

# A APLICAÇÃO DE MÉTODOS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS ATRAVÉS DA COBERTURA VERDE

Barbara Pereira Franco<sup>1</sup>  
Frank Carlos Ramos Lacerda<sup>2</sup>  
Danilo Carvalho Miranda<sup>3</sup>

## RESUMO

Com o aumento populacional significativo que tem acontecido nos meios urbanos, o meio ambiente vem cada vez mais sendo afetado em decorrência disto. A engenharia civil à luz desse fato, tem buscado inovações em tecnologias construtivas afim de minimizar esses impactos, utilizando o meio sustentável sem perder a eficácia e eficiência da construção. O eco telhado ou telhado verde é uma alternativa sustentável que nos dias atuais tem sido muito utilizada em diversas partes do mundo. Trata-se de uma técnica que consiste no uso de vegetação nas coberturas em edifícios e residências, capaz de proporcionar além de uma melhor estética arquitetônica, um conforto térmico mais agradável e harmonioso em cooperação com a qualidade de vida social. Os benefícios gerados pela adoção do telhado verde vão além da estética e conforto, e através do método em destaque oportuniza-se a reutilização de águas pluviais através de sua captação, armazenamento e reaproveitamento da água. Sendo assim, oportuniza-se o estudo bibliográfico e observação de campo acerca do tema, para testificar e explorar a temática sobre a utilização do telhado verde como método sustentável e o reaproveitamento da água das chuvas.

**Palavras-chave:** Engenharia; sustentável; telhado verde; reaproveitamento da água.

## ABSTRACT

With the significant population increase that has taken place in urban areas, the environment has been increasingly affected as a result of this. Civil engineering in light of this fact, has sought innovations in construction technologies in order to minimize these impacts, using the sustainable environment without losing the effectiveness and efficiency of construction. The eco roof or green roof is a sustainable alternative that nowadays has been widely used in different parts of the world. It is a technique that consists of using vegetation on the roofs of buildings and homes, capable of providing, in addition to a better architectural aesthetic, a more pleasant and harmonious thermal comfort in cooperation with the quality of social life. The

---

<sup>1</sup> Bárbara Pereira Franco, graduanda do curso de Engenharia Civil da Fundação Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni – MG. E-mail: barbarafrancopp@outlook.com

<sup>2</sup> Frank Carlos Ramos Lacerda, graduando do curso de Engenharia Civil da Fundação Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni – MG. E-mail: frank\_lacerda@outlook.com

<sup>3</sup> Danilo Carvalho Miranda, bacharel em Administração e Esp. Em Gestão de Negócios e Finanças pela Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni – MG. E-mail: danilocarvalho.unipacto@hotmail.com.

benefits generated by the adoption of the green roof go beyond aesthetics and comfort, and through the method highlighted, it is possible to reuse rainwater through its collection, storage and water reuse. Thus, the bibliographic study and field observation on the theme have the opportunity to witness and explore the theme of using the green roof as a sustainable method and reusing rainwater.

**Keywords:** Engineering; sustainable; green roof; water reuse.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento dos meios urbanos, a área vegetativa vem diminuindo e a ação do homem vem impactando cada vez mais o meio ambiente. Com isso vem surgindo diversas inovações e tecnologias na área da construção civil a fim de minimizar esses impactos. A utilização do telhado verde é uma inovação de que tem sido muito utilizada em diversas partes do mundo, e o Brasil vem cada vez mais aplicando esse método.

O uso do método sustentável abrange os estudos da engenharia civil, pois a implantação do ecotelhado traz também o benefício de captação de águas pluviais, de modo a reutilizá-las. O autor Freitas (2013) diz:

(...) O telhado verde diminui o volume de escoamento da água das chuvas e, quando há a possibilidade de coleta de água pluvial, o telhado verde funciona também como um filtro, proporcionando uma melhor qualidade de água que pode ser aproveitada na irrigação de jardins e na lavagem de calçadas e carros. Outra vantagem desses telhados é o enriquecimento da biodiversidade das espécies de plantas do local.

A implantação do telhado verde expõe diversas conveniências, além de proporcionar um ambiente mais agradável e harmonioso, garante uma estética arquitetônica mais sofisticada que ao longo da pesquisa serão testificadas, não abandonando a premissa do estudo em demonstrar a importância da captação e reaproveitamento de água das chuvas utilizando um sistema construtivo de coberturas verdes para a Engenharia Civil.

(...) Pesquisas bioclimáticas indicam que, com o uso de coberturas vivas, é possível melhorar em 30% as condições térmicas no interior da edificação, o que torna desnecessário o uso de sistemas artificiais de climatização. Dito em Jardinaria (2011, p. 1).

O uso desse telhado, contribui também na harmonização tanto da residência quanto da população residente ao redor do local implantado, pois gera uma redução na umidade do ar tornando o clima mais prazeroso e fresco. A implantação desse telhado consiste em técnicas adequadas e eficazes a fim de evitar danos futuros.

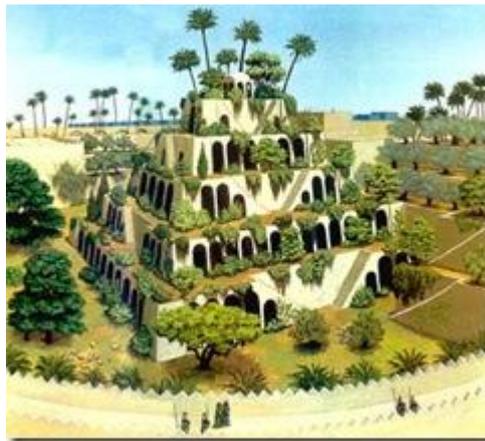
Ao longo do estudo, peculiaridades como a observância da estrutura residencial e a vegetação a ser utilizada serão levantadas,afim de testificar a eficiênciada da aplicação do método sustentável sob cobertura verde, amparado pela captação de águas e seu reaproveitamento.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 A ORIGEM DA COBERTURA VERDE**

Originalmente, o telhado verde, ou eco telhado por alguns autores assim chamado, teve suas primeiras apariçõesna antiga Mesopotâmiahá 600 anos a.C, atual Sul do Iraque, e na Babilônia. E ficou conhecido como jardins suspensos da Babilônia (BUENO, 2010).

**Figura 1 – TelhadoVerde -Jardim Suspenso na Babilônia**



Fonte: DELACERDA (2010)

A tecnologia do telhado verde como um instrumento funcional para a civilização tem sua origem em diferentes regiões do mundo. Na Escandinávia, os telhados eram cobertos com uma mistura de terra e grama como forma de isolamento térmico. Abaixo dessa camada eram colocadas pesadas vigas de madeira intercalada com cascas de árvores para a impermeabilização do telhado. (RODRIGUEZ, 2006).

Os exemplos de coberturas com vegetação já existiam em algumas cidades espanholas nos séculos XVI e XVII. A partir daí foram surgindo em outras cidades francesas e por toda a Escandinávia. Sendo inclusive considerada até a metade do século XX, uma prática de cultura popular. Existem países como Áustria, Noruega e Alemanha, em que o telhado verde já possui um conceito abundantemente difundido, tendo até mesmo empresas diplomadas no assunto. Contudo, por motivos de interesse antigo desses países em acabar com os impactos

causados ao meio ambiente pela urbanização acelerada, foram criadas muitas técnicas nos anos 60 de construções de telhados verdes. Muitas pesquisas eram feitas e nos anos 70 essas pesquisas intensificaram e foram adotados diversos tipos de agentes inibidores de raízes, membranas impermeabilizantes, materiais drenantes, tipos de espécies de plantas adequadas e substrato de baixa densidade. Com o passar dos anos o crescimento construtivo foi de 15% à 20% ao ano, e durante esses anos 80 houve um número de 10.000.000m<sup>2</sup> de telhado verde na Alemanha no ano de 1996. Este crescimento relevante foi açulado por leis dos municípios, dos estados e leis federais que custearam cada metro quadrado da construção da cobertura verde.( PECK, 1999).

Para Quintella (2012, p.1), o sistema nos anos 90 começou a ser mais divulgado pelos fabricantes europeus afim de venderem para o mercado norte-americano, apesar de ainda ser um sistema em que muitos ainda tinham medo da utilização por se tratar de algo inovador, pouco estudado e aprimorado.

O autor Romeiro (1999) esclarece que:

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu pela primeira vez, com o nome de ecodesenvolvimento, no início da década de 70. Foi uma resposta à polarização, exacerbada pela publicação do relatório do Clube de Roma, que opunha partidário de duas visões sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente: de um lado, aqueles, genericamente classificados de possibilistas culturais (ou, tecnocentricos radicais), para os quais os limites ambientais ao crescimento econômico são mais que relativos diante da capacidade inventiva da humanidade, [...] de outro lado, aqueles outros, deterministas geográficos, para os quais o meio ambiente apresenta limites absolutos ao crescimento econômico, sendo que a humanidade estaria próxima da catástrofe. Mantidas as taxas observadas de expansão de recursos naturais (esgotamento) e de utilização da capacidade de assimilação do meio (poluição) (ROMEIRO, 1999, p. 2-3).

A autora Gro Harlem Brundtland (1987), referência nas discussões de sustentabilidade e precursora do Relatório Nosso Futuro Comum<sup>4</sup> faz grande menção quando enfatiza: “Sustentabilidade significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades”.

A partir daí foram surgindo pesquisas para as diversas composições da vegetação utilizada para a utilização desse telhado, como agentes inibidores de raízes, materiais drenantes, impermeabilizantes, as diversas espécies de plantas, dentre outras. Para Quintella (2012), estes tipos de cobertura “tinham as características de elementos arquitetônicos sobre os naturais”.

Segundo o engenheiro agrônomo Edimar Binotti, o primeiro telhado verde do Brasil

---

<sup>4</sup>Também conhecido como Relatório Brundtland foi elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, onde apresentou um novo olhar sobre o desenvolvimento, definindo-o como o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”, trazendo à tona mais uma vez a imprescindibilidade de uma nova relação “ser humano-meio ambiente”.

foi implantando em 1998, em Pedra Azul, no município de Domingos Martins, na região Serrana do Estado. Hoje, o rancho Fjordland, localizado na região, referência em trilhas e turismo ecológico e famoso pelas Cavalgadas Ecológicas, possui quase todas as suas instalações com o ecotelhado. (LOYOLA, 2011).

**Figura 2 – Tellhado Verde - Rancho em Pedra Azul-ES**



Fonte: LOYOLA (2011).

## **2.2 TELHADO VERDE**

O telhado verde é uma tecnologia que constitui-se no uso de vegetação nas coberturas residenciais e de edifícios, utilizando a drenagem e impermeabilidade adequadas (NETO, 2018).

Telhado verde é uma técnica usada em arquitetura cujo objetivo principal é o plantio de árvores e plantas nas coberturas de residências e edifícios. Ao impermeabilizar e drenar adequadamente a cobertura dos edifícios, cria então, condições para a execução do telhado verde. (KRUGER, 2016)

### **2.2.1A Construção do Telhado Verde**

Para a implementação do telhado deve ser levada em consideração a condição da estrutura e a impermeabilização da laje ou telhado, bem como, a estrutura da residência deve conter uma inclinação mínima de 1,5 % de diferença entre cada metro de laje, para que não haja infiltração podendo levar a danificação da estrutura (REBOLLAR, p. 69. 2017). Ainda para a autora Rebollar (2017), após esta análise deverá ser realizada uma limpeza na área, para posteriormente ser instalada a membrana antirraízes e o sistema de drenagem da água

A escolha na vegetação também deve ser observada, levando-se em conta as plantas que atenderão as necessidades do local e se adaptarão a região, ela deve ser baixa e de pouco crescimento, como por exemplo, as plantas, gramíneas, calancói, rosinha-de-sol, alho-social, amendoim forrageiro, dentre outros. (ALBERTO, 2012).

Nesse sentido de maneira clara, sobre a composição e implantação do telhado verde, destaca-se:

As coberturas verdes trazem consigo a idéia de recomposição da vegetação original retirada do solo, de forma a recuperar suas propriedades superficiais originais. Para isso, tal tecnologia utiliza a cobertura das edificações, onde são implantadas camadas de vegetação, substrato, drenagem e impermeabilização, de forma a simular uma superfície de solo vegetado. Em certo sentido, as coberturas verdes podem ainda ser entendidas como uma forma de realocação da vegetação do solo retirada para a implantação do edifício (CAETANO; TIBIRIÇÁ; SANTOS, 2010 apud GARRIDO NETO, 2012).

Ainda, segundo Silva (2011), cindo camadas são necessárias para a instalação de um telhado verde, quais sejam:

- Camada Impermeabilizante: Tem a função de proteger a laje contra infiltrações;
- Camada drenante: Tem a função de drenar a água da chuva dando vazão ao excesso de água e também como filtro separando os poluentes;
- Camada filtrante: Para Reter partículas que seriam levadas pela água da chuva;
- Camada com a membrana de proteção contra raízes: Para controlar o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema.
- Camada constituída por Solo e Substrato: Esta camada contém os nutrientes para o crescimento da vegetação cultivada, além de servir, para fixação das plantas. (SILVA, 2011).

**Figura 3 – Telhado verde, Instalação das camadas**

### **AS CAMADAS DE UM TELHADO VERDE**



Fonte: AT ARQUITETURA (2012)

## **2.2.2 Tipos de Telhado Verde**

Na instalação do telhado verde, estes variam em estrutura e cobertura, assim deve ser analisados alguns cuidados para correta e segura aplicação, observando o dimensionamento do local para o telhado e a estrutura da edificação em que o telhado será comportado as espécies de plantas a serem utilizadas e o clima da região.(Rutinea Tassi, 2014).

Desta forma existem três tipos básicos de telhado verde, nos quais são o intensivo ou semi-intensivo e o extensivo. “Esta classificação foi definida de acordo com a espessura da camada de substrato, tipos de plantas que será cultivada e a necessidade de manutenção” (BRITTO, 2001 apud KREBS, 2005).

### **2.2.2.1 Intensivo**

Na construção de telhado verde intensivo, a profundidade do substrato de solo varia de 15 a 40 cm. Esta altura de substrato garante a sustentação das plantas cultivadas. Outro ponto importante está relacionado com o peso total exercido em cima do telhado, sendo que o ideal é não ultrapassar  $500 \text{ kg/m}^2$ , de acordo à *International Green Roof Association*(IGRA, 2015).

Os intensivos tem características de possuir espessura maior de substrato, uma maior diversidade de espécies vegetais podendo abrigar plantas de pequeno e médio porte, maior capacidade de retenção de água e nutrientes, tendo também suas desvantagens, pois exige manutenções e irrigações regulares e uma estrutura de suporte mais reforçada, pois este implicará em uma sobrecarga maior na estrutura de suporte (ZINCO, 2007).

Esse tipo de cobertura é caacterizada por utilizar uma camada de solo maior que 20cm e vegetação de médio porte, o que exige um maior reforço na estrutura, com cargas corretamente distribuídas para suportar os esforços extras resultantes das plantas, água e solo. (CORREA; GONZALES, 2002)

**Figura4–Telhado Verde Intensivo Construído em laje de prédios**



Fonte: ARCHIEXPO (2020)

### 2.2.2.2 Semi – Intensivo

Há ainda outra subdivisão que o classifica em semi-extensivos, caracterizados por altura de substrato de 12 a 25 cm, peso de 120 a 200 kg por m podendo abrigar uma maior diversidade de plantas (se comparado aos extensivos), como alguns tipos de arbustos, plantas lenhosas e ervas, demandando de manutenções periódicas (INGRA, 2010).

Esse telhado tem a instalação com espessura mínima de 20cm, e o cálculo estrutural exige um cuidado maior, por ser mais pesado. (FILIPE BONI, UGREEN, 2016)

O telhado verde semi-intensivo, por ser constituído de uma camada de substrato mais profundo em relação ao modelo extensivo, propicia o cultivo de plantas diversificadas, tais como herbáceas, arbustos ou até mesmo plantas lenhosas, que possuem crescimento médio (HENEINE, 2008).

**Figura 5 –Telhado Verde Semi-intensivo**



Fonte: ARCHIEXPO (2020).

### 2.2.2.3 Extensivo

A construção extensiva de telhados verdes possui vantagens em relação aos modelos intensivo e semi-intensivo. Um motivo essencial é que a vegetação cultivada não necessita de cuidados constantes ou especiais. Geralmente as plantas cultivadas são gramíneas ou outras espécies que não precisam de muita água para se desenvolver (xerófitas), além da baixa profundidade, pois a espessura do substrato é baixa (HENEINE, 2008).

Os extensivos caracterizados por possuir baixa profundidade de substrato, plantas de pequeno porte que exigem pouca manutenção devido ao seu lento e baixo crescimento (ZINCO, 2007).

Os telhados extensivos são considerados os mais leves, podendo ser aplicado em vários tipos de coberturas, como por exemplo, telhas cerâmicas, de fibrocimento, coberturas de aço e lajes. Neste sentido tem-se o posicionamento de (Correa;Gonzalez, 2002), esclarecendo que:

Esse tipo de cobertura, tem por características, as camadas, menores que 20cm, e diferente da intensiva, utilizam espécies de vegetação de pequeno porte, que necessitam de pouca ou nenhuma manutenção, onde existe preocupação maior na fertilização e irrigação, até o momento em que as plantas se estabeleçam. (CORREA; GONZALES, 2002).

**Figura 6 – Telhado Verde de Construção Extensiva em Sarandi-RS**



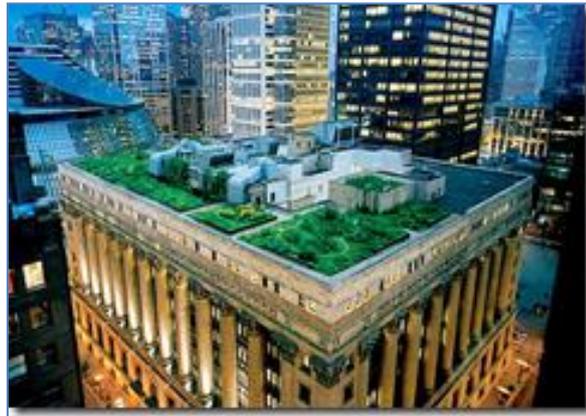
Fonte: PROMPT (2016).

### **2.3 APLICAÇÕES DO TELHADO VERDE NO BRASIL**

O sistema sustentável vem sendo cada vez mais utilizado no mundo inteiro, e no Brasil não é diferente, muitos estados, principalmente os estados mais quentes estão aderindo esse método, pois além de combater os gases de efeito estufa, garante um maior conforto térmico com inibição do calor e ainda uma estética mais sofisticada.

Pode-se destacar no Brasil, o maior telhado verde é o da prefeitura do estado de São Paulo.

**Figura 7 – Telhado verde, prefeitura da Capital Paulista**



Fonte: PICORELLI (2013)

Em Blumenau, Cidade de Santa Catarina, foi instituída a Lei Complementar 1.174/2018, esta lei complementa o Código de Edificações do Município de Blumenau (Lei nº 1.030/2015), dispondo sobre a utilização do uso de coberturas verdes em edificações.

**Figura 8 – Telhado Verde - Telhado Verde na sede da Cia. Hering, em Blumenau-SC**



Fonte: CICLOVIVO (2018)

O atual Código de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo da cidade catarinense exige que 20% do terreno das edificações sejam permeáveis. A nova lei, entretanto, permite reduzir esse percentual pela metade, desde que seja usado o telhado verde em igual

proporção, vinculado a uma caixa de retenção de água da chuva.(RAFAEL FAUSTINO, 2018)

**Figura 9 – Telhado Verde – Ponto de ônibus no bairro Stiep, na Capital de Salvador-BA**



Fonte:BAHIAJÁ (2016)

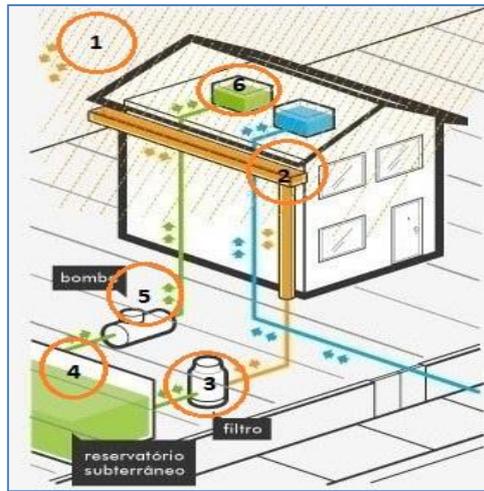
Segundo o paisagista, além de reduzir da temperatura de três a cinco graus, o teto verde possui ainda benefícios como redução de custo estrutural, retenção de gases poluentes, isolante acústico e redução do índice pluviométrico nos córregos. "Não há risco de cair, porque ele possui um sistema de drenagem apropriado e pode armazenar até 38 litros de água por metro quadrado".(RAFAEL FAUSTINO, 2018).

## **2.4 O REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS SOBRE COBERTURAS VERDES**

### **2.4.1 ESQUEMA BÁSICO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA**

A água das chuvas pode ser facilmente estocada em cisternas e caixas d'água para ser usado em tarefas como regar plantas, lavar o chão ou então utilizar nos vasos sanitários, bem como gerar oportunidades para a produção de alimentos orgânicos. (PECK; KUHN, 2000).

**Figura 10 – Telhado Verde, captação de água de chuva**



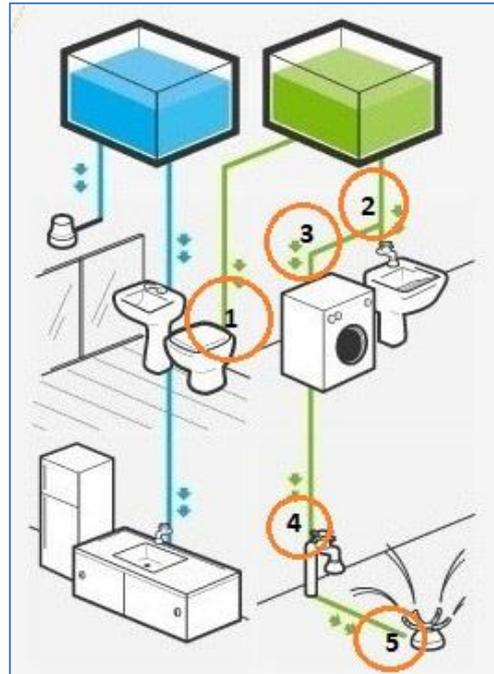
Fonte: – CARDOSO (2009, p. 18).

- 1 – Água das chuvas.
- 2 – Com o escoamento da água é feita a captação através das calhas.
- 3 – É feita a filtragem da água.
- 4 – Caixa de armazenamento.
- 5 – Bomba seca fora d'água, para bombear a água até o reservatório residencial.
- 6 – Caixa de armazenamento residencial para distribuição de uso específico.

#### **2.4.1.2 Sistema de Aproveitamento da água captada**

Os telhados verdes proporcionam melhorias nas condições de escoamento pluvial, conforto termo acústico e paisagismo, reduzindo a poluição ambiental comum em grandes centros urbanos. São instrumentos importantes na prevenção de inundações locais, pois implicam em uma retenção total ou parcial do escoamento pluvial, além do atraso temporal do escoamento superficial. Alguns autores mencionam que, dependendo do tipo adotado, é possível reduzir entre 50 e 90% dos volumes escoados (INGRA, 2010; ROSENZWEIG et al., 2006), o que poderá ser utilizada na jardinagem e também no banheiro, como po exemplo na descarga.

**Figura 11 – Telhado Verde, utilização da água das chuvas**



Fonte: – CARDOSO (2009, p. 19)

- 1 – Uso para descargas nos banheiros.
- 2 – Uso em torneiras para lavagem de materias de limpezas entre outras coisas.
- 3 – Uso em lavagem de roupas.
- 4 – Uso em torneiras para lavagem de pisos, varandas, calçadas,carros, uso em obras e outros.
- 5 – Irrigação de platas e hortas.

## 2.5 REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A sustentabilidade na construção civil são todas as ações geradas no procedimento da construção em benefício da sociedade e do ecossistema. É vital para ajudar o nosso meio ambiente, pois tem como objetivo a criação e manutenção de um ambiente saudável, baseando-se na utilização consciente de recursos e princípios não biodegradáveis (KIBERT, 1994).

Para ser sustentável, é necessário que uma obra durante todo seu ciclo de vida respeite as diretrizes gerais de uma construção sustentável, que, resumidamente, são: sustentabilidade da obra; aproveitamento dos recursos naturais; eficiência energética; uso da agua de modo econômico; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; racionalização de materiais; e uso de produtos e tecnologias não biodegradáveis. Oque faz com que o telhado verde seja um exemplo de construção sustentável (VILHENA, 2007).

### 2.5.1 Formas de reaproveitamento de água da chuva na Construção Civil

Para Costa (2010, p.153), qualquer técnica utilizada para reutilizar a água, sempre

estará ligada à relação custo-benefício. Costa (2010, p 153) afirma que o reuso da água está cada vez mais reconhecido como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos. O reuso revela-se como uma técnica segura e confiável, tendo investimentos cada vez menores, incentivando assim, uma prática cada vez mais aceitável.

Pode ser aplicada em mictórios e sanitários, além de poder também ser utilizada em limpezas de materiais, equipamentos e veículo. E também de lugares específicos no canteiro de obras. Podendo ainda ser usada após ser direcionada no reservatório de incêndio. (MARCIEL, 2019).

### **2.5.2 Benefícios do reaproveitamento da água da chuva na Construção Civil**

Uma grande forma de diminuir o consumo de águas tratadas que em muitos locais já se encontram em escassez, é a reutilização das águas pluviais captadas pelo sistema de captação implantado no telhado verde, em locais onde a potabilidade da água não é exigida. (Ecotelhado, 2019)

Água captada pode ser utilizada em irrigações de plantios, lavagens em ambientes externos e internos, pode ser usada também em descargas sanitárias, lavagens de veículos, dentre outros locais, podendo também ser utilizada no consumo humano e animal, quando a água é adequadamente tratada e analisada. (Claudio Cordeiro, 2019).

Para Ribeiro (2019), o reaproveitamento de água no canteiro de obras apresenta alguns benefícios específicos:

1. Sustentabilidade: o aumento de gastos nos orçamentos pode ser amenizado pela captação de águas podendo ser reutilizadas. Além de reduzir os impactos ambientais;
2. Maior segurança e produtividade nos tempos de racionamento: com a reutilização da água captada, o uso da água por rede pública diminui. Sendo também uma ótima medida para muitos locais com escassez de água;
3. Economia na conta de água: com a diminuição do uso da água tratada, há uma queda nas contas da rede pública;
4. Significativos volumes de água não mais escoarão pelas ruas, minimizando assim os riscos de enchentes e inundações na zona urbana;
5. Satisfação maior do cliente, e ganhos em potencial competitivo: com a diminuição de gastos, o cliente sente uma diferença no custo da obra, o que o deixaria bem mais satisfeito, podendo assim divulgar a positividade do trabalho realizado e colocando em um nível alto nas competições do mercado de trabalho construtivo. (RIBEIRO, 2019)

A reutilização das águas traz consigo o benefício de uma economia coletiva, pois tem um custo de manutenção baixa e uma grande diminuição do uso da água em rede pública. Além de beneficiar na diminuição do escoamento de águas pluviais para as redes de esgoto urbanas - grandes causadoras de enchentes (CORDEIRO, 2019).

Em que pese tal entendimento acima exposto, destaca-se na mesma linha de

pensamento os dizeres de Garrido Neto:

Os telhados verdes promovem a absorção de ruídos, o conforto térmico em ambientes interiores e a melhoria da qualidade da água captada, que pode ser aproveitada para fins não potáveis em edificações. Assim, o usuário pode ser beneficiado com contas de luz e de água mais baratas. (GARRIDO NETO, 2012, p. 05).

### 2.5.3 Normas técnicas brasileiras (NBR) sobre reaproveitamento de água da chuva

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estipula determinadas regras para o reaproveitamento da água da chuva apanhada através do telhado verde. A NBR que rege essa utilização de água pluvial é a NBR 15.527/2007.

Importantes diretrizes são trazidas pela NBR sobre coleta adequadas e instalação, definindo pontos principais a serem observados:

**Origem da água:** a norma diz que somente a água do telhado pode ser coletada para aproveitamento. A explicação é que, se oriunda de outros lugares, a água pode trazer poluentes.

**Usos da água:** de acordo com a norma, a água reaproveitada não pode ser utilizada para banho e consumo.

**Dimensões da cisterna:** as proporções da cisterna devem variar de acordo com a área do telhado e o índice pluviométrico do local. (Ralph Vasco, 2018)

## 3. METODOLOGIA

Seguindo a direção da busca pelas principais respostas do tema e a amplitude da pesquisa em questão, facultou-se a pesquisa bibliográfica que para Gil (2002) traz inúmeros benefícios por tratar documentos como “fonte fidedigna e estável de dados”.

[...] a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre população ou renda per capita; todavia, se tem a sua disposição uma bibliografia adequada, não tem maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. A pesquisa bibliográfica também é indispensável nos estudos históricos. Em muitas situações, não há outra maneira de conhecer os fatos passados se não com base em dados bibliográficos. (GIL, 2002, p. 3).

Ademais, a pesquisa de campo adotada na obra eleva substancialmente o alcance dos objetivos, pois como expresso por Ruiz (1976), “em campo, podemos estabelecer relações

constantes entre determinadas condições e determinados eventos observados”, uma vez que na coleta dos dados e no registro das variáveis oportunizam-se ulteriores análises.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Na realização deste trabalho, pode-se evidenciar a tamanha importância da utilização do telhado verde para a Engenharia Civil, que convive com o crescimento demasiado da população e também das edificações, diminuindo a área de crescimento livre da natureza, resultando assim em um grande desmatamento.

Com essa inovadora tecnologia construtiva tem-se a chance de em meio às construções populacionais, fazer prevalecer áreas de origem naturais. A fim de preservar e diminuir o meio poluente, sofisticando também os métodos arquitetônicos. São muitas as vantagens de se cultivar um gramado no topo de uma construção.

A cobertura verde favorece na redução dos custos da obra, bem como consiste em um excelente isolante acústico, protegendo os imóveis da poluição sonora da vizinhança, oportunizando desconto em IPTU e principalmente ajudando na captação e filtragem da água da chuva, que pode ser reutilizada com mais segurança. Assim, o telhado verde se trata de uma das principais fontes de economia mundial, possuindo tamanha importância no desenvolvimento da construção civil de um país, sendo também um grande fator impactante para a sociedade na área do meio ambiente.

Por outro lado, ressalta-se a necessidade de observação de algumas peculiaridades do método, que pode apresentar inconveniência pela necessidade da realização de manutenção periódica, na qual a grama deve ser aparada, as folhas e pedaços secos de plantas devem ser retirados das calhas para evitar entupimento, sujeita a vazamentos. Cuidados com vento e fogo também são substanciais.

#### **5. CONCLUSÃO**

O telhado verde é um sistema de construção sustentável instalado nas coberturas de prédios ou residências que vem sendo utilizada no mundo inteiro, capaz de minimizar os impactos gerados pela grande urbanização das cidades. O eco telhado, como assim também é conhecido, é nos dias

atuais considerado uma técnica inovadora de grande resultado sustentável para a construção civil e para a sociedade. Pois além de contribuir para a diminuição da poluição, diminuem também o risco das enchentes dos meios urbanos.

A implantação desse telhado consiste em técnicas e construção adequada para o suporte do mesmo, havendo necessidade também de manutenção adequada, conforme o tipo de vegetação escolhida, evitando assim danos futuros, como infiltrações e danos estruturais. O eco telhado contribui muito para o conforto térmico do ambiente interno, diminuindo o uso de aparelhos condicionantes de ar, e contribui também para a umidade do ar externo em todo seu entorno, melhorando a qualidade de vida coletiva.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo ampliar a visibilidade da temática reutilização da água das chuvas sob o método de telhados verdes mediante sua captação e armazenamento - que podem ser em sisternas ou caixas d'água - a fim de proporcionar a sua reutilização em irrigações de plantios, higienização de locais e até mesmo em consumo humano e animal, mediante tratamento.

Findando, o telhado verde é uma opção viável para a sustentabilidade, economia e qualidade de vida, deveres da Engenharia Civil.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Nbr 15527-2007 Aproveitamento De Agua Da Chuva. Disponível em <<https://azdoc.tips/documents/nbr-15527-2007-aproveitamento-de-agua-da-chuva-5c13f43899280>> Acesso em : 10 de set. de 2020.

ALBERTO, E. Z. et al. ESTUDO DO TELHADO VERDE NAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. 2012. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>>. Acesso em 04 set. de 2020.

ARCHIEXPO. TELHADO VERDE - INTENSIVO. 2020. Disponível em: <<https://www.archiexpo.com/pt/prod/diadem/product-66377-397592.html> > Acesso em 04 de out. de 2020.

AT ARQUITETURA. 2019. Ambiente Brasil: Telhados. 2012. Disponível em: <https://noticias.ambientebrasil.com.br/redacao/2019/06/19/152571-telhados-verdes.html> Acesso em 28 de set. de 2020.

BAHIAJÁ. Jornalismo da Integração. Prefeitura lança primeiro ponto verde no bairro do Stiep, na capital. Disponível em <<http://bahiaja.com.br/salvador/noticia/2016/01/28/prefeitura-lanca-primeiro-ponto-verde-no-bairro-do-stiep-na-capital,89125,0.html>>. Acesso em 23 de out. de 2020.

BUENO, R. Telhado verde: os Jardins da Babilônia continuam funcionais. 2010. Disponível em: <https://www.ecocidades.com/2010/09/02/telhados-verdes-os-jardins-da-babilonia-continuam-funcionais/>. Acesso em 06 Set. de 2020.

CARDOSO, Manuelle Prado. Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: estudo de caso no município de Belo Horizonte – MG, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/ENGD7Y7PQX/1/298m.pdf>> Acesso em 15 de out. 2020.

CICLOVIVO. Por um mundo melhor, 2018. Disponível em < <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/urbanismo/aprovada-em-blumenau-lei-que-incentiva-uso-telhado-verde/>> Acesso em 22 de out. de 2020.

CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N. O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas. In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE ARQUITETURA E URBANISMO-NUTAU. Anais... São Paulo: Pró-reitora de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002. Acesso em 06 Set. de 2020.

COSTA, Gustavo; PINHEIRO, Ana Lúcia; REDA, André Luiz; ROCHA, Ana Júlia; TANZILLO, André. Pesquisa de graduação a serviço da responsabilidade social: Educação ambiental através da introdução de telhados verdes para drenagem urbana sustentável. Disponível em: Acesso em 12 de dez. de 2020.

COSTA, Regina Pacca, TELLES, Dirceu D'Alkmin. Reúso da água – conceitos, teorias e práticas, São Paulo – SP, 2010, 2ª edição.

CLAUDIO CORDEIRO. Reaproveitar água: dicas para economizar e ser sustentável, 2019. Disponível em: [https://www.hidroconsultoria.com.br/artigo-reaproveitar-agua/?gclid=Cj0KCQjwuL\\_8BRCXARIsAGiC51DZYHhCq2g7qMy2cnuxCP9snOLy5a8Xx-poUP\\_HeWqzZNaANOuzjKkaAspeEALw\\_wcB](https://www.hidroconsultoria.com.br/artigo-reaproveitar-agua/?gclid=Cj0KCQjwuL_8BRCXARIsAGiC51DZYHhCq2g7qMy2cnuxCP9snOLy5a8Xx-poUP_HeWqzZNaANOuzjKkaAspeEALw_wcB). Acesso em 15 Out. 2020.

DELACERDA, André. Telhado Verde- Da Babilônia aos dias atuais. Disponível em: <https://ecobriefing.wordpress.com/2009/06/14/telhado-verde-das-babilnias-aos-dias-atuais/> . Acesso em 25 de set. de 2020.

ECOTELHADO. Trabalhe com captação da água das chuvas com telhado verde, 2019 Disponível em: <https://ecotelhado.com/trabalhe-com-captacao-da-agua-da-chuva-com-telhado-verde/>. Acesso em 20 Out. 2020.

FILIPPE BONI, UGREEN. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/wp-content/uploads/2016/03/UGREEN-01-Telhados-Verdes.pdf>. Acesso em Out. 2020.

FREITAS, M. F. M. Telhado verdes: Uma análise comparativa de custos e vantagens em relação aos telhados convencionais. 2013. 57f. Diplomação Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Acesso em 20 out. 2020.

GARRIDO NETO, Pedro. Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre uma técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil. Disponível em: Acesso em 12 de dez. de 2020.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. Cobertura Verde. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf> . Acesso em: 03 Set. 2020.

International Green Roofs Association (IGRA). Disponível em: [http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php) . Acesso em: 09 Set. 2020.

INGRA. (Internacional Green Roofs Association). A Quick Guide to Green Roofs, 2010. Disponível em: <http://www.igra-world.com/>. Acesso: 15 Set. 2020.

ISOLINE. Disponível em <<http://www.isoline.com.br>> Acesso em 20 set. 2020.

JARDINARIA. Telhado Verde, 2011. Disponível em<<https://jardinaria.com.br/blog/2011/08/telhado-verde/>>. Acesso em 20 out. de 2020.

KIBERT, C. J. Establishing principles and a model for sustainable construction. Anais do XVI CIB TG 16, Sustainable Construction, Tampa, Florida, USA, 1994. Disponível em: [https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC24773.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24773.pdf). Acesso em: 06 Set. 2020.

KREBS, Lisandra Fachinello. Coberturas Verdes Extensivas: Análise da Utilização em Projetos na Região Metropolitana de Porto Alegre e Serra Gaúcha. 2005. Mestrado apresentado a Escola de Engenharia UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Acesso em 06. Set 2020.

KRUGER, Abe. Construção verde - princípios e práticas na construção residencial. Cengage: 2016. Livro Uma Abordagem Multidisciplinar Disponível em: [https://issuu.com/fatenp/docs/telhados\\_verdes\\_e-book](https://issuu.com/fatenp/docs/telhados_verdes_e-book). Acesso em 07 Set. 2020

LOYOLA. Darshany. Telhados verdes unem economia, sustentabilidade e beleza no ES, 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/espirito-santo/mercado-imobiliario/noticia/2011/09/telhados-verdes-unem-economiasustentabilidade-e-beleza-no-es.html>. Acesso em 08 set. 2020.

MARCIEL RODRIGUES. Conheça 5 benefícios do reaproveitamento de água no canteiro de obras, 2019. Disponível em<<https://maiscontroleerp.com.br/reaproveitamento-de-agua-no-canteiro-de-obras/>>. Acesso em 20 de out de 2020.

NETO. Geraldo Silvio Leite. Teto verde: Construção sustentável e reaproximação do homem a ambientes verdes em Manaus, 2018. Disponível em <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/construcao-sustentavel> > Acesso em 18 de set. 2020.

PICORELLI. LECY. C. Biorquitetura e Bioconstrução, 2013. Disponível em<<https://lecy.picorelli-bioarquitetura.blogspot.com/>> Acesso em 10 de out. de 2020.

PECK, S.W; CALLAGHAN, C. "Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada", 1999, p.12 e 13. Disponível em:<<http://ohio.sierraclub.org/miami/images/files/Greenbacks.pdf>>. Acesso em: 11 de Out. 2020.

PECK, S; KUHN, M. "Design Guidelines for Green Roofs". Environment Canada. Toronto. Vancouver Public Library Green Roof, 2000.p 6, 7 e 8.

PROMPT, C. Telhado Vivo. 2016. Disponível em: <https://margemarquitetura.com.br/telhado-vivo/>. Acesso em novembro de 2020.

QUINTELLA, M. T. A Origem dos Telhados Verdes. 2012. Disponível em<<https://telhadosciativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acesso em 11 de Out de 2020.

RAFAEL FAUSTINO / Going Green. Disponível em: <http://goinggreen.com.br/2018/03/06/blumenau-sc-tem-nova-lei-que-incentiva-telhados-verdes/>. Acesso em 15 Out. 2020.

RIBEIRO, Maciel. Conheça 5 benefícios do reaproveitamento de água no canteiro de obras. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/reaproveitamento-de-agua-no-canteiro-de-obras/>. Acesso em out. 2020

RODRIGUEZ, R. The History of Green Roof Technology. 2006. Disponível em: <[http://www.ifenergy.com/50226711/the\\_history\\_of\\_green\\_roof\\_technology.php](http://www.ifenergy.com/50226711/the_history_of_green_roof_technology.php)>. Acesso em: 14 set. 2020.

RODNEI CORSINI / Portal São Francisco. Disponível em: <http://portalsaofrancisco.com.br/meio->

ambiente/telhado-verde/. Acesso em 15 Set. 2020.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares. 1999. 26f. Textoparadiscussão.IE/UNICAMP, Campinas. 1999.

ROSENZWEIG, C.; GAFFIN, S.; PARSHALL, L. (Eds.), Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report. New York. Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies.2006.p 5, 15.

RUIZ, J. A. Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas,1976. 168 p.

RUTNEIA TASSI / artigo da universidade federal de Santa Maria RS, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212014000100012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000100012). Acesso em 06 Set. 2020.

SILVA, Neusiane da Costa. Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental. 2011. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) apresentada a Escola de Engenharia UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/73.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2020. p.25-26.

RALPH VASCO. Reaproveitamento de água da chuva na construção civil: quais as melhores práticas? Disponível em :<https://www.stant.com.br/reaproveitamento-da-agua-da-chuva-na-construcao-civil-quais-praticas-adotar/amp/>. Acesso em out. 2020

VILHENA, J. M. Diretrizes para a sustentabilidade das edificações. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 2, n. 1, p. 59-78, 2007. Acesso em 25 Out. 2020.

ZINCO. “Zinco Green Roof Systems”, 2007, p.4, 7, 8 e 9. Disponível em: [http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/19/green\\_roof\\_brochure\\_dec\\_07\\_low\\_res\\_2.pdf](http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/19/green_roof_brochure_dec_07_low_res_2.pdf). Acesso: 20 Out. 2020.]

Web sites:

<https://margemarquitetura.com.br/telhado-vivo/>