

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

FERNANDO FERREIRA DOS SANTOS

**APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS
EM AMBIENTE ESCOLAR**

**RECIFE
2021**

FERNANDO FERREIRA DOS SANTOS

**APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS
EM AMBIENTE ESCOLAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientador: Prof.^a. Ma. Hilma de Oliveira Santos Ferreira

RECIFE
2021

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S237a Santos, Fernando Ferreira dos
Aplicação do telhado verde e aproveitamento de águas pluviais em
ambiente escolar / Fernando Ferreira dos Santos. - Recife: O Autor, 2021.
29p.

Orientador(a): Ma. Hilma de Oliveira Santos Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2021.

Inclui Referências.

1. Telhado verde. 2. Sustentabilidade. 3. Escola. I. Centro
Universitário Brasileiro - UNIBRA. II. Título.

CDU: 624

À minha família e aos colegas que
contribuíram para a realização deste
trabalho.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram no decorrer dessa jornada, em especial a Deus, A Quem devo sobretudo minha vida.

Agradeço aos meus pais, Adriana e Reginaldo, que sempre me apoiaram nos estudos e nas escolhas que tracei até aqui; ao meu filho Thonny Fernando por ter sido meu maior incentivo, minha maior inspiração até aqui, e a Ana Carla, minha esposa querida, por sempre me incentivar e compreender nos momentos difíceis.

Aos meus colegas pelo companheirismo e disponibilidade para me auxiliar em vários momentos.

Ao meu amigo e chefe, Ricardo Júnior, pelas oportunidades e pelos ensinamentos dados durante essa trajetória.

Por fim, agradeço a todos que estavam ao meu lado me dando força, incentivando para que eu não desistisse.

Muito obrigado!

“A responsabilidade social e a preservação ambiental significa um compromisso com a vida”.

João Bosco Silva

RESUMO

Sabendo-se que a educação sustentável é uma das melhores formas de conscientização para a geração futura, e que a educação fundamental começa nas escolas, a criação de meios de aplicação ecológica dentro delas é de suma importância; o telhado ecológico não só é um meio de expor como práticas “simples” podem ser econômicas, sem agredir o meio ambiente, mostrando que construção se faz também com sustentabilidade. O telhado verde é constituído por vegetação, que envolve técnicas de plantio e impermeabilização, onde pode-se ter um aproveitamento de luz do sol, assim como frescor dentro da construção. O presente trabalho foi realizado através de pesquisas bibliográficas, para apresentar a contribuição positiva na comunidade escolar através do uso do telhado verde. O telhado verde quando implementado em ambiente escolar promove vantagens como a conscientização quanto ao consumo de água e a educação sobre a redução de danos ao meio ambiente na prática. A metodologia teve como base referências bibliográficas demonstrando como seu uso resulta em economia financeira, diminui o consumo de água potável devido ao reaproveitamento, reduz os riscos de inundações, aumenta a qualidade de vida, contribuindo com a fauna da região, e por fim, auxilia na redução da temperatura dentro edificação. Há inúmeras formas de conscientizar e de fazer sustentabilidade, a começar por mudanças simples, essa é a apenas uma das técnicas que podem ser aplicadas dentro da construção civil e vem se tornado cada vez mais comum, ainda sim esse tipo de implementação dentro do ambiente escolar requer incentivo financeiro, sendo essa uma técnica que demanda um recurso bem menor no quesito custo/benefício.

Palavras-Chave: Telhado verde. Sustentabilidade. Escola.

ABSTRACT

Knowing that sustainable education is one of the best ways of raising awareness for the future generation, and that fundamental education begins in schools, creating means of ecological application within them is of paramount importance; the ecological roof is not only a means of exposing how “simple” practices can be economical, without harming the environment, showing that construction is also done with sustainability. The green roof consists of vegetation, which involves planting and waterproofing techniques, where you can take advantage of sunlight, as well as freshness inside the building. The present work was carried out through bibliographic research, to present the positive contribution in the school community through the use of the green roof. The green roof when implemented in a school environment promotes advantages such as awareness of water consumption and education on reducing damage to the environment in practice. The methodology was based on bibliographic references demonstrating how its use results in financial savings, reduces the consumption of drinking water due to reuse, reduces the risks of floods, increases the quality of life, contributing to the fauna of the region, and finally, helps reducing the temperature inside the building. There are countless ways to raise awareness and make sustainability, starting with simple changes, this is just one of the techniques that can be applied within the civil construction and has become increasingly common, even if this type of implementation within the school environment requires financial incentive, which is a technique that requires a much smaller resource in terms of cost/benefit.

Keywords: Green roof. Sustainability. School

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Jardins suspensos da babilônia | 17 |
| Figura 2 - Telhado verde do tipo extensivo..... | 20 |
| Figura 3 - Esquema de telhado verde do tipo extensivo..... | 21 |
| Figura 4 - Esquema de telhado verde do tipo intensivo..... | 22 |
| Figura 5 - Esquema de camadas de um telhado verde..... | 24 |
| Figura 6 - Esquematização do sistema de retenção de água..... | 25 |
| Figura 7 - Fachada da CEEWH..... | 26 |
| Figura 8 - Vista superior teto verde da CEEWH | 26 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Comparativo de tipos de telhados verdes | 22 |
|--|----|

LISTA DE SIGLAS

CEEWH Colégio Estadual Erich Walter Heine

LISTA DE ABREVIATURAS

Ed. Edição

f. folha

p. página

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA | 15 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 16 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 16 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 16 |
| 1.3 | METODOLOGIA | 16 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1 | CONTEXTO HISTÓRICO | 17 |
| 2.2 | O TELHADO VERDE | 18 |
| 2.3 | TIPOS DE TELHADO VERDE | 19 |
| 2.3.1 | Extensiva | 20 |
| 2.3.2 | Intensiva | 21 |
| 2.3.3 | Semi-Intensiva | 21 |
| 2.4 | COMPARAÇÃO DOS TIPO DE TELHADOS VERDES | 22 |
| 2.5 | ESTRUTURA DO TELHADO VERDE | 23 |
| 2.6 | CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS ATRAVÉS DO TELHADO VERDE | 24 |
| 3 | APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE EM AMBIENTE ESCOLAR – ESTUDO DE CASO NA ESCOLA ESTADUAL ERICH | 25 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| | REFERÊNCIAS | 28 |

APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM AMBIENTE ESCOLAR

Fernando Ferreira dos Santos

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um tema que vem sendo cada vez mais discutido, especialmente dentro da construção civil, onde tem-se trabalhado todos os dias em alternativas sustentáveis tanto no quesito tecnologias quanto no que diz respeito a materiais de construção.

Uma das técnicas incluídas no hall de sustentabilidade é o telhado verde. Essa técnica consiste em aplicar uma camada de vegetação sobre coberturas, podendo ser aplicada em qualquer tipo de edificação, desde que observadas questões como estrutura da instalação, sistema de drenagem e impermeabilização do local a ser implantado (ALBERTO *et al.* 2013).

Segundo Silva (2011) com o crescente aumento da urbanização as áreas verdes vão ficando cada vez menores e uma solução para aumentar as áreas verdes é usar os telhados para plantar gramas, flores, etc. a fim de melhorar o ambiente.

O telhado verde vem se consolidando com melhor opção no tocante a cobertura de edificações. A possibilidade de aproveitamento de águas pluviais utilizando a cobertura verde, garante muitos benefícios. (JESUS, 2018).

Telhados verdes apresentam potencial de proteger a cobertura contra a ação dos raios ultravioletas, extremos de temperatura, efeitos do vento no telhado e contração e retração estrutural, o que aumenta a vida útil das estruturas do telhado. (TASSI *et al.* 2013).

Este trabalho visa demonstrar a importância da técnica do telhado verde dentro do ambiente escolar, destacando sua relevância dentro da engenharia, demonstrando que as tecnologias construtivas vêm se aprimorando e que a sustentabilidade está cada vez mais inclusos em projetos arquitetônicos, esta pesquisa também fará alusão ao Colégio Estadual Erick Walter Heine, localizado em Santa Cruz, no Rio de Janeiro, escola escolhida para ser local de estudo desta pesquisa.

1.1 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA

Com o crescimento urbano, as edificações e obras de infraestrutura urbana (ruas, passeios públicos, estacionamentos, telhados, etc.) alteram significativamente a cobertura do solo e a topografia. Além dos impactos diretos aos ecossistemas terrestres e aquáticos, o clima urbano é modificado. (TASSI *et al.* 2013)

Os telhados verdes são conhecidos por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional, para isso, a vegetação, de acordo com *Hydrotec Membrane Corporation* (2007), os telhados podem ser concebidos com diferentes conceitos, com relação ao tipo de uso previsto e de vegetação que vai comportar.

Segundo Fiore (2021), essa técnica além do tratamento paisagístico dado aos locais onde é implantada, traz benefícios, tais como: reduzindo o consumo de energia e mantendo a temperatura ambiente confortável, possibilitando o aproveitamento de águas pluviais, isolamento térmico e acústico da estrutura, além da redução da variação térmica.

Apesar de ser uma solução ainda pouco conhecida, a cobertura vegetal nas cidades colabora para a criação de um microclima, diminuindo as ilhas de calor e aumentando a absorção de água da chuva (GATTO, 2012). A aplicação de telhados verdes irá minimizar gastos financeiros, já que os telhados convencionais, que normalmente são feitos de telhas metálicas/cerâmica, de concreto e até mesmo de fibrocimento, acabam acumulando calor e transferindo para dentro do edifício em questão (FIORE, 2021).

As ilhas de calor são formadas em substituição às áreas verdes por superfícies compostas de concreto e asfalto. Essas superfícies absorvem e retêm calor por mais tempo que as áreas verdes, resultando em um acréscimo de temperatura na cidade e, conseqüentemente, no aumento dos custos de refrigeração dos ambientes. (TASSI *et al.* 2013).

O uso da água envolve questões e conceitos, que envolvem desde o reuso e gestão hídrica até sustentabilidade. Um fato inegável é quanto ao desperdício de água potável na manutenção de um ambiente escolar. Esse gasto pode ser evitado se houver a captação e o aproveitamento de água da chuva, a qual podemos armazenar

em cisternas ou caixas d'água, e, posteriormente, descarta-la na rede de escoamento pluvial (SILVA *et al.* 2017).

A vegetação proporciona melhoria na qualidade do ar, promove aumento da biodiversidade e redução das ilhas de calor urbanas, graças à sua capacidade de resfriamento, além de que seu valor estético (FIORE, 2021).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 **Objetivo Geral**

Analisar a eficiência do uso do telhado verde e seus aspectos ambientais positivos em construções das zonas urbanas, sobretudo em ambiente escolar.

1.2.2 **Objetivos Específicos**

- a) Realizar um breve histórico e explanação sobre os principais aspectos do telhado verde;
- b) Analisar de que forma a cobertura verde é estruturada;
- c) Estudar a aplicação desse sistema no ambiente escolar.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia divide-se em três segmentos: definição, aplicação e aproveitamento de águas pluviais utilizando a técnica de cobertura vegetal. O primeiro segmento do trabalho, dá-se a partir de pesquisas bibliográficas e documentais, além de artigos acadêmicos e literaturas.

Para elaboração do segundo e terceiro segmento é realizada uma análise da tese de mestrado de Josimeri da Silva Moreira Fiore, que em 2021 realizou estudo de caso sobre telhado verde já instalado em ambiente escolar. Serão apresentados também detalhes sobre os componentes do telhado verde.

Para levantamento da maior parte das informações realizou-se uma revisão bibliográfica de trabalhos acadêmicos atuais, analisados estudos de diversos pesquisadores e aplicações práticas do telhado verde em ambiente escolar. Busca-se evidenciar que a aplicação do telhado verde gera vários benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a estrutura que irá recebe-lo.

Assim como será relatada a série de benefícios que impactam de modo positivo no perímetro onde está inserido o telhado verde. Portanto, este trabalho não apenas se limitará ao conceito, mas abordará também os impactos positivos e desvantagens dessa prática, e fará uma breve abordagem sobre a implantação dos mesmos nas escolas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Segundo Silva (2011), jardins suspensos existem há muito tempo, no século VI a.C., por exemplo, na Babilônia, onde se tem os primeiros indícios, nos conhecidos jardins suspensos (Figura 1), o uso dessa técnica já era conhecido, bem como em Berlim, onde as casas rurais eram cobertas por uma camada de terra, esta era uma forma de evitar incêndios, nessa camada de húmus crescia a vegetação de modo que cobria os tetos.

Figura 1 – Jardins suspensos da Babilônia



Fonte: <https://flores.culturamix.com>

Para Araújo (2007), posteriormente, na Alemanha em zonas rurais em meados do século XIX, os moradores aplicavam camadas de terra nas cobertas com a finalidade de prevenir incêndios. Nessa camada de terra se desenvolvia uma vegetação que sobressaía os tetos, daí vem a iniciativa alemã no desenvolvimento de estudos relativos aos telhados verdes.

Ainda conforme Araújo (2007), mesmo que a técnica esteja em alta no Brasil, o interesse das grandes companhias é pequeno. No Sul do país, encontra-se a área onde essa prática é mais aplicada.

O mercado construtivo é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente por utilizar muitos recursos naturais. Estimando-se que cerca de 50% dos recursos naturais extraídos estão relacionados à atividade de construção, sendo um grande desafio equilibrar as atividades produtivas e lucrativas com o desenvolvimento sustentável e consciente (FIORI, 2021).

Quanto aos tipos de telhados, costuma-se separar em duas grandes categorias: Os sistemas extensivos, com um substrato fino e por sistemas intensivos com um substrato mais espesso. E quanto à sua aplicação pode dar-se por: contínuos, pré-moldados e aéreos (TASSI *et al.* 2013).

O processo de construção de telhados verdes, ou de quaisquer técnicas com fim de trazer mais verde às cidades ainda são tímidas no Brasil, que também fala que esses sistemas servem como uma alternativa para a redução de problemas como as ilhas de calor, e outros oriundos da poluição atmosférica. Cidades como Curitiba e São Paulo, por exemplo, possuem projetos de lei para impor o uso de telhados verdes na cobertura de edifícios, assim como em Tóquio, no Japão, imóveis com mais de 1000 m² são obrigados a manter uma área verde sobre o telhado para reduzir os efeitos do aquecimento (MARTHE, 2018 apud FIORE, 2021).

2.2 TELHADO VERDE

O telhado verde é um sistema construtivo que consiste na aplicação de vegetação sobre coberturas, podendo ser aplicada em qualquer tipo de edificação, desde que observadas questões como estrutura da instalação, sistema de drenagem e impermeabilização do local a ser implantado (ALBERTO, 2013). A técnica construtiva tem como objetivo aumentar a quantidade de verde do meio urbano, já que 25% da superfície terrestre de uma cidade são compostas por telhados, o que proporciona 80% da incidência solar, sendo absorvida por essa superfície impermeável, é o que aponta os estudos da Universidade de Berkeley, nos Estados Unidos, citado pela revista *on-line* Arquitetura e Construção (ECOD, 2014 apud FIORE, 2021).

Para a construção de um telhado verde, a laje deve ser preparada com impermeabilização e sistemas de drenagem para receber o telhado. Em casos de estruturas que já foram executadas sem o planejamento para receber o telhado, deverá ser feito um estudo para analisar a carga que pode ser colocada ou até mesmo fazer um reforço estrutural. O cuidado com o crescimento das raízes também é um fator muito importante, motivo pelo qual um especialista poderá indicar as espécies adequadas a cada situação (ALBERTO, 2013).

A manutenção do telhado verde deve ser feita uma ou duas vezes ao ano dependendo do telhado aplicado. Segundo Araújo (2007), as plantas nativas são mais adequadas para determinados locais, pois elas se adaptam facilmente aos períodos de estiagem e poda.

Apesar do custo elevado para implantação e a devida manutenção do telhado há uma série de vantagens ao utilizar este conceito em grandes centros, como, por exemplo, em São Paulo, uma das cidades mais populosas do planeta que ao aderir a este método poderia combater o efeito das “ilhas de calor” diminuindo a temperatura em áreas mais arborizadas ou que investem mais neste conceito, uma vez que os telhados verdes ajudam gases do efeito estufa e/ou poluentes atmosféricos também são absorvidos pela vegetação através da fotossíntese das espécies cultivadas, contribuindo com a redução da poluição atmosférica (OLIVEIRA NETO, 2014).

2.3 TIPOS DE TELHADO VERDE

Dependendo da finalidade a que está destinado o telhado verde, nesta pesquisa foi-se citado três divisões: Extensivo, intensivo e semi-intensivo. As particularidades dos mesmos vão depender da demanda financeira por manutenção, tipo de vegetação utilizada para cobertura vegetal, substratos e na disposição estrutural que estará submetida as cargas da cobertura. Todas proporcionam os mesmos benefícios, diferenciando no custo de manutenção, na vegetação utilizada nos substratos e na estrutura que suportará as sobrecargas da cobertura (SILVA, 2011).

2.3.1 Extensivo

O telhado extensivo se assemelha com as características de um jardim térreo, com espécies de pequeno porte e que agregam no máximo 150 kg/m². É normalmente mais fino e leve, com no máximo 8 cm de espessura e coberta tipicamente com forração. É a cobertura vegetal que mais viável financeiramente, porém não suporta a mesma carga de águas pluviais que outros sistemas suportam (FIORE, 2021).

Segundo Silva (2017), ter o arranjo de um jardim, possuindo vegetação baixa de pote reduzido não demanda manutenção de forma constante. Primeiro seleciona-se um tipo de planta que resista, ainda que seja submetida a condições extremas de adversidade. Ao mesmo tempo essa vegetação deve sobrecarregar minimamente a estrutura em que está instalada. Há necessidade também da existência hidrófila, e também de uma camada que possa drenar essa água.

Ainda segundo Silva (2017), a composição dessa camada hidrófila deve consistir de materiais que deem vazão a quantidade de água acumulada, não deixando de reter dessa água para que a vegetação seja mantida em condições adequadas de umidade. Na Figura 02 pode-se observar um telhado verde do tipo extensivo.

Figura 2 – Telhado verde do tipo extensivo.



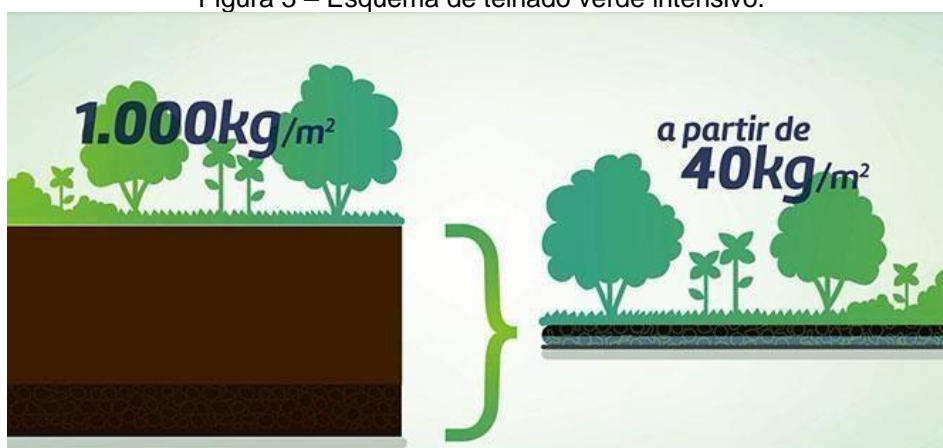
Fonte: <http://bioclimatismo.com.br/telhado-verde>

2.3.2 INTENSIVO

Os chamados intensivos necessitam de maior espaço e capacidade de suportar uma carga de até 500 kg/m². Conforme a International Green Roof Association (IGRA, 2015), os telhados verdes intensivos por comportarem plantas de nível médio a grande, precisam de uma estrutura que comportem maior capacidade de carga, pois precisam de uma camada de solo que varia entre 15 a 40 cm e a carga prevista varia entre 180 Kg/m² a 500 Kg/m².

A vegetação varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas e a manutenção exige cuidados específicos, similares à aos empregados num jardim comum. Neste tipo de vegetação, o telhado verde também protege a cobertura da radiação ultravioleta aumentando sua vida útil. Exige qualidade de manutenção, irrigação permanente e adubação constante (IGRA, 2015) (Figura 3)

Figura 3 – Esquema de telhado verde intensivo.



Fonte: SkyGarden, 2015.

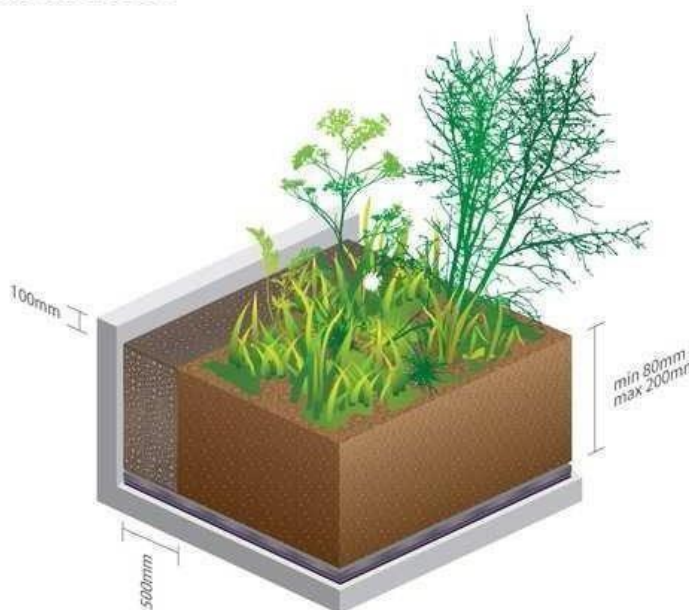
2.3.3 Semi-intensivo

São compostos por espécies de vegetação de porte médio capazes de exercer uma carga de no máximo 200 kg/m². Este tipo de telhado representado na Figura 4, reúne as características dos telhados verdes intensivos e extensivos. Possui maior capacidade de carga e custos medianos para a manutenção (GARRIDO NETO, 2016).

Normalmente a manutenção do telhado verde pode ser feita uma ou duas vezes por ano, dependendo do sistema aplicado. Os telhados verdes intensivos requerem manutenção frequente devido ao seu porte ser maior, porém em todos os

sistemas se a manutenção não for feita corretamente, também podem surgir problemas com pragas urbanas, o que inviabiliza os benefícios do sistema. As desvantagens nesse tipo de telhado estão ligadas à implantação do telhado verde e suas vantagens são relevantes para o meio ambiente e para a sociedade, além de que seus custos de implantação não devem ser considerados apenas como gastos, mas também como um investimento para o futuro (FIORE, 2021).

Figura 4 – Esquema de telhado verde intensivo.
Semi-Intensive



Fonte: SkyGarden, 2015.

2.4 COMPARAÇÃO DOS TIPOS DE TELHADOS VERDES

O Quadro 1 demonstra os critérios a serem utilizados para caracterizar as três diferentes formas de telhados verdes (IGRA, 2015):

Quadro 1 – Comparativo de tipos de telhados verdes.

| | Sistema Extensivo | Semi-intensivo | Sistema Intensivo |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Manutenção | Baixa | Periodicamente | Alta |
| Irrigação | Nenhuma | Periodicamente | Regularmente |
| Plantas | Ervas e Gramíneas | Gramma, Ervas e Arbustos | Gramado e árvores |
| Altura do Sistema (mm) | 60-200 | 120-250 | 150-400 |
| Peso (kg/m²) | 60-150 | 120-250 | 180-500 |
| Custo | Baixo | Médio | Alto |
| Indicação | Camada de proteção ecológica | Projeto para telhado verde | Jardim |

Fonte: IGRA, 2015.

2.5 ESTRUTURA DO TELHADO VERDE

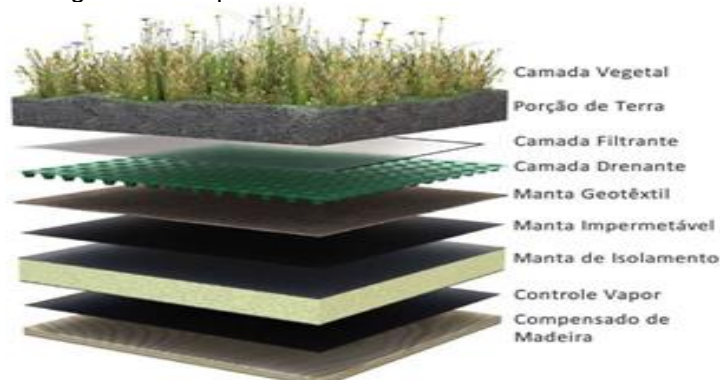
Conforme pode ser observado na Figura 5, a preparação para aplicação do telhado verde consiste primeiro na impermeabilização e instalação de um sistema de drenagem. Deve-se atentar também para preparar a estrutura de forma que o crescimento das raízes não a danifique (SILVA, 2017).

De acordo com Alberto (2013) em casos de estruturas que já foram executadas sem o planejamento para receber o telhado, deverá ser feito um estudo para analisar a carga que pode ser colocada ou até mesmo fazer um reforço estrutural. Além do crescimento das raízes que também é um fator importante, motivo pelo qual um especialista poderá indicar as espécies adequadas a cada situação.

Santos (2017) cita os seguintes elementos da estrutura do telhado verdes (Figura 5):

- Laje: elemento estrutural onde devem ser consideradas as cargas permanentes e cargas acidentais;
- Camada impermeabilizante: protege o elemento estrutural de infiltrações;
- Isolante térmico: utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve.
- Camada drenante: tem como função dar vazão ao excesso de água no solo, pode ser constituída de argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Sua espessura pode variar de 7 a 10 cm.
- Camada filtrante: evita que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, ela separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante, utiliza-se normalmente uma manta geotêxtil
- Solo: substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas. A espessura varia de acordo com o tamanho das plantas.
- Vegetação: para a sua escolha é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde.

Figura 5 – Esquema de Camadas de um Telhado verde.



Fonte: SkyGarden, 2015.

2.6 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS ATRAVÉS DO TELHADO VERDE

O aproveitamento das águas pluviais por meio do telhado verde consiste na reutilização da água que fica infiltrada ou absorvida pela vegetação da cobertura. Segundo Silva (2011), “as áreas verdes podem reter de 15 a 17% do volume de águas pluviais”.

As coberturas vegetais podem ser entendidas como uma forma de realocar a vegetação do solo para implantação em um edifício, pois estas vegetações atuam como filtros naturais das águas pluviais, e não se enquadram no mérito das disputas de uso e ocupação do solo, além de agregar vantagens sociais, econômicas e ambientais. Uma de suas funções é a capacidade de absorver volumes de água de chuva precipitada, auxiliando as cidades para que não ocorram cheias, pois aumenta a área de escoamento superficial e diminui a vazão afluente nos cenários de alto índice pluviométrico (FIORE, 2021).

Segundo a Sky Garden (2015), a capacidade de absorção de uma cobertura vegetal é elevada e pode reter até 28 litros de água pluvial por metro quadrado, porém acontece lentamente e de acordo com as características do sistema, assim como a saturação do substrato utilizado durante o evento de precipitação. Esta retenção varia entre o volume de água absorvido para sustentação do sistema e do volume precipitado.

Através desta capacidade de absorção pode-se fazer um direcionamento da água da chuva a fim de reaproveitá-la, por meio de um conjunto de calhas e condutores até o espaço para armazenamento do mesmo, tornando-se um dispositivo para redução com gastos hídricos e auxílio no combate às cheias urbanas. O processo de reaproveitamento de águas pluviais parte do processo de coleta, onde as calhas e

condutores escoam a água precipitada até a área de armazenamento, normalmente feito por reservatórios e cisternas (quando a capacidade é esgotada a água é desviada para a rede coletora de águas pluviais) e após isto, passa pelo processo de tratamento dependendo da qualidade da água coletada e para qual finalidade será destinada (FARIAS, 2012).

Ainda, se o escoamento superficial gerado em um telhado verde for captado e armazenado em cisternas, a água da chuva pode ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação do próprio telhado e jardins, além de descarga em bacias sanitárias, lavagens de pisos, entre outros, implicando em redução de custos com o pagamento de água tratada e, indiretamente contribui para a preservação de mananciais (FIORE, 2012), o esquema de captação é demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Esquemática do Sistema de Retenção de Água.



Fonte: EURIDES, 2012.

3 APLICAÇÃO DO TELhado VERDE EM AMBIENTE ESCOLAR – ESTUDO DE CASO COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE

O Colégio Estadual Erich Walter Heine (Figura 7), inaugurado oficialmente em 20 de maio de 2011, situa-se no bairro Santa Cruz, cujo a temperatura alcança 40°C no verão e a sensação térmica ultrapassa os 50°C (BUENO, 2020).

Figura 7 – Fachada da CEEWH.



Fonte: ARKTECTUS, 2017

O Colégio possui cerca de 2200m², sendo toda climatizada, possuindo condições de acessibilidade para portadores de deficiência. A cobertura verde dessa escola, que pode ser observada na Figura 8, tem uma área de 900m², a constituição desse telhado é de mudas de boldo do Chile, o telhado é do tipo extensivo (OKADA,2012; ALBUQUERQUE, 2014 apud FIORI, 2021).

Figura 8 – Vista Superior do Teto Verde CEEWH.



Fonte: ARKTECTUS, 2017

Em suma segundo Fiore (2021), o telhado verde além de melhorar o conforto térmico dentro dos ambientes da escola, e da estrutura como um todo; contribui positivamente para a estética da região em que está localizado. Ainda é uma demonstração real para toda comunidade local e de alunos das ações que podem ser feitas para promoção da sustentabilidade.

Portanto, a cobertura vegetal também desperta em todos os alunos o interesse quanto as questões ambientais, em relação ao aperfeiçoamento de projetos ambientais e do significado da natureza, contribuindo para o aprendizado dos alunos.

Esse tipo de telhado também funciona como incentivo para a comunidade, e da responsabilidade de casa um diante dos impactos das nossas ações conviver de forma harmoniosa no meio da comunidade (FIORE, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido trabalho teve como objetivo evidenciar a todos os seus leitores o fato que a sustentabilidade está cada vez mais relacionada às metodologias de construções. Com a crescente necessidade de se minimizar os impactos ocasionados pelas grandes intervenções da engenharia, a cobertura verde ganha cada vez mais espaço. A implantação do telhado verde viabiliza ganho de qualidade de vida, e uma relação mais saudável do homem com o meio ambiente.

Infelizmente, um dos motivos limitadores de uma maior expansão dessa técnica é o aspecto financeiro. Apesar dos inúmeros benefícios trazidos a estrutura, o fator financeiro é decisivo para que se faça opção pelas coberturas tradicionais. Salientando que o telhado verde extensivo é uma técnica que demanda um custo bem menor, pois necessita de pouca manutenção.

No tocante aos ambientes escolares, o telhado verde se torna uma importante ferramenta de preservação ambiental e de conscientização. Essa técnica age como agente modificador e edificador de conhecimento ambiental. Desta forma, conclui-se que o telhado verde melhora a qualidade de vida dos estudantes e demais personagens do ambiente escolar e traz benefícios na redução da temperatura das salas

Portanto, seja no ambiente escolar, seja em ambientes comuns, o objetivo desse trabalho é incentivar o entendimento sobre os diversos benefícios que a cobertura verde pode trazer, e o quanto é viável fazer proveito de todos eles, de modo que garanta não só sustentabilidade, mas também qualidade de vida e conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Eduardo Zarzur *et al.* Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. **Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress**. Disponível em: <<https://www.agrerverdes.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/06/estudo-do-telhado-verde.pdf>>. Acessado em: outubro de 2021.

ALBUQUERQUE, Rafael Tavares. **A Certificação LEED na Arquitetura Escolar: Reflexões sobre a Escola Estadual Erich Walter Heine**. (Dissertação mestrado) Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, PROARQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2014, 229f e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf>>. Acessado em: outubro de 2021.

ARAÚJO, S. R. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. (Monografia) Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, PROARQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2007, 289f e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf>>. Acessado em: outubro de 2021.

BUENO, Paola. **Calorão e tempestades intensas castigaram São Paulo e Rio de Janeiro**. Notícias, Atualidades, Site Bomtempo.com. (online) Publicado em 14 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/calorao-e-tempestades-intensas-castigaram-sao-paulo-e-rio-de-janeiro.html>>. Acessado em: outubro de 2021.

ECOD. **Copenhague é segunda cidade no mundo a tornar obrigatórios os telhados verdes**. 22 set. 2014. Seção Arquitetura e Construção. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2014/copenhague-e-segunda-cidade-no-mundo-a-tornar?tag=arquitetura-e-construcao#ixzz3Eemnbw00>>. Acesso em: outubro de 2021

EURIDES, José. **Sistemas de captação e armazenamento de água das chuvas nos novos projetos de edificações públicas municipais é aprovado por unanimidade**. Blogspot.2012. Disponível em: <<http://zeeurides.blogspot.com.br/2012/12/sistemas-decaptacao-e-armazenamento-de.html>>. Acessado em: outubro de 2021.

FARIAS, Maria Mariah Monteiro Wanderley Estanislau Costa de. **Aproveitamento de águas de chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos**. (Dissertação de mestrado) Apresentada ao Programa de Pós-graduação em

Arquitetura, PROARQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2014, 229f e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: < <http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021.

FIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – **Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine**. Disponível em: < <http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021.

GARRIDO NETO, P. S. **Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro: estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do Rio Joana a partir do uso de modelagem matemática**. (Dissertação Mestrado) Apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro. Engenharia Civil, COPPE, 2016. 344f.e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: < <http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021.

GATTO, Chistiane Merhy. Coberturas verdes: **A importância da estrutura e da impermeabilização utilizadas**. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/1571/1/christianemerhygatto.pdf>>. Acessado em: outubro de 2021

HYDROTEC MEMBRANE CORPORATION. **Garden Roof Planning Guide**. 19p. 2007. Canadá: KAUSHAL, S. *et al*. Effects of Stream Restoration on Denitrification in na Urbanizing Watershed. **Ecological Applications**, 2008.

IGRA, INTERNATION GREEN ROOF ASSOCIATION. **Greenrooftypes**. 2015. Disponível em: http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em: outubro de 2021.

JESUS, Bianca Nunes. Infraestrutura Verde: **Diretrizes para amenizar os danos das enchentes e dos alagamentos através do uso dos espaços livres**. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1056/TCC_Infraestrutura_verde_diretrizes_para_amenizar_os_danos_das_enchentes_e_dos_alagamentos_atrav%c3%a9s_do_uso_dos_esp%c3%a7os_livres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: outubro de 2021.

MARTHE, Marcelo. O jardineiro casual: telhados verdes, Revista Veja, vídeos. 2012. Disponível em:< <http://veja.abril.com.br/multimedia/video/telhado-verde>>. Acesso em: outubro de 2021

OKADA, Elisa Yoshie. **Avaliação da Segurança Ambiental de Construção certificada LEED: Estudo de Caso de um Colégio Público no Rio de Janeiro**. (Dissertação de mestrado) Apresentada ao Programa de Pós-graduação em

Arquitetura, PROARQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2012, 93f e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: < <http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021.

OLIVEIRA NETO, Adalberto Ciro de. Cobertura verde: estudo de caso no município de São José dos Campos - SP. (Trabalho de Graduação em Engenharia Civil) Apresentado à Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP. 2014. 93f e redigida por FRIORE, Josimeri Moreira da Silva. O telhado verde e a sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana – Estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine. Disponível em: < <http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021.

SANTOS, Leonildo Rasec Lima *et al.* **Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil.** Disponível em: < <file:///C:/Users/user/Downloads/5213-Texto%20do%20artigo-14594-1-10-20180103.pdf> >. Acessado em: outubro de 2021

SILVA, Ana Carolina Bitar *et al.* Século XXI: Estrutura e Construção Sustentável. **Termite XXI Century: The Structure And Sustainable Construction.** Disponível em: < <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/download/5213/2568>>. Acessado em: outubro de 2021.

SILVA, Marina Constante *et al.* Concepção de métodos construtivos sustentáveis: aplicação de telhado verde e aproveitamento de água pluvial em um ambiente escolar. Disponível em: < <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4364/1/TCC%20Marina%20e%20Sheila%20Vers%C3%A3o%20Postagem.pdf>>. Acessado em: outubro de 2021.

SKYGARDEN, Envec paisagismo sustentável. **Opções de plantas – Telhados verdes.** São Paulo, 2015. Disponível em: < <http://www.skygarden.com.br/br/index.php/telhados%EF%BF%BEverdes/opcoes-de-plantas>>. Acessado em: outubro de 2021.

TASSI, Rutinéia *et al.* Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Green roof: a sustainable alternative for stormwater management** Disponível em: < <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/download/5213/2568>>. Acessado em: outubro de 2021.