and Environment**, v. 48, p. 57–65, 2012. Pergamon.

BONI, Felipe; **LEED: O que é e como funciona?** <https://www.ugreen.com.br/leed/>. Acesso em 20 de julho de 2019.

BRASIL, **Aspectos Construtivos E Ambientais De Telhados Verdes Extensivos, I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental-ICOBESA**, 2010.

Condomínio Jatobá; **Sustentabilidade** <http://www.condominiojatoba.com/sustainability>. Acesso em 14 de maio de 2019.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. 2ª Edição ed. Rio de Janeiro: 2003, 2003.

ECOTELHADO; **Soluções em Sistemas para Arquitetura Sustentável e Bioconstrução** <https://ecotelhado.com/>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

ENGEFORM; **Jatobá | São Paulo** < https://www.engeform.com.br/engenharia/jatoba-sp/>. Acesso em 01 de julho de 2019.

ERECHIM, R.; NONOAI, B.; ALEGRE, P. **Sistema Hidromodular: O Sistema Hidromodular**. 2019c.

ERECHIM, R.; NONOAI, B.; ALEGRE, P. **Sistema Laminar Alto: O Sistema Laminar Alto**. 2019a.

ERECHIM, R.; NONOAI, B.; ALEGRE, P. **Sistema Laminar Médio**. 2019b.

ERECHIM, R.; NONOAI, B.; ALEGRE, P. **Sistema Modular Alveolar Grelhado**. 2019e.

ERECHIM, R.; NONOAI, B.; ALEGRE, P. **Sistema Modular Alveolar Leve**, n. 51, 2019d.

FERRAZ, I. L. **O Desempenho Térmico De Um Sistema De Cobertura Verde Em Comparação Ao Sistema Tradicional**, 2012.

FLORIOS, Daia; **As Fantásticas Casas De Teto Verde Na Islândia: Candidatas Ao Patrimônio Da Unesco** < https://www.greenme.com.br/morar/bioarquitetura/2711-casas-teto-verde-islandia-candidatas-patrimonio-unesco>. Acesso em 20 de março de 2019.

FÜHR, Moacir; **ZIGURATES - O Que Eram E Qual Era A Sua Finalidade?** <https://www.apaixonadosporhistoria.com.br/artigo/62/zigurates-o-que-eram-e-qual-era-a-sua-finalidade>. Acesso em 12 de janeiro de 2019.

HENEINE, M. C. A. de Souza, **Cobertura Verde**, Escola de Engenharia UFMG, 2008

LA PASTINA, J. F**. Manual De Conservação**. Brasília, 1999.

Ministério do meio ambiente: **Diretrizes da agenda 21.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21> Acesso 20 de junho de 2019

MINKE, G. **Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Uruguay: Editora Fin de Siglo, 2005.

PECK et al, **Design guidelines for green roofs** p. 08, 2009.

RIGHI et al, **Cobertura Verde: Um Uso Sustentável Na Construção Civil**, Mix sustentável, 2016

ROAF, S., FUENTES, M., THOMAS, S. **A Casa Ambientalmente Sustentável,** 2° edição, Porto Alegre: Bookman, 2006.

SADDI, K. G.; MOURA, R. O. **Coberturas verdes: análise do impacto de sua implantação sobre a redução do escoamento superficial**, 2010.

SANTOS, L. C. DOS. **Análise Do Custo Benefício Da Implantação Do Sistema Construtivo De Telhado Verde Em Uma Edificação No Município De Barra Do Garças** - MT, 2018.

SAVI, A. C. **Telhados Verdes : Análise Comparativa De Custo Com Telhados Verdes : Análise Comparativa De Custo**, 2012.

SMANIOTTO, P. **Telhado verde: Benefícios e custos desta cobertura linda** e sustentável. Disponível em <https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/5436911/telhado-verde-beneficios-e-custos-desta-cobertura-linda-e-sustentavel> Acesso em 23/08/2019

VASCONCELLOS, E. M. DE. Le Corbusier e Lucio Costa, **“le Maître” e o Mestre, um intercâmbio de saberes**. 6o Seminário DOCOMOMO Brasil, p. 1–14, 2005.

VERTICAL GARDEN; **Conheça As Leis Sobre Telhado Verde Em Vigor No Brasil** <https://www.verticalgarden.com.br/post/conheca-as-leis-sobre-telhado-verde-em-vigor-no-brasil>. Acesso em 20 de julho de 2019.

WALLGARDEN;**Legislação** <https://www.wallgreen.com.br/index.php?pagina=legislacao>. Acesso em 20 de julho de 2019.

REFERÊNCIAS DE FIGURAS

Condomínio Jatobá. Acesso 20 de Junho de 2019 http://www.condominiojatoba.com/sustainability

BlogVideoblocks: Casa islandesa. Acesso 20 de Junho de 2019 https://www.videoblocks.com/video/iceland-vidimyrikirkia-near-varmahlid-in-northern-iceland-vidimyri-church-turf-church-one-of-prettiest-examples-of-old-church-architecture-pketapl

EscolaBritannica: OCA indígena. Acesso 20 de Junho de 2019 https://escola.britannica.com.br/artigo/oca/483413

Archdaily: Edifício do ministério da educação e saúde no Rio de Janeiro. Acesso 20 de Junho de 2019 https://www.archdaily.com.br/br/01-134992/classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe/520e7b16e8e44e4bf9000112-classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe-imagem

MONFERDINI, j.:Projeto paisagístico de Burle Marx para a laje superior do Banco Safra, na Avenida Paulista: Archdaily, Acesso 20 de Junho de 2019 http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/15.060/5386?page=3

Jornal do Farol. Imagem do vale do Anhangabaú. Acesso 20 de Junho de 2019 https://jornaldofarol.com.br/2019/04/12/sextou-na-praca-promove-happy-hour-no-vale-do-anhangabau/

Ministério do meio ambiente: diretrizes da agenda 21. Acesso 20 de junho de 2019 http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21

Condomínio Jatobá. Acesso 20 de Junho de 2019 https://jornaldofarol.com.br/2019/04/12/sextou-na-praca-promove-happy-hour-no-vale-do-anhangabau/

Esquemático de montagem de uma Cobertura Verde convencional Acesso em 23 de Agosto de 2019. http://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-e-como fazer-um-telhado-verde/