

FACULDADE DAMAS INSTRUÇÃO CRISTÃ  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ANA KARINE FARIAS DE OLIVEIRA

A APLICABILIDADE DO TELHADO VERDE NA CIDADE DO RECIFE.

RECIFE

2018

FACULDADE DAMAS INSTRUÇÃO CRISTÃ  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Ana Karine Farias De Oliveira

**A APLICABILIDADE DO TELHADO VERDE NA CIDADE DO RECIFE.**

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Leticia Querette.

RECIFE

2018

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

O48a Oliveira, Ana Karine Farias de.  
A aplicabilidade do telhado verde na cidade do Recife / Ana  
Karine Farias de Oliveira. - Recife, 2019.  
58 f.: il. col.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Letícia Querette.  
Trabalho de conclusão de curso (Monografia – Arquitetura e  
Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2019.  
Inclui bibliografia

1. Arquitetura. 2. Telhado verde. 3. Conforto térmico. 4.  
Sustentabilidade. I. Querette, Letícia. II. Faculdade Damas da  
Instrução Cristã. III. Título

72 CDU (22. ed.)

FADIC (2019.1-239)

FACULDADE DAMAS INSTRUÇÃO CRISTÃ  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Ana Karine Farias De Oliveira

**A APLICABILIDADE DO TELHADO VERDE NA CIDADE DO RECIFE.**

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Prof. <sup>a</sup> Leticia Querette.

Aprovado em dezembro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Profa. Letícia Loreto Querette Orientadora, FADIC

Profa. Fátima Almeida Examinadora interna, FADIC

Profa. Maria Luiza de Lavor Examinadora interno, FADIC

RECIFE

2018

Aos meus pais Eliane e Athenagoras e a  
minha avó Luzineth que sempre me  
apoiaram.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Eliane e Athenagoras, por sempre me estarem comigo, me dando apoio e incentivando nessa longa caminhada não só profissional, mas principalmente pessoal.

A minha avó Luzineth e o meu irmão por fazer parte da minha formação com todo carinho e preocupação.

A minha orientadora Letícia pelas inspirações, que desde o primeiro momento me ajudou, incentivou. Obrigada pela confiança depositada em mim.

As minhas amigas que acompanham todo meu crescimento e que estão comigo em todos os momentos.

A professora Winnie pelas orientações e esclarecimentos durante esses dois períodos.

A todos meus amigos e familiares que me ajudaram nas pesquisas.

As minhas amigas da faculdade que caminharam comigo nessa caminhada.

“Quando uma forma cria beleza tem  
na beleza sua própria justificativa.”

Oscar Niemeyer

## RESUMO

Os centros urbanos crescem cada vez mais junto com os problemas por eles gerados. Entre estes o aumento da temperatura e a poluição do ar. Uma das soluções para a melhoria desse problema é o uso do telhado verde. O telhado verde além de ter uma função estética e de lazer, tem uma função ecológica e sustentável, podendo ser utilizados como melhora do conforto térmico. Mesmo sendo uma técnica que poderia mitigar os efeitos negativos da poluição atmosférica, melhorando, assim, a qualidade de vida da população, ele é pouco utilizado. O presente trabalho se propôs a compreender esse cenário desfavorável ao do uso do telhado verde. Portanto foram coletados informações, através de questionários para analisar o motivo pelo qual o telhado verde não está sendo utilizado na cidade do Recife, embora exista uma lei uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015, além de uma revisão bibliográfica, onde buscou-se analisar a potencialidade da cobertura verde como instrumento de conforto térmico.

Palavras-chaves: Telhado verde. Conforto térmico. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

The urban centers are growing more and more along with the problems they generate. Among these is the rise in temperature and air pollution. One of the solutions to improving this problem is the use of the green roof. The green roof, besides having an aesthetic and leisure function, has an ecological and sustainable function, and can be used as an improvement of thermal comfort. Although it is a technique that could mitigate the negative effects of atmospheric pollution, thus improving the quality of life of the population, it is little used. The present work intends to understand this scenario unfavorable to the use of the green roof. Therefore, information was collected through questionnaires to analyze the reason why the green roof is not being used in the city of Recife, although there is a law Law No. 18.112 / 2015 that requires new buildings above 4 floors or buildings with more than 400m<sup>2</sup> constructed from 2015, in addition to a bibliographical review, where it was sought to analyze the potential of the green cover as an instrument of thermal comfort.

Keywords: Green roof. Thermal comfort. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Telhado Verde em Singapura.....	26
Figura 2- Teto jardim na Escandinávia na Idade Média.....	32
Figura 3 - Os jardins suspensos da Babilônia.....	32
Figura 4 - Rudolph Aronson's Casino Theater .....	33
Figura 5 - Telhado do o Ministério da Saúde e Educação do Rio de Janeiro. ..	34
Figura 6 - Casa da idade média em Portugal.....	35
Figura 7 - Ocas indígenas.....	36
Figura 8 - Comparativo coberturas extensiva e intensiva e semi intensiva. ..	37
Figura 9 - Telhado de cobertura extensiva. ....	37
Figura 10 - planta gramínea.....	38
Figura 11 - Coberta intensiva.....	39
Figura 12 - Telhado de cobertura intensiva. ....	40
Figura 13 - Telhado de cobertura semi intensiva. ....	40
Figura 14 - Camadas do telhado verde.....	42
Figura 15 - Bandeja modular de 35 x 70.....	44
16 - Mapa da Cidade do Recife .....	46
17 - Empresarial Charles Darwin. ....	47
18 - Empresarial Charles Darwin. ....	48
19 - Terraço do Prédio Softex.....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Qual cidade você mora? .....	50
<b>Gráfico 2</b> -Reside em: .....	51
<b>Gráfico 3</b> - Você mora em algum centro urbano? .....	51
<b>Gráfico 4</b> - Perto de onde você mora, possui área verde?.....	52
<b>Gráfico 5</b> - Se sim, consegue perceber alguma diferença no clima em relação aos demais lugares que não possui? .....	52
<b>Gráfico 6</b> - Você conhece algum edifício que possua telhado verde ( técnica utilizada em arquitetura, cujo objetivo principal é o plantio de vegetações nas coberturas de residências e edifícios)? .....	53
<b>Gráfico 7</b> - Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m <sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde? .....	53
<b>Gráfico 8</b> - Qual cidade você mora? .....	54
<b>Gráfico 9</b> - Qual sua profissão? .....	54
<b>Gráfico 10</b> - Você já projetou, construiu ou acompanhou alguma obra com telhado verde?.....	55
<b>Gráfico 11</b> - Você tem conhecimento sobre a aplicação do telhado verde? ....	55
<b>Gráfico 12</b> - Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m <sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde? .....	56
<b>Gráfico 13</b> - No seu meio profissional, após a lei entrar em vigor você percebeu algum aumento de telhado verde nas construções? .....	57

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. TELHADO VERDE, UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O CLIMA DAS GRANDES CIDADES.....	14
2.1. O que é sustentabilidade e sua importância.....	16
2.2 Utilização do telhado verde.....	19
3. CONHECENDO O TELHADO VERDE.....	24
3.1. Tipologia de telhado verde.....	24
3.2. Aplicabilidade do telhado verde.....	30
3.3. Custos diretos e Indiretos do telhado verde.....	32
4. USO DO TELHADO VERDE NA CIDADE DO RECIFE.....	34
4.1. Utilização e sua visibilidade.....	35
4.2. Lei de aplicação do telhado verde em Recife.....	38
5. TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS QUESTIONARIOS.....	39
6.CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A.....	51
APÊNDICE B.....	52
APÊNDICE C.....	53

## 1. INTRODUÇÃO

Com a falta de áreas verdes nas cidades é resultado do descaso com a questão ambiental processo de crescimento populacional que traz como consequências transtornos ambientais, como a poluição do ar e da água, o desmatamento e, praticados ao longo dos séculos, ilhas de calor e o efeito estufa são consequências que afetam a qualidade de vida das pessoas que moram em centros urbanos.

Nos tempos de hoje a preocupação com o meio ambiente para suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o bem estar das futuras gerações, vem sendo um motivo de preocupação em todo o mundo.

Na cidade do Recife, com o clima tropical e temperaturas elevadas, o conforto térmico é algo a ser pensado, visando o bem estar do homem, para proporcionar um ambiente adequado para viver e com temperatura agradável. E para a melhoria do conforto térmico não agredindo o meio ambiente pode-se utilizar várias materiais, sistemas e equipamentos utilizados para garantir um desenvolvimento sustentável.

O telhado verde, como foco deste estudo, é um sistema construtivo com utilização de vegetação como cobertura de estruturas de qualquer porte. e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais. Podem ser de três tipos de sistemas: intensivos que são coberturas mais simples, aplicada uma vegetação de plantas rasteiras que requer pouco manutenção. O extensivo utiliza de espécies de vegetação de maior porte, com camada de solo mais profundo; e o semi intensivo no qual o telhado reúne as características das coberturas verdes intensivos e extensivos.

A escolha desse trabalho, sobre o telhado verde como uma variável para melhoria do conforto térmico, é importante para proporcionar uma maior visibilidade sobre uma estratégia para melhoria do conforto térmico, na cidade do Recife, visto que atualmente ela apresenta uma temperatura elevada por conta do crescimento acelerado sem planejamento, onde construções estão tomando o lugar das áreas de vegetação. Além disso a importância verificar o uso do conhecimento da lei 18112.

O telhado verde é uma estratégia para uma melhoria do clima, suprimindo a falta da vegetação retirada, cuja a função é o controle da poluição do ar e das temperaturas.

Essa pesquisa teve por objetivo verificar os atores favoráveis e contrários a utilização do telhado verde na cidade do Recife, analisar se o conhecimento técnicos da aplicação do telhado verde estão dificultando o seu uso, verificar se existem projetos aprovados ou construídos seguindo a lei a partir de 2 anos da sua aprovação, analisar a lei 18112 de 12 de janeiro de 2015 para o conforto térmico e compreender os benéficos do telhado verde para a cidade do Recife.

Foi realizada uma pesquisa qualitativa que é: “um método de investigação científica que se foca no caráter subjetivo do objeto analisado, estudando as suas particularidades e experiências individuais” (DUARTE, 2017).

A metodologia utilizada nesta pesquisa será a partir de levantamento de artigos científicos já publicados, leitura e interpretação de pesquisa bibliográfica.

Esta pesquisa se baseia na opiniões de atores estratégicos, como construtores, engenheiros e arquitetos, através de entrevistas semiestruturadas.

Os resultados obtidos contribuirão para melhor entendimento sobre a ausência do uso do telhado verde na cidade do Recife.

O trabalho foi estruturado em 6 capítulos, no segundo, apresenta-se os conceitos e utilização do telhado verde como uma solução para os problemas enfrentados com o calor nos grandes centros urbanos, buscando referências que expliquem que o telhado verde pode ser uma maneira de diminuir o calor. Fala-se que é sustentabilidade no meio da arquitetura e a sua importância para o meio ambiente.

O terceiro capítulo, trata sobre o conhecimento do telhado verde, expondo os três tipos existentes; a sua aplicabilidade desde o princípio e os custos diretos e indiretos para a construção de um.

O quarto capítulo é formado pelo uso do telhado verde na cidade do Recife, onde foram analisados se a utilização e sua visibilidade, os fatores favoráveis e não favoráveis para a aplicação do telhado e a lei de aplicação do telhado verde em Recife (Lei 18112 de 12 de janeiro de 2015).

O quinto capítulo expõe a seleção e a análise obtidas pela pesquisa, e os resultados. O sexto e último capítulo é formado pelas considerações finais do trabalho, mostrando as conclusões fundamenta o conteúdo proposto em teoria, analisando os dados obtidos com os questionários para futuros trabalhos acerca do assunto.

## 2. TELHADO VERDE, UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O CLIMA DAS GRANDES CIDADES

Atualmente a preocupação com o meio ambiente para atender as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o bem estar das futuras gerações, vem sendo um assunto de importância em todo o mundo. Principalmente com o aumento das temperaturas no planeta, devido a vários fatores causados pelo homem. Um destes é a ausência das áreas naturais, pois a falta de vegetação contribui para a elevação da temperatura.

Para Le Corbusier, as cidades modernas encontravam-se sem áreas verdes suficientes, que não contribuíam para uma boa qualidade de vida dos seus moradores. Então, ele propôs que todas as construções tivessem seu próprio terraço-jardim. Quase um século depois, o conceito de telhado verde de Le Corbusier está sendo bastante utilizado. No momento de crise ambiental, o telhado verde faz sua parte colaborando para humanidade.

Para a melhoria do conforto térmico, sem agredir o meio ambiente, existem vários materiais, sistemas e equipamentos utilizados para garantir um desenvolvimento sustentável.

O telhado verde é um sistema construtivo com uma cobertura vegetal, feita com grama ou vegetações diversas, onde se cultiva sobre superfícies, em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais (**Figura1**). Consiste em camadas de impermeabilização e de drenagem, as quais recebem o solo e a vegetação indicada para o projeto, ou coberturas. Além da estética os telhados-verdes funcionam como isolantes térmicos nas coberturas das edificações.

Figura 1 - Telhado Verde em Singapura.



.Fonte: Jardineira. Disponível em:  
<<http://www.jardineira.com.br/blog/2011/08/telhadoverde/>>. Acessado em:06/042018.

Segundo Minke (2004), a implantação de telhados verdes e jardins poderia melhorar o clima das cidades, através da purificação do ar e variação das temperaturas das grandes cidades, no qual a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas já garantiria um clima urbano saudável. Utilizando-se como base os bairros centrais das grandes cidades, 1/3 da superfície está edificada, 1/3 corresponde a ruas e praças e sobra apenas 1/3 para área verde. Assim se uma a cada 5 casas tivesse telhados verdes, dobraria a quantidade de áreas verdes na cidade (MINKE,2004).

A densidade e a espessura da camada de telhado verde e também a quantidade, fazem o diferencial para alcançar os benefícios das coberturas verdes como: Isolamento térmico, filtragem do ar entre outros.

Segundo a pesquisa do arquiteto alemão Jörg Spangenberg, pode ser reduzido de 1°C a 2°C da temperatura dos centros urbanos se fossem utilizados telhados verdes. (D'ELIA, 2012).

A duração de todos os sistemas de coberturas convencionais sejam esses de telha cerâmica, laje impermeabilizada, chapas onduladas, entre outros é limitado pela influência do clima sobre eles, como calor, frio, chuva, raios ultravioletas, gases provenientes das indústrias.

Minke (2004) em sua pesquisa onde demonstra que uma laje com aplicação de impermeabilizante na cor preta pode chegar a uma temperatura superficial de

mais de 90°C, e durante a noite a sua temperatura estaria próximo aos 10°C. A cobertura vegetada não ultrapassaria os 25°C durante o mesmo dia de análise e durante a noite ficaria com temperatura por volta dos 15°C. Desta forma você tem uma variação de temperatura superficial nas 80°C, quanto nos telhados verdes de 10°C.

## **2.1. O que é sustentabilidade e sua importância**

Uma das palavras mais utilizadas atualmente para falar de meio ambiente e dos impactos negativos causados pelo homem é “sustentabilidade”, que refere-se às maneiras de evitar o esgotamento dos nossos recursos naturais e conseguir atender as necessidades da população atual.

Segundo Dias (2015), o termo sustentabilidade surgiu em 1983, quando o conceito apareceu pela primeira vez em congresso realizado por representantes da Noruega na ONU, no qual fala que um modelo de desenvolvimento sustentável é aquele que “preconiza satisfazer as necessidades presentes sem comprometer os recursos necessários à satisfação das gerações futuras, buscando atividades que funcionem em harmonia com a natureza”.

Dias (2015), define que o termo sustentabilidade como:

Sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Seguindo estes parâmetros, a humanidade pode garantir o desenvolvimento sustentável (DIAS, 2015).

Sustentabilidade é a garantia de desenvolvimento econômico e social das atuais gerações sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem suas próprias necessidades (ONU, Comissão Brundtland, 1987).

O conceito de sustentabilidade é um assunto da atualidade, e seus conceitos e princípios se faz necessário na construção civil. A sustentabilidade deve garantir o equilíbrio ecológico, social e econômico. E é através desse equilíbrio que a construção civil deve ser estruturada. Costa (1982) conceitua equilíbrio ecológico sendo:

O equilíbrio do tipo lábil que resulta da interação entre os organismos vivos e o meio, pelo qual constantemente se restabelece tudo aquilo que é consumido. Nesse processo contínuo de destruição e renovação é que se abrem as possibilidades para o aprimoramento, para a evolução (COSTA,1982).

O autor define a Arquitetura Ecológica como: “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” (COSTA, 1982).

Com a globalização, a abundância do petróleo e o custo irrisório da energia a arquitetura foi deixando de lado alguns princípios da sustentabilidade, como o conforto térmico, a iluminação natural e conforto acústico. Passou-se então a adotar sistemas artificiais para suprir essas necessidades. Com a crise do Petróleo de 1973 voltou-se a discutir a necessidade de uma arquitetura sustentável e de fontes alternativas de energia, surge então a Arquitetura Bioclimática (CORBELLA 2003).

O novo milênio traz consigo grandes preocupações com o nosso planeta. O efeito estufa, a crise energética, a emissão de gás carbônico, o dióxido de carbono, a escassez de combustíveis fósseis, e a racionalização da água. Essas preocupações vão se refletir em uma busca pela sustentabilidade, e uma busca por soluções que equilibrem as altas taxas de crescimento populacional, com baixos impactos ambientais e na saúde das pessoas.

Nos anos 80 a preocupação com o meio ambiente aumenta, devido às mudanças climáticas. As taxas de redução da camada de ozônio, o aumento dos gases que geram o efeito estufa, tornam-se aparentes. Os anos 90 registraram as maiores temperaturas, sendo a década mais quente até então registrada (ROAF, 2006).

Essa nova realidade que se configura faz com que se torne necessário e imediato, ações na indústria da construção civil para auxiliar nas reduções dos impactos ambientais e sociais causados pela falta de planejamento urbano sustentável.

Com o passar do tempo, as os grandes centros urbanos cada vez aumenta os problemas sociais e ambientais causados pelas populações. “O modelo de cidade atual, que desperdiça energia, polui e consome os recursos naturais de forma

predatória, ao incentivar a competição com a natureza se mostra incapaz de enfrentar as crises ecológicas globais” (ADAM, 2001)

A ideia de sustentabilidade na área de arquitetura parte do ambiente, no qual são abordados em projetos que permitiram uma diversidade de matérias com melhores rendimentos e que tenham um menor impacto ambiental, comparados com outros tipos de projetos.

Os benefícios da inclusão de vegetação tanto em fachadas como em coberturas são o conforto térmico e uma série de questões que permitem considerar o projeto sustentável como um fator determinante na busca de edificações que melhoram as condições de vida e respeitam seu entorno natural.

Desde os primórdios da humanidade o homem buscou proteger-se das intempéries e do ambiente hostil utilizando-se dos meios que estavam disponíveis nesse mesmo ambiente. A inexistência de tecnologias sofisticadas fez com que procurasse, em suas construções, aspectos que reduzissem o calor, o frio, a umidade, a secura etc. Na verdade, à medida de sua evolução e maior sofisticação, passou a introduzir materiais mais elaborados (...). A necessidade de ostentar o “progresso”, o poder econômico, a abundância de tecnologia, fez com que, sobretudo nos tempos contemporâneos, em muito se desconsiderasse a questão ambiental da arquitetura.” (CONDE, 2003 apud CORBELLA et al. 2003)

A arquitetura com o tempo foi se afastando da construção ecológicas, fazendo-se necessário retornar esses princípios na construção para ter uma sociedade sustentável e equilibrada.

Em relação ao conforto térmico, a sustentabilidade usa como alternativa o uso do telhado verde, nas edificações, que tendem a diminuir a temperatura das áreas urbanas, assim melhorando a qualidade de vida, com o ar mais puro e com a diminuição da temperatura. O ar mais puro é melhor para absorver a poluição e para diminuir os percentuais de umidade do ar.

Utilizar os telhados verdes é uma das soluções para diminuir o calor, conhecido como teto verde ou cobertura verde, que são um sistema de construção de cobertas que permitem a utilização de vegetações sobre elas. Para as cidades, são uma forma de área vegetada que, em larga escala, contribui para melhorar a qualidade do ar e minimizar o efeito das ilhas de calor.

O telhado verde é uma estratégia que fornece resistência térmica à cobertura, pois ela cria uma massa térmica impedindo que o calor entre no ambiente. Podem

também diminuir a poluição ambiental, abaixar o nível de ruídos da edificação, reduzir o calor nos cômodos e aumentar a umidade relativa do ar. (International Green Roof Association – IGRA, 2012)

Desta forma é importante destacar a necessidade de incentivos e políticas que divulguem o uso dos telhados verdes, pois essa técnica pode auxiliar a diminuir problemas recorrentes da falta de vegetação com o crescimento dos grandes centros urbanos.

## **2.2 Utilização do telhado verde**

Utilizado desde a antiguidade, só foi conceituado na arquitetura no século vinte como afirma Daemon:

Esse conceito, que causa em muitos a sensação de novidade, já foi pensado há bastante tempo, mais precisamente no Egito antigo, porém, definido como conceito arquitetônico apenas em 1920, pelo arquiteto francês, Le Corbusier. O arquiteto modernista Charles-Edouard Jeanneret-Gris, mais conhecido como Le Corbusier, foi quem desenvolveu a ideia de terraços jardins, com a intenção de compensar a pegada ambiental causada pela construção no terreno e proporcionar uma maior qualidade de vida as pessoas através de áreas de lazer verdes (DAEMON, 2015).

Segundo Daemon (2015), o telhado verde passou a ser considerado um dos 5 pontos fundamentais da arquitetura modernista que serviu de influência para vários outros arquitetos.

Segundo Roaf (2006) o mundo necessita de modificações no conceito de construir para que se integrem arquitetura, engenharia e sustentabilidade em um único projeto, sendo de fundamental importância o desenvolvendo focada na formação de profissionais direcionados para técnicas de construção com tecnologias sustentáveis, buscando desse modo soluções que utilizem menos materiais agressivos e mais materiais renováveis. O homem contemporâneo encontrou várias opções viáveis e agradáveis como o telhado verde, possuindo uma técnica de arquitetura que consiste em aplicar solo e vegetação sobre estruturas de cobertura impermeáveis desde que suporte-o esforço submetido.

Com o telhado verde, um prédio ou uma casa reduz a troca energética entre o interior e o exterior, trazendo mais conforto térmico para as construções. Além disso, há a melhoria na qualidade do ar, aumento da eficiência energética dos equipamentos internos, como ar condicionado e aumento da vida útil da cobertura.

Os telhados também tem efeito no entorno e na cidade, com a possibilidade de reduzir as ilhas de calor (fenômeno em que formam-se bolhas de calor em algumas áreas urbanas), filtrar poluentes e metais pesados da água da chuva. Além disso, agregam valor ao imóvel, tornando-se uma boa solução eco eficiente para os centros urbanos.

“As coberturas verdes trazem consigo a ideia 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 “(GARRIDO NETO, 2012).

Segundo Garrido (2012), o Telhado Verde além de promover o conforto térmico, isolamentos acústico e eletromagnético, ameniza também os ruídos e radiações provenientes do ambiente externo. É uma técnica que provê melhoras na qualidade de vida dos usuários das edificações deixam o interior mais fresco nos dias de verão e mantêm o calor no inverno. Além disso, as plantas ajudam a purificar, ainda mais, o ar do ambiente, além da diminuição de gastos energéticos graças ao isolamento propiciado o efeito estético que gera sensação de bem-estar e uma alternativa de lazer.

O uso de telhados verdes remota há vários séculos, tanto em regiões de temperaturas baixas, como a Escandinávia (**Figura 2**) e a Islândia, precursoras na aplicação dessa tecnologia, como em regiões quentes como a Tanzânia. Pode-se ver um exemplo de residência com telhado verde Na Islândia, a aplicação dos telhados verdes tinha como função garantir o isolamento térmico das casas, utilizadas no inverno sem a necessidade de uso de calefação.

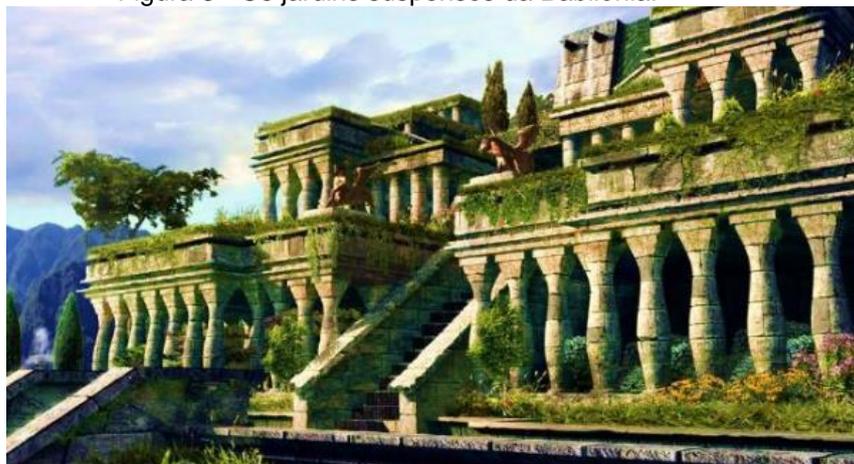
Figura 2- Teto jardim na Escandinávia na Idade Média



.Fonte: Bol fotos. Disponível em: <<https://noticias.bol.uol.com.br/fotos/imagens-do-dia/2013/02/28/plantar-jardins-no-telhado-e-tradicao-na-escandinavia-desde-a-idade-media.htm?mobile&imagem=5>>. acessado em:14/07/2018.

O telhado verde, teve suas primeiras aparições em 600 a.C. na antiga mesopotâmia, atual Iraque, e ficou conhecido como “jardins suspensos da Babilônia” (**Figura 3**). Na historia, Nabucodonosor construiu para alegrar sua esposa doente que tinha saudades de arvores da Pérsia.(BUENO, 2010) Já naquela época “as construções que comportavam jardins suspensos se chamavam Zigurates e o mais famoso era o Etemenanki, na Babilônia, que tinha 91m de altura e uma base de 91x91m” (QUINTELLA, 2012)

Figura 3 - Os jardins suspensos da Babilônia.



.Fonte: Lopes. Disponível em: <<http://loucosporferias.com.br/jardins-suspensos-dababilonia/>>.

Acessado em:28/03/2018

Na Europa durante a idade média, o uso de telhados verdes, está diretamente ligado à produção de alimentos, pois nessa época a disponibilidade de espaços para produção de alimentos era pequena.

Em Nova York, destacou-se o uso de terraços jardins a construção do Rudolph Aronson's Casino Theater em 1880 (**Figura 4**), o primeiro teatro dos Estados Unidos com o terraço-jardim para espetáculos. Foi um grande marco para o uso dos telhados verdes, por Le Corbusier, foi o modernismo. Passou a recuperar os espaços das coberturas para integrar com as edificações, e inseri na natureza.

Figura 4 - Rudolph Aronson's Casino Theater



Fonte: Blogpost. Disponível em: <<http://telhadoverdeufpr.blogspot.com/p/introducao-os-telhados-verdes.html>>. Acessado em: 28/03/2018

O uso de telhados jardins é citado como um dos cinco princípios do modernismo. “a cobertura é o espaço de contemplação da arquitetura e da paisagem, onde ocorram eventos plásticos, sociais e de lazer, criando assim uma correspondência definitiva entre edifício, jardim e paisagem”. Entretanto o acréscimo de estrutura devido ao peso dessas coberturas, e as inseguranças com infiltração fizeram com que essa técnica não fosse difundida por todas as construções modernistas e pós-modernistas.

O modernismo brasileiro traz os principais referenciais de coberturas verdes no Brasil, através do paisagista Burle Marx tendo como exemplar o Ministério

da Saúde e Educação no Rio de Janeiro (**Figura 5**) dos arquitetos: Afonso Reidy, Carlos Leão, Ernani de Vasconcelos, Jorge Moreira, Lúcio Costa e Oscar Niemeyer.

Figura 5 - Telhado do o Ministério da Saúde e Educação do Rio de Janeiro.



Fonte: Cintia Ramirez. Disponível em:

< <https://www.pinterest.co.uk/pin/458030224587914467/>>. Acessado em:21/09/2018

Os telhados verdes vêm sendo empregados nos países europeus e na América do Norte com grande frequência. O Brasil caminha em passos lentos, entretanto algumas empresas começam a se especializar em tecnologias para serem empregadas em telhados verdes.

São precisos alguns cuidados para quem procura essas solução, pois é preciso ter cuidado com a impermeabilização e especificação de todos os itens que compõem o sistema. Pode-se utilizar qualquer tipo de vegetação, desde que seja de acordo com a estrutura implantada e as condições climáticas. Também deve ser considerado como será a manutenção da vegetação, por isso, é aconselhável utilizar espécies nativas.

Outra vantagem da utilização do teto verde pode aumentar a durabilidade da cobertura. O telhado verde tem uma boa resistência, e também protege a construção. Independentemente da base utilizada como lona, concreto, telha ou plástico, com a vegetação, aumenta a durabilidade desta cobertura, tornando muito maior do que a das construções comuns que não a utilizam. (GOUVEIA, 2008)

Existem, porém, vários tipos de telhados verdes com aplicações e custos variáveis que precisam ser avaliados, antes da escolha, como intensivo, extensivo e semi intensivo.

### 3. CONHECENDO O TELHADO VERDE

Brasil ainda são uma novidade, porém nos Estados Unidos este material está começando a ser familiar, mas na Europa já possui uma longa história. Na década de 1960, com as crescentes preocupações com a destruição do meio ambiente, renovou se o interesse das coberturas verdes e ficou conhecido no Norte da Europa como uma “solução verde”. (QUINTELLA, 2012)

Segundo Quintella (2012), com o passar dos anos, surgiram novas pesquisas sobre diferentes componentes da cobertura com vegetação, como membranas impermeabilizantes, drenagem, espécies de plantas e até agentes inibidores de raízes. Na década de 80, aparece o desenvolvimento do telhado verde na Alemanha, estimulado por leis municipais, estaduais e federais, que subsidiavam de 35 a 40 marcos alemães por metro quadrado de cobertura a ser construída, com uma média de 15 a 20% ao ano.

#### 3.1. Tipologia de telhado verde

O telhado tem a função de revestir, isolar e proteger a construção contra as ações do homem e da natureza.

Os primeiros abrigos eram simples, como estruturados em madeira ou pedra com cobertura em palha (**Figura 6**), o suficiente para suprir a necessidade da época.

Figura 6 - Casa da idade média em Portugal.



Fonte: Trechterbekercultuur. Disponível em:

<<http://www.wikiwand.com/nl/Trechterbekercultuur>>. Acessado em:21/09/2018.

Ao passar do tempo, foram criadas novas necessidades e com o desenvolvimento de novas técnicas construtivas, no qual evoluiu-se a forma de projetar e construir o espaço.

A palavra telhado tem sua origem no uso das telhas, porém nem todo sistema de proteção do edifício em um telhado. Podem ser com lajes simples, com espelho de água, terraços e telhados verdes. (ARAUJO 2003).

As primeiras construções brasileiras foram feitas pelos indígenas (**Figura 7**), com o uso de folhas ou fibras vegetais para cobrir as construções. Com a chegada dos portugueses começaram a construir casas com os padrões arquitetônicos utilizados por eles em sua terra natal. Passou a construir com pedra e cal, ou taipa de pilão, e as coberturas ganham telhas de cerâmica (LA PASTINA, 2005).

Figura 7 - Ocas indígenas



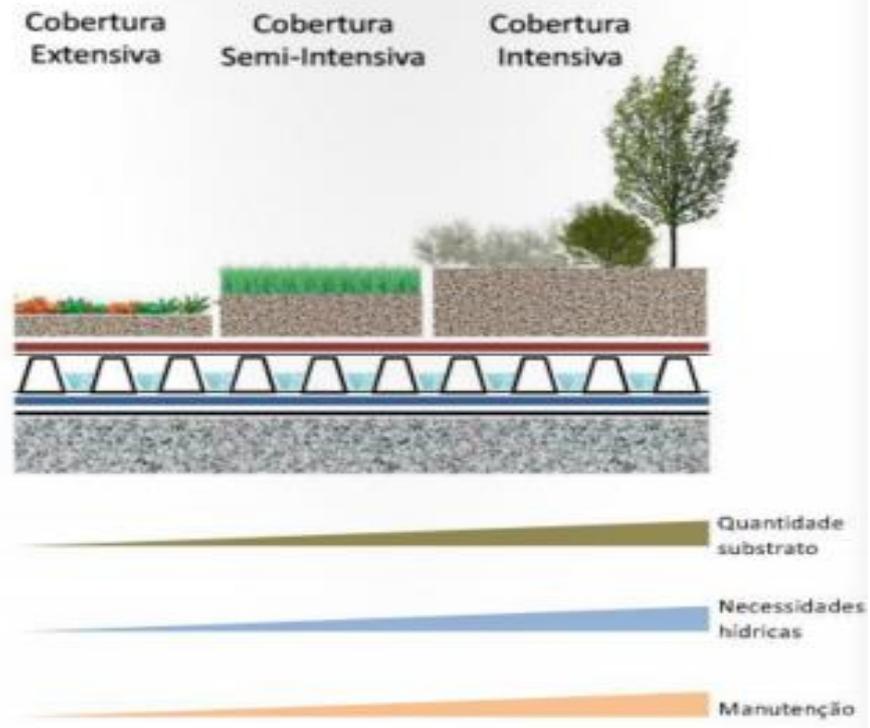
Fonte:Britannica escola. Disponível em:

<<https://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/oca/483413>>. Acessado em: 12/09/2018.

O uso de telhados verdes para toda a sociedade foi partir de uma mudança cultural da sociedade, onde se tornou uma técnica para os profissionais da área da construção civil.

Segundo Heneine (2008), o telhado verde pode ser dividido em três tipos de coberturas verdes: a extensiva, semiextensiva e intensiva (**Figura 8**), no qual cada uma finalidade que atende necessidades diferentes, que varia o custo mais correspondente com o desejado, pois há diferença no custo de manutenção, seleção de plantas, substratos e a estrutura que suporta as sobrecargas da cobertura. (ARQUITETURA E SUSTENTABILIDADE, 2012).

Figura 8 - Comparativo entre coberturas extensiva e intensiva e semi intensiva.



Fonte: Roberto Duarte. Disponível em:

<[http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila\\_coberturasajardinadas\\_fichatecnica1](http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila_coberturasajardinadas_fichatecnica1)>. Acessado em: 03/07/2018.

As **coberturas extensivas (Figura 9)** são mais simples, resistentes com uma aparência mais orgânica comparada as demais, é aplicada uma vegetação que depois de instalada, não requer manutenções com uma certa frequência para seu desenvolvimento. (HENEINE, 2008)

Figura 9 - Telhado de cobertura extensiva.



Fonte: Britannica Escola. Disponível em:

<<https://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/gram%C3%ADnea/481402>>.

Acessado em: 18/07/2018.

Para o tipo de coberturas extensivas, são utilizadas plantas rasteiras como, por exemplo, as gramíneas (**Figura 10**), com 10 cm ou menos de altura. Consiste na plantação de um tipo de vegetação natural mais leve e capaz de se adaptar a secas extremas.

Para a sua implantação, é necessário uma camada que poderá ser drenada e que retenha essa água. Deverá ser construída com materiais que eliminam a água que sobra e retorna com uma pequena quantidade, capaz de proporcionar umidade à vegetação. Sobre esta camada, se não estiver incorporada, deverá aplicar-se uma capa filtrante que impede que essa água seja arrastada. (HENEINE, 2008)

Figura 10 - planta gramínea



Fonte: Britannica Escola. Disponível em:

<<https://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/gram%C3%ADnea/4812brit%C3%A2nica%20escola>>.

Acessado em:18/07/2018.

Esse tipo de cobertura é mais indicado para grandes áreas em que a vegetação se desenvolve espontaneamente. É uma cobertura de menor sobrecarga sobre a estrutura das edificações, podendo ser instalados em telhados inclinados. Como é utilizado uma pequena camada de substrato, a cobertura é mais leve e transfere menos carga para a 15 estrutura, gastando-se menos com a sua manutenção e, assim, os custos são menores do que o telhado verde do tipo intensivo. (HENEINE, 2008).

As **coberturas intensivas (Figura 11)** requerem mais cuidados, diferente da extensiva, com o sistemas de irrigação, o uso de fertilizantes, poda, pois esse tipo de coberta serve para espécies de vegetação de maior porte

Figura 11 - Coberta intensiva.



Fonte: Arqcoop. Disponível em: <<https://www.arqcoop.com/coberturas-ajardinadas/>>.

Acessado em:26/07/2018.

Essas coberturas precisam de uma camada de solo mais profundo que as extensivas, que varia de acordo com a necessidade da planta, de 15 a 21 cm no mínimo. Esse tipo de telhado requer manutenção igual aos jardins ao ar livre de uma casa, pois não são limitadas as variedades de plantas, onde oferece porte para serem plantadas desde pequenas plantas até arbustos e árvores, e que poderão ser usadas como área de lazer, espaço para passeios, bancos e pátios (**Figura 12**). (HENEINE, 2008).

Para suportar esses pesos extras, o edifício exige uma estrutura que suporte a sobrecarga, resultando em uma cobertura mais cara para se construir. Este tipo de cobertura é somente viável em edificações de coberturas sem inclinação. As plantas suportam as condições climáticas locais, assim como aquelas encontradas nos ambientes secos, são ótimas para se plantar em coberturas verdes. (HENEINE, 2008).

Figura 12 - Telhado de cobertura intensiva.



Fonte: Archi Expo Disponível em: < <http://www.archiexpo.com/pt/prod/diadem/product-66377-397592.html>>. Acessado em:16/08/2018.

A **semi intensiva (Figura 13)**, é um tipo de telhado é a junção de características das coberturas verdes intensivas e extensivas. Esta cobertura é de pouca utilização, onde utiliza de vegetação de pouco peso da mesma forma que o telhado verde extensivo, como ele utiliza uma tecnologia moderna de construção, mas possui camadas mais profundas de crescimento médio e por isso permite uma maior diversidade de vegetações a serem plantadas. (HENEINE, 2008).

Figura 13 - Telhado de cobertura semi intensiva.



Fonte: Archi Expo. Disponível em: < <http://www.archiexpo.com/pt/prod/diadem/product-66377-397592.html>>. Acessado em:16/08/2018.

Como o tipo de cobertura intensiva, manutenção e com um custo intermediário entre os dois tipos de telhados. É usada as técnicas extensivas e semi extensivas em coberturas acessíveis, sendo plantada maiores e materiais de plantas de

bosques que são colocadas em vasos, criando jardins no telhado, os quais são mais sustentáveis.

É adequada para coberturas com pequenas cargas a serem suportadas e locais que não foram feitos para serem usados para jardins de cobertura. A profundidade do nível de substrato permite mais possibilidades de design, podendo ser plantadas várias, herbáceas perenes e arbustos, tal como lavanda. (HENEINE, 2008).

### **3.2. Aplicabilidade do telhado verde**

Para uma boa execução 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)

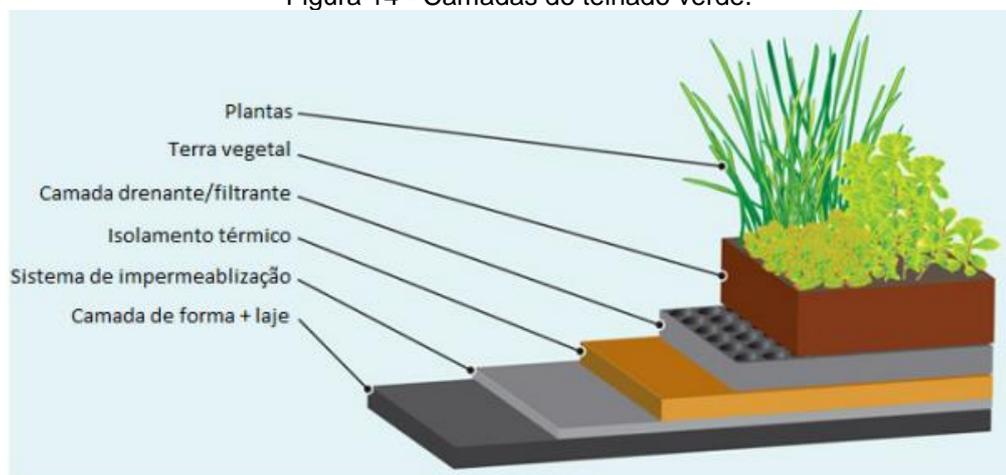
Alberto (2013) explica que apresenta a seguinte estrutura: Laje com elemento estrutural com função de suportar as cargas permanentes e as cargas acidentais no telhado verde. Para o sistema extensivo com substrato de 5 cm a 15 cm de espessura, estima-se que a carga sobre o telhado possa aumentar de 70 a 170 kg/m<sup>2</sup> aproximadamente. Para o sistema intensivo, com espessura de solo acima de 15 cm, o valor de carga adicional pode variar entre 290 e 970 kg/ m<sup>2</sup> (HENEINE, 2008); a camada impermeabilizante: protege o elemento estrutural do contato com água, utilizadas com impermeabilizantes, geralmente com hidro-repelentes; O isolante térmico ou camada protetora: utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve, que tem como função de proteger a membrana impermeabilizante contra o crescimento de raízes na camada de vegetação e reter umidade e nutrientes acima da estrutura; a camada drenante: tem como função dar vazão ao excesso de água no solo, reter parte da água da chuva para a irrigação e evitar alagamentos provocando uma sobrecarga.

Pode ser constituída de argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Sua espessura pode variar de 7 a 10 cm; a camada filtrante: responsável por evitar que a água das chuvas e das irrigações levem partículas de

solo para a camada drenante (**Figura 14**). Essa camada separa a camada de vegetação do solo e normalmente uma manta geotêxtil é utilizada; o solo: substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, pois tem função de fornecer água e nutrientes para o sucesso das plantas, principalmente nos períodos de estiagem.

A espessura varia de acordo com o tamanho das plantas; Ciências exatas e tecnológicas e por último a vegetação: essa camada tem a função de absorver uma parte da chuva para posterior evaporação, facilitando a retenção de água pelo solo. O tipo de vegetação a ser utilizada depende do local em que será implantado o telhado verde e o tipo de solo.

Figura 14 - Camadas do telhado verde.



Fonte: Green Sulate. Disponível em: <

[http://www.greensulate.com/graphics/green\\_roof\\_diagram.jpg](http://www.greensulate.com/graphics/green_roof_diagram.jpg)>. Acessado em:02/10/2018.

Segundo Givoni (1976), a cobertura é o principal elemento de exposição ao processo de trocas térmicas entre o interior e o exterior da construção. São submetidos aos efeitos do clima, que com a radiação solar, as perdas de calor à noite e as chuvas sofrem mais do que qualquer outra parte da edificação. Materiais usados na construção civil armazenam radiação solar e reemitem essa radiação na forma de calor, tornando as cidades até 17° C mais quentes.

O acúmulo desse calor durante o dia é causado pelas propriedades de absorção dos materiais utilizados na construção que comprometem a durabilidade e desgaste dos mesmos reduzindo conseqüentemente a vida útil da edificação (PIERGILI, 2007).

Heneine (2008), comenta que a exposição ao sol pode acelerar o envelhecimento de materiais betuminosos e a radiação solar muda a composição

química e consequente degradação das propriedades mecânicas desses materiais. Com a aplicação de telhado verde sobre o telhado convencional, a vida útil da cobertura é melhorada.

Ainda segundo Givoni, “os telhados verdes reduzem também os efeitos danosos dos raios ultravioletas, extremos de temperatura e os efeitos do vento, uma vez que nesses telhados a temperatura não passa de 25° C contra 60° C dos telhados convencionais”, tem um ciclo de vida de 2 a 3 vezes mais longo do que as telhas utilizadas em telhados convencionais.”

### **3.3.Custos diretos e Indiretos do telhado verde**

A aplicação de materiais ecológicos tem sido fundamental na evolução da construção civil como artificial de construções sustentáveis. Para o plantio das espécies também deve ser realizada uma manutenção programada, até mesmo a sistemas pré-montados que tem apenas que ser encaixados adequadamente sobre a superfície da laje das construções.

Do sistema mais simples ao mais complexo, os dois tem a função de cobertura de edificações com vegetação, com plantas que se adaptem às condições climáticas da região (UGALDE, 2004). No sistema de instalação mais comum, conhecido como cobertura verde contínua como a coberta extensiva, as camadas aplicadas variam de acordo com a base utilizado e o clima.

A cobertura pré-moldada é comercializada por empresas especializadas e tem como objetivo a rápida aplicação. Ela utiliza uma bandeja rígida com os substratos pré-preparados junto as plantas já crescidas para inserção direta e imediata sobre os telhados convencionais, compreende uma bandeja modular de 35 x 70 centímetros e cerca de 11 centímetros de altura, fabricada em EVA (etil vinil acetato), material leve, flexível, reaproveitado da indústria **(Figura 15)**.

As camadas se sucedem de baixo para cima, da seguinte forma: membrana antirraízes (evita infiltrações na laje), membrana alveolar tridimensional com copinhos para reter a água, camada filtrante que impede a passagem de terra e, por último, o substrato nutritivo com a planta, como se fosse um xaxim. Devido ao fato de serem plantadas em grande quantidade, este tipo de solução facilita o cultivo de diferentes plantas em uma única bandeja. A variação de custos dos sistemas de telhado verde é muito grande, em função dos diferentes sistemas que podem ser

utilizados. Minke (2004) afirma que pode variar em de 80% o custo de um tipo para outro.

Figura 15 - Bandeja modular de 35 x 70.



Fonte: Arcoweb. Disponível em:

<<https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/ecoeficiencia-telhados-verdes-01-12-2009>>.

Acessado em:02/10/2018.

Quando a obra é planejada com o uso de telhados verdes, o custo fica mais próximo ao telhado convencional, enquanto que reformas de telhados possuem o custo mais elevado. Esse custo elevado está em maior parte relacionado a sobrecarga na estrutura, afirma Minke (2004).

De acordo Minke (2004), o custo dos telhados deve ser colocado no ciclo de vida dos materiais utilizados, lajes impermeabilizadas sem uma proteção terão uma vida útil muito menor que uma laje vegetada.

Segundo Nascimento (2010), os telhados verdes extensivos são caracterizados pela alta resistência as variações climáticas, assim sendo necessário pouca manutenção, necessitando de camadas menores e mais leves de substrato, minimizando assim custo o da estrutura, pois o abastecimento de água e das substancias nutritivas, dão-se pelo processo natural.

Quando utilizado vegetação de pequeno porte, tem uma maior capacidade de adaptação ao local, com características de alta regeneração. O musgo, as suculentas, a erva, as gramíneas e a relva, possuem este perfil, uma vegetação fácil utilizada, podendo variar de 5 a 10 centímetros de espessura.

Já os telhados verdes intensivos tem a função mais paisagística. É caracterizado pela utilização de plantas que precisam de um maior número de água e com sistema de irrigação, adubo e manutenção geral, assim como jardins tradicionais.

Sua durabilidade é proporcional aos cuidados dispensados aos telhados e os custos podem variar, podendo ser mais altos, tanto na implantação, quanto na manutenção devido aos gastos com os materiais e com a mão de obra. A espessura desta pode variar, tendo vegetação com 15 centímetros, podendo chegar a até 2 metros. A carga por sua vez, pode ser variável, podendo alcançar grandes pesos, sendo assim, exige um projeto estrutural para a sua sustentação, não permitindo inclinação (NASCIMENTO 2010).

Assim como a extensiva e a intensiva, a semi intensivas, que são as intermediárias, geralmente cobertas com gramíneas, árvores e arbustos de pequeno porte. Onde as plantas utilizadas necessitam de cuidados em relação a água e aos nutrientes. Sua espessura pode variar, tendo o mínimo de 10 a 20 centímetros. Os gastos com a manutenção destes são relativamente baixos, e este é um dos telhados mais usados, por ter gastos relativamente baixos, suportando inúmeras espécies diferentes. (CORREA; GONZÁLEZ, 2002).

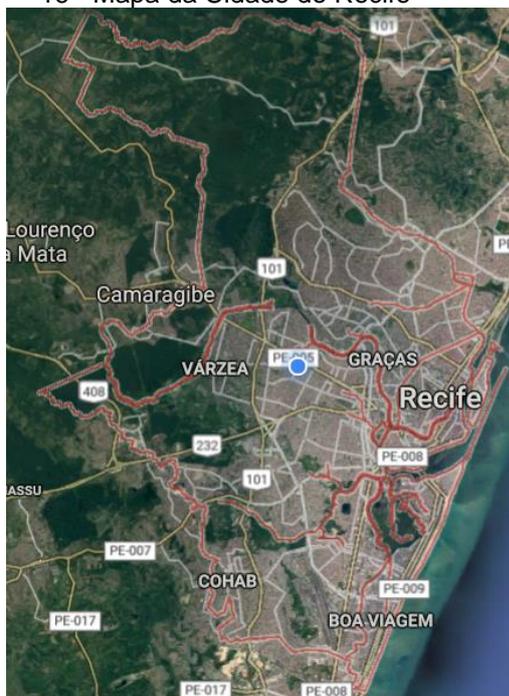
#### **4. USO DO TELHADO VERDE NA CIDADE DO RECIFE**

Nos centros a sensação de calor costuma ser maior do que em áreas mais afastadas e arborizadas. Segundo Almeida Junior (2005), os prédios, asfalto, calçadas que absorvem e irradiam muito calor e são uns dos fatores que contribuem para o aumento de calor, ocasionado pela maneira estão construindo, sem um planejamento adequado, principalmente em relação ao aproveitamento dos próprios recursos naturais para propiciar conforto térmico nas cidades, quem interfere na qualidade de vida das pessoas. A arborização reduz o impacto dos raios solares no solo e, ao mesmo tempo, aumenta a umidade na atmosfera, o que proporciona uma sensação mais agradável e com a falta dela os raios solares incidem direto no concreto, assim absorvendo todo o calor.

As características do uso do solo da Região Metropolitana do Recife (**Figura 16**) tem um grande número de áreas com asfalto, no qual Os bairros centrais possuem um tráfego intenso de veículos, altos índice de pavimentação do solo e de

construções verticais que armazenam uma radiação maior por falta das áreas verdes um. Por vezes, a população e a falta de áreas verdes aumentam a temperatura, sendo assim, ressalta-se a importância implementar artifícios pra a melhoria do clima.

16 - Mapa da Cidade do Recife



Fonte:Google. Disponível em: < <http://www.google.com/maps/place/recife>>. Acesso em: 18/11/2018. Editado pela autora.

Segundo Garrido(2012), apenas no século XXI, os telhados verdes começam a aparecer nos novos projetos arquitetônicos em construções sustentáveis visando a melhoria da qualidade ambiental.

O uso do telhado verde na cidade do Recife é uma alternativa para a melhoria do clima, pois as vantagens de se ter uma cobertura verde podem ser inúmeras, não somente no plano econômico e ambiental, também pode ter uma influência social, pois se trata de um espaço de respiro em meio à poluição.

#### **4.1. Utilização e sua visibilidade**

O telhado verde tem despertado também um interesse especial na gestão pública de algumas cidades, assim como a do Recife criando a lei 18.112/2015 18112, para tentar diminuir o calor e os alagamentos causados pela ocupação

desequilibrada da cidade, Pois ele se tornou uma estratégia de sustentabilidade que possibilita a implantação de vegetação na área urbana sem perde o espaço do solo, já que o telhado na maioria das vezes não são utilizados. (GARRIDO NETO, 2012).

O primeiro exemplo de um projeto executado com telhado verde foi edificação com telhado verde no Recife o Empresarial Charles Darwin (**Figura 17**), edifício de 35 andares em na Ilha do Leite, área central. O edifício-garagem de oito andares com uma coberta extensiva com vegetal baixa com 2.800 mil metros quadrados de área. É como se fosse um grande gramado (**Figura 18**), envolvendo um imenso canteiro com sistema de irrigação e fácil manutenção.

17 - Empresarial Charles Darwin.



Fonte: Recife Imagem via. Disponível em: < <https://www.hypeness.com.br/2015/04/recife-aprova-lei-que-obriga-qualquer-predio-com-mais-de-4-pavimentos-tenha-telhado-verde/>>. Acessado em:16/10/2018.

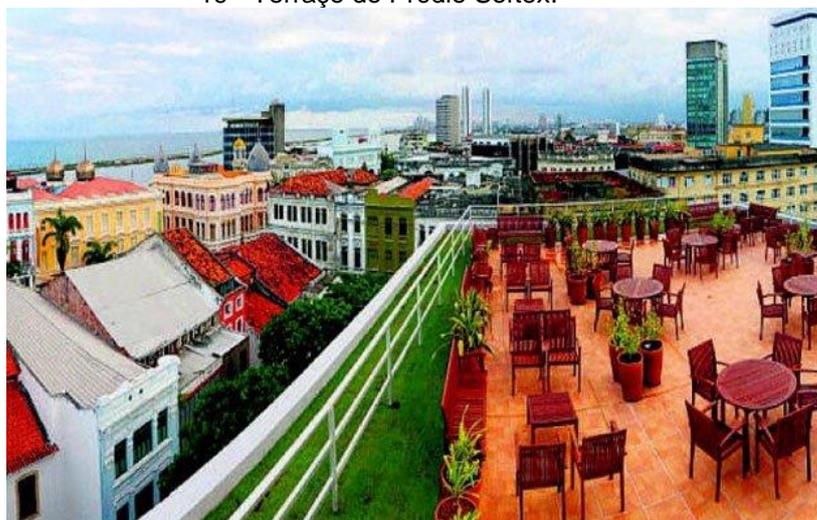
18 - Empresarial Charles Darwin.



Fonte: Autor, 2018

Com a lei em vigor a espera que os novos edifícios e os empreendimentos já construídos também façam uso de telhados verdes, para isso precisa maior incentivo e visibilidade, pois constatou-se que existem poucos edifícios que possuam uma área verde. **(Figura 19).**

19 - Terraço do Prédio Softex.



Fonte: Jornal do Commercio. Disponível em: < <https://www.hypeness.com.br/2015/04/recife-aprova-lei-que-obriga-qualquer-predio-com-mais-de-4-pavimentos-tenha-telhado-verde/>>. Acessado em:27/08/2018.

Um dos fatores para a não utilização do telhado verde é a falta de incentivo público, assim como o desconhecimento, além da mão de obra escassa, pois necessita de mão de obra especializada para instalação para evitar problemas de vazamento e infiltrações, o Investimento financeiro inicial não é tão baixo, assim como restrições quanto à estrutura podem inviabilizar o sistema e também necessita uma certa manutenção para manter sua estrutura saudável e com boa aparência.

Mesmo com pequenas desvantagens, a relação custo e benefício compensa pena investir no sistema é uma alternativa que combina o crescimento da construção civil nos espaços urbanos, com o respeito ao meio ambiente.

#### **4.2. Lei de aplicação do telhado verde em Recife**

A cidade de Recife não possui uma legislação específica para o emprego das coberturas vegetais em edificações. Em 12 de janeiro de 2015, foi sancionada uma Lei Municipal 18.112/2015 em Recife que obriga os prédios residenciais, com mais de 4 pavimentos e com área acima de 400 metros quadrados, a implementar telhados verdes.

A Lei prevê a construção de telhado verdes com plantas de pequeno, médio e grande porte nas lajes dos edifícios. O objetivo do projeto é aumentar as áreas verdes e diminuir os efeitos do calor e poluição, já que um prédio com telhado verde pode chegar a uma temperatura até seis graus mais baixa do que no seu entorno.

Na lei foi possível verificar que sobre a aplicação: Art. 1º - Os projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400m<sup>2</sup> de área de cobertura deverão prever a implantação de "Telhado Verde" para sua aprovação, no qual no pavimento descoberto destinado a estacionamento de veículo das edificações, cuja área não se contabilizará para efeito de área construída, desde que não sejam cobertas as áreas de solo permeável, sejam respeitados os afastamentos legais previstos para os imóveis vizinhos, seja respeitado um afastamento mínimo de um metro e máximo de três metros em relação à lâmina do pavimento tipo ou qualquer outro pavimento coberto. nas áreas de lazer situadas em lajes de Piso, no percentual de 60% e nas áreas de lazer em pavimento de cobertura, em pelo menos, 30% (trinta por cento) de sua superfície descoberta. (LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE, 2015)

## 5. TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS QUESTIONARIOS

Com o questionário online, foi possível tabular os dados e saber o nível de conhecimento que a população tem sobre a existência e o interesse sobre o uso do telhado verde.

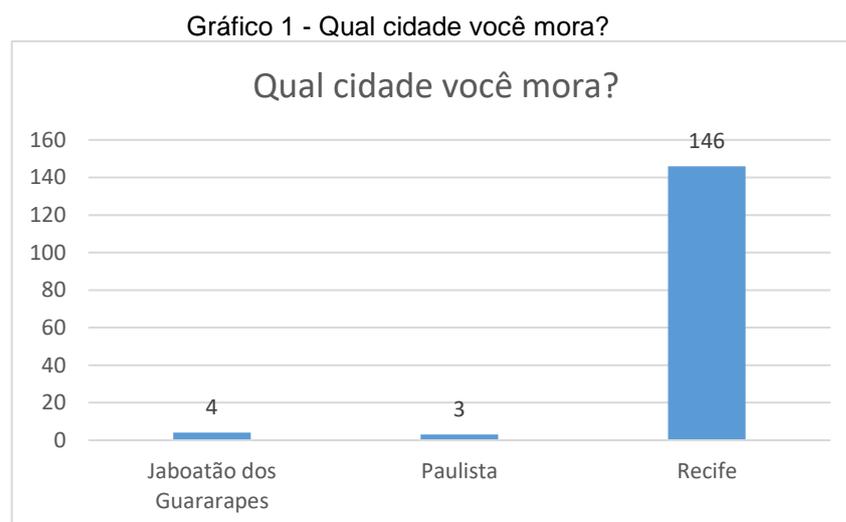
Os questionário foram realizados com perguntas claras e objetivas, facilitando o entendimento das pessoas que responderam.

Um questionário, específico para arquitetos e engenheiros, para entender a opinião profissional, e outro para o público em geral.

Através deles, foi possível identificar e analisar diferentes aspectos, colocados em gráficos para um melhor entendimento.

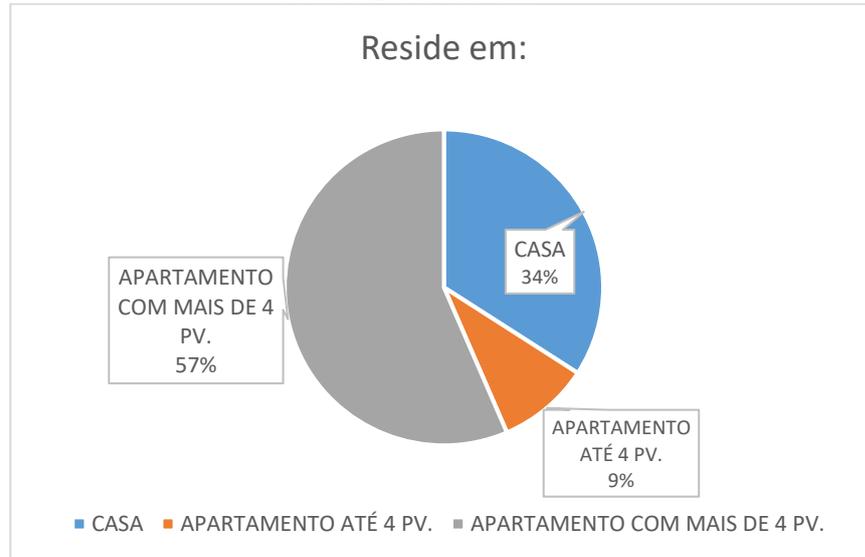
De acordo com as informações obtidas através do questionário 1 (Apêndice A) que foram respondidos por 153 pessoas, no qual conseguimos visualizar no **Gráfico 1**, o local da residência, tipo de residência (**Gráfico 2**).

Como resultado, verificou-se que a maioria dos entrevistados reside em Recife com 146 pessoas, em Jaboatão dos Guararapes com 4 e Paulista com 3 entrevistados. Já o tipo de residência foi constatado que a maioria moram em apartamento com mais de 4 pavimentos sendo 57%, entrevistados que residem em casa com 34% e que moram em edifício até 4 pavimentos foram 9%.



Fonte: O Autor, 2018.

Gráfico 2 -Reside em:

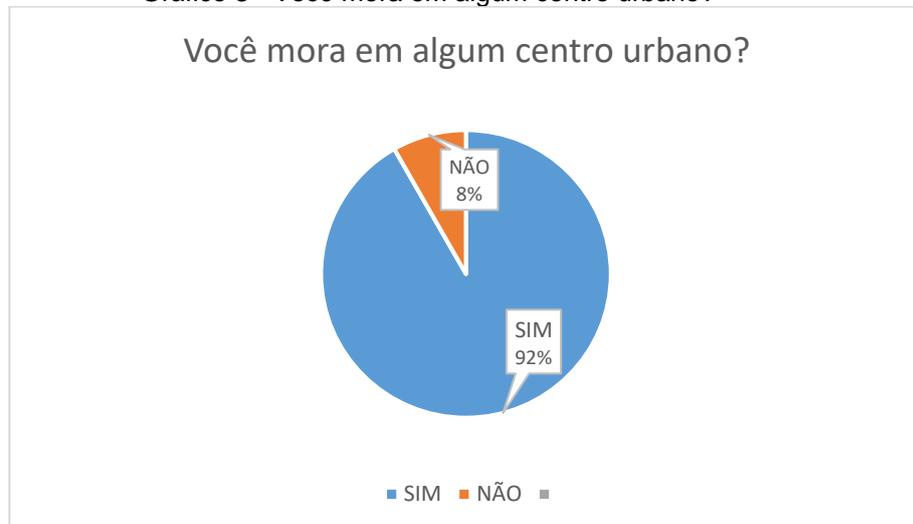


Fonte: O Autor, 2018.

Já no **Gráfico 3**, mostra os entrevistados se moram em centros urbanos, e o **Gráfico 4** mostra se possui área verde no entorno de suas moradias (**Gráfico 4**). No **Gráfico 5**, contata-se se os entrevistados conseguem perceber alguma diferença no clima em relação aos demais lugares que não possui.

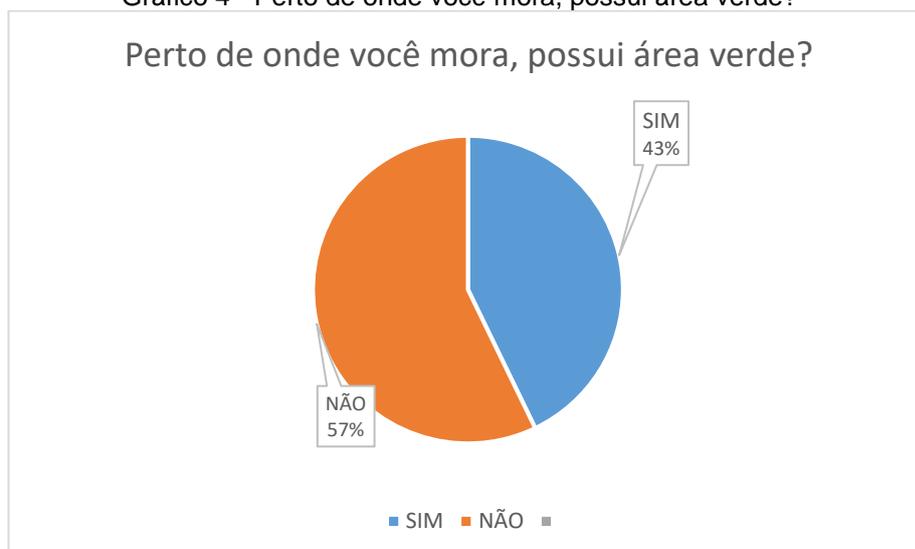
Com o resultado do questionário, percebe-se que a maioria com 92% mora em centros urbanos e apenas 8% não. Mas 57% não possuem uma área verde perto da sua residência e 4% sim. Aos que possuem área verde, foi verificado que 73% sentem uma diferença de clima no seu entorno.

Gráfico 3 - Você mora em algum centro urbano?



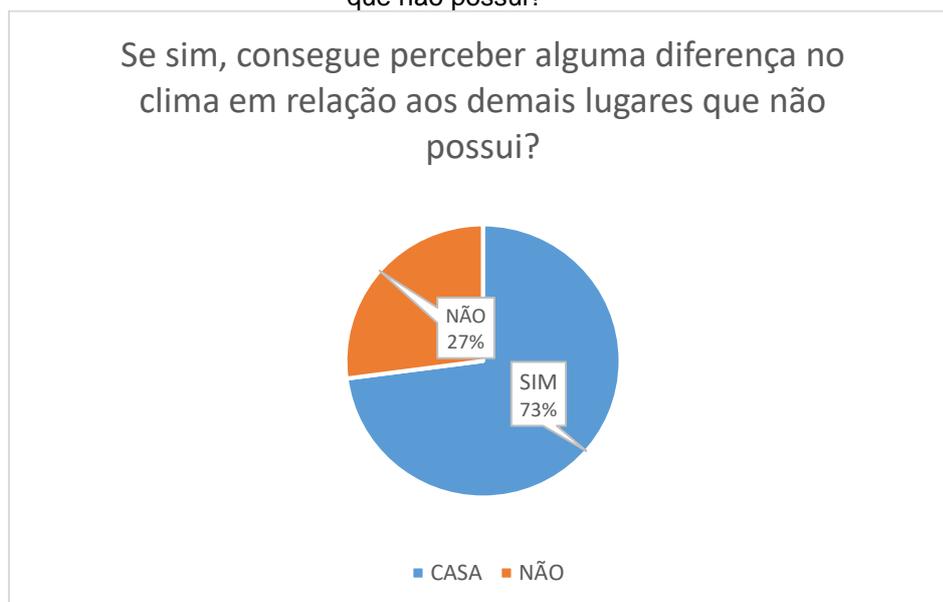
Fonte: O Autor, 2018.

Gráfico 4 - Perto de onde você mora, possui área verde?



Fonte: O Autor, 2018.

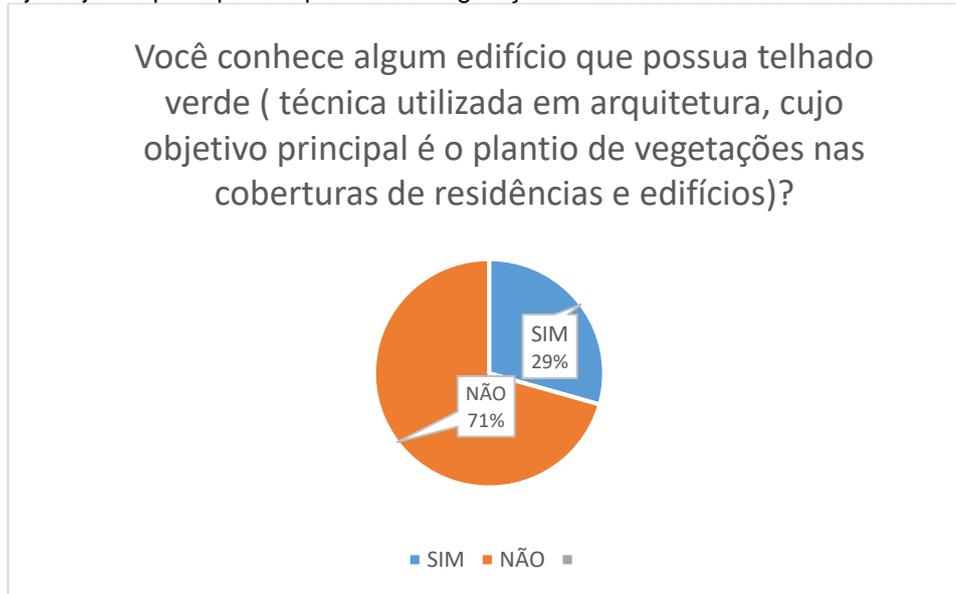
**Gráfico 5** - Se sim, consegue perceber alguma diferença no clima em relação aos demais lugares que não possui?



Fonte: O Autor, 2018.

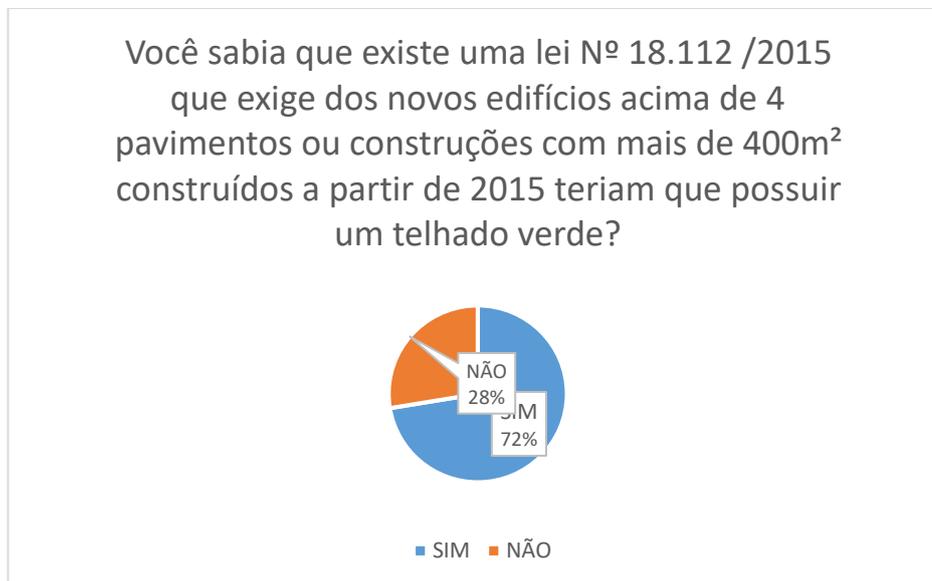
N **Gráfico 6**, mostra o conhecimento dos entrevistados sobre a existência de edifícios que possuam telhados verdes. Já no **Gráfico 7**, Se conhecimento da existência de uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde. Na última questão, foi perguntado se o telhado verde é importante para sua cidade, e pediu-se que justificasse a resposta.

**Gráfico 6** - Você conhece algum edifício que possua telhado verde ( técnica utilizada em arquitetura, cujo objetivo principal é o plantio de vegetações nas coberturas de residências e edifícios)?



**Fonte:** O Autor, 2018.

**Gráfico 7** - Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde?



**Fonte:** O Autor, 2018.

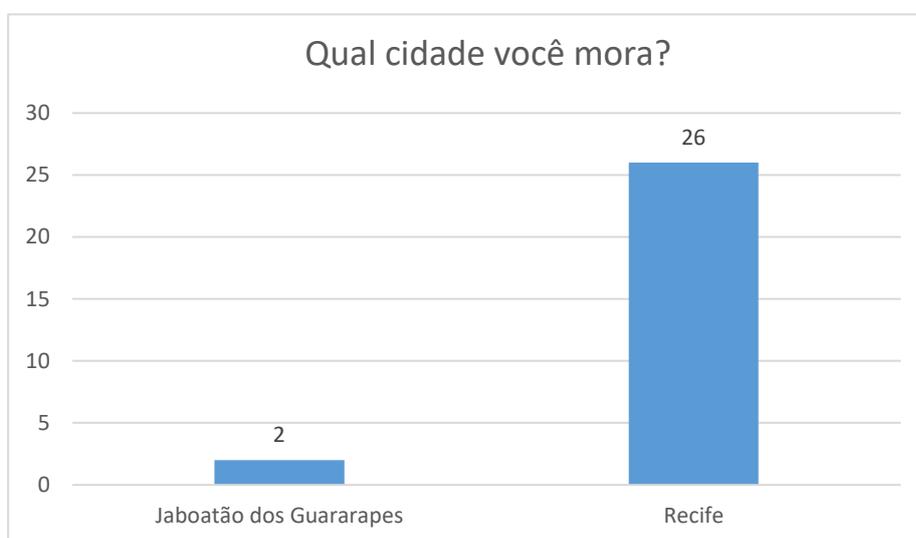
Como resultado, percebeu-se que a maioria dos entrevistados, não conhecem edifícios que possuam telhado verde e desconhecem a existência da lei que exige os novos edifícios com mais de 4 pavimentos tenham que possuir um telhado verde,

mas acham importante que se construam telhados verdes para a melhoria do conforto térmico.

De acordo com as informações obtidas através do questionário 2 (Apêndice B) que totalizou com um número de 28 pessoas sendo arquitetos e engenheiros.

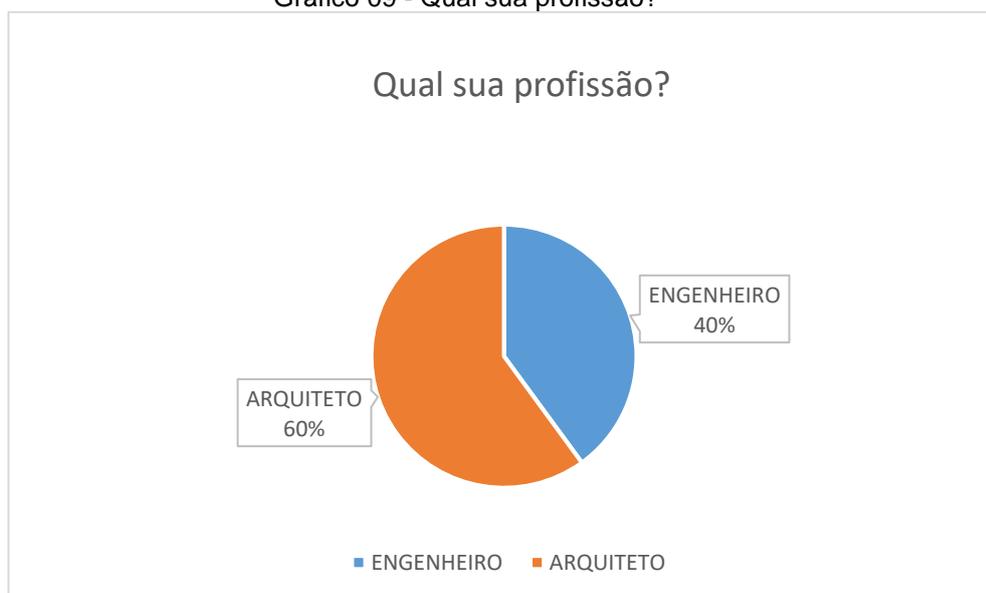
Conseguimos visualizar que os entrevistados a maioria reside em Recife com 26 pessoas e 2 em Jaboatão dos Guararapes (**Gráfico 08**), onde as pessoas residem. No **Gráfico 09**, mostra a sua profissão sendo 60% arquitetos e 40% engenheiros que atuam no ramo.

Gráfico 8 - Qual cidade você mora?



Fonte: O Autor, 2018.

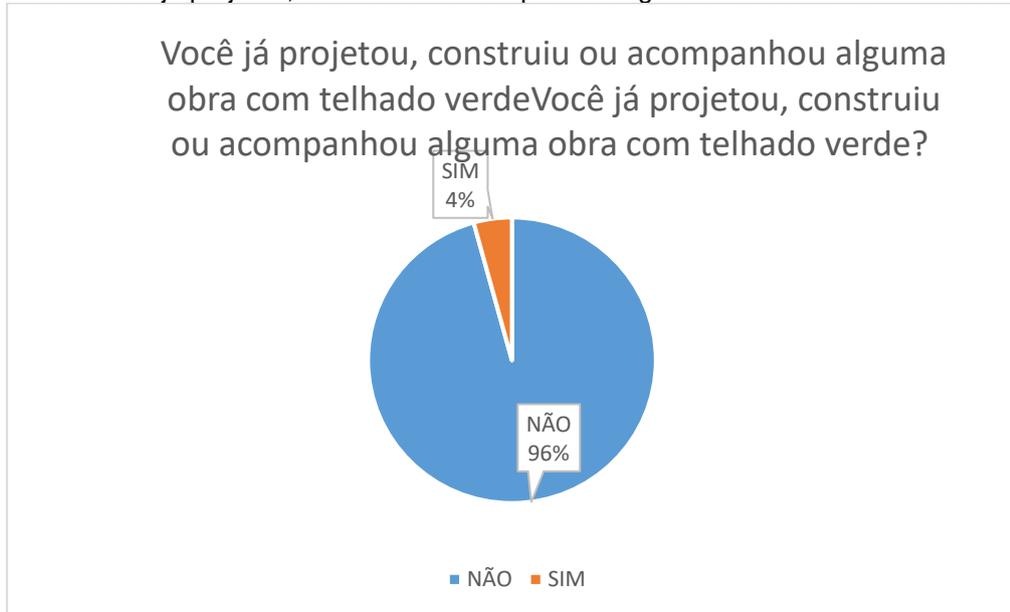
Gráfico 09 - Qual sua profissão?



Fonte: O Autor, 2018.

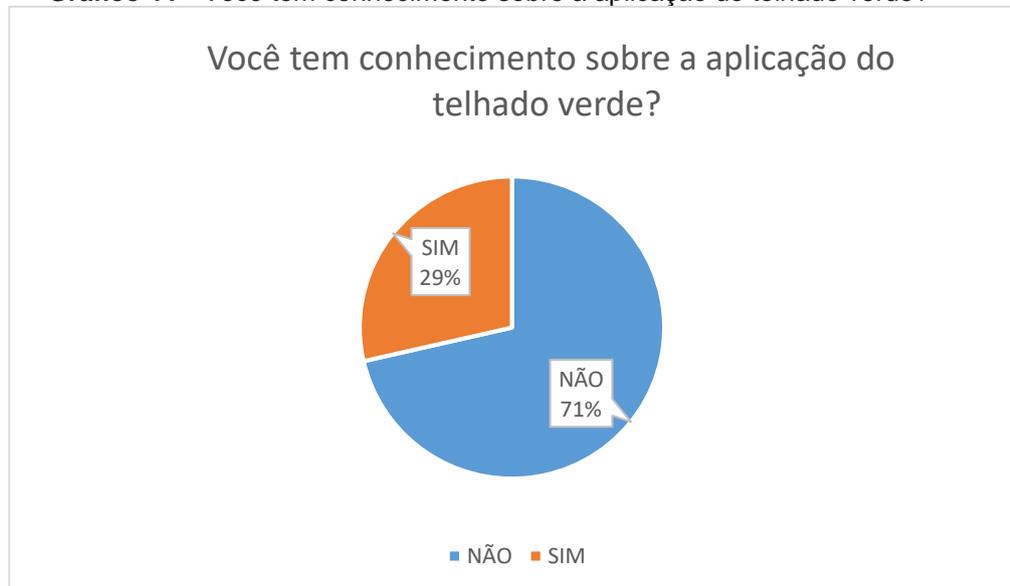
Com o resultado verificou-se que a maioria dos profissionais nunca projetou, ou acompanhou uma construção do telhado verde (**Gráfico10**), nem tem conhecimento da técnica (**Gráfico11**).

**Gráfico 10** - Você já projetou, construiu ou acompanhou alguma obra com telhado verde?



Fonte: O Autor, 2018.

**Gráfico 11** - Você tem conhecimento sobre a aplicação do telhado verde?



Fonte: O Autor, 2018.

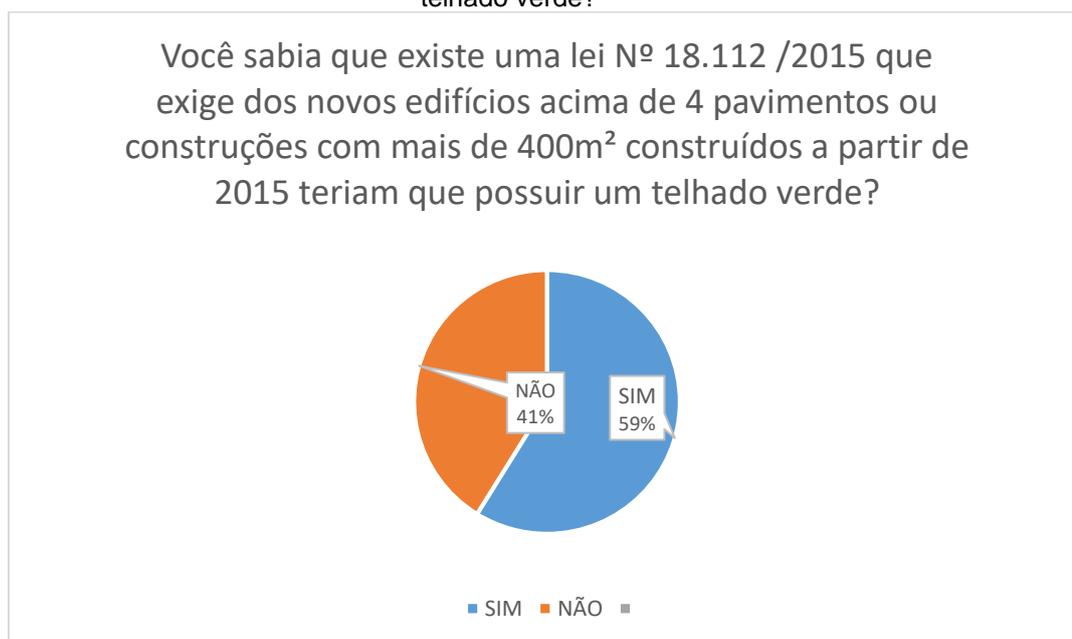
Com a resposta apresentada no **Gráfico 12**, percebe-se que os profissionais da área sabiam da existência de uma lei N<sup>o</sup> 18.112 /2015 que exige que os edifícios

acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 possuam um telhado verde. O **Gráfico 13**, por sua vez mostra que não perceberam algum aumento no uso do telhado verde nas construções. Na última questão, foi perguntado se o telhado verde é importante para sua cidade, e pediu-se que justificasse a resposta.

Foi verificado que a maioria dos entrevistados, conhecem lei Nº 18.112 /2015, que não notaram algum crescimento no uso dos telhados verdes nem de projetos com a preocupação de projetar o telhado verde a partir do ano que a lei entrou em vigor.

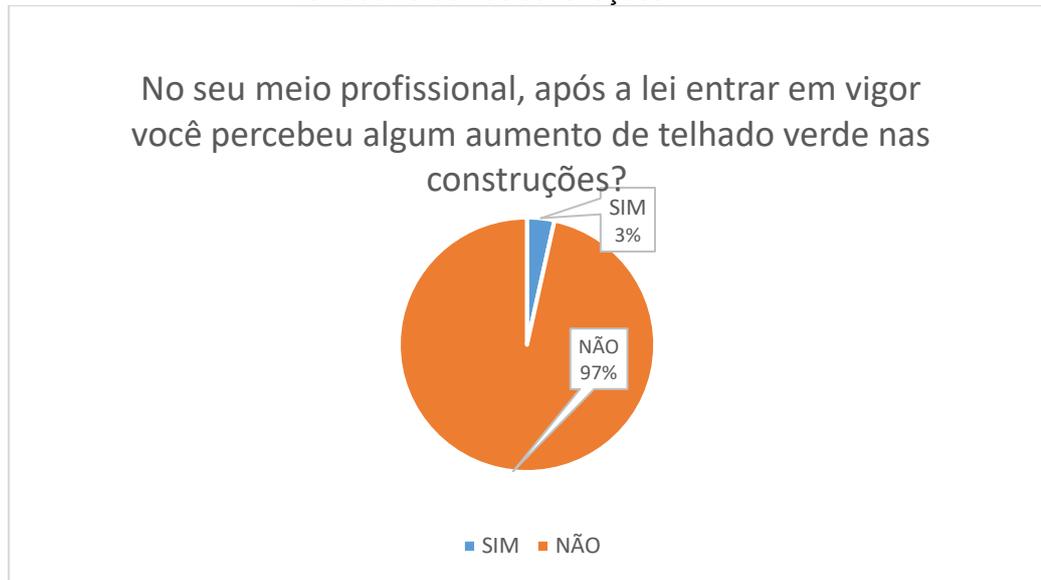
Como maioria dos engenheiros e arquitetos, acham importante que se construam telhados verdes para a melhoria do conforto térmico.

**Gráfico 12** - Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde?



**Fonte:** O Autor, 2018.

**Gráfico 13** - No seu meio profissional, após a lei entrar em vigor você percebeu algum aumento de telhado verde nas construções?



**Fonte:** O Autor, 2018.

Através dos dados coletados pelo questionários, foi possível encontrar os resultados as respostas para o problema da pesquisa.

Diante do que foi visto e analisado, descobriu-se que a maioria dos entrevistados acham importante a existência do telhado verde, mas não tem conhecimento sobre a existência da lei. Já no questionário dos profissionais da área, percebeu-se que um maior número de entrevistados, tem conhecimento da lei (59%), mas que não tem conhecimento da técnica nem trabalhou em obras ou projetou o telhado verde.

## 6.CONCLUSÃO

No contexto dos centros urbanos na cidade do Recife, discutir sobre a possibilidade de uma melhora do conforto térmico com o uso do telhado verde.

Dentro desse contexto, a pesquisa teve como o objetivo analisar o uso do telhado verde na cidade do Recife depois da lei Nº 18.112 /2015,' e trazer uma maior visibilidade ao mesmo, no qual foi analisando e comparando pelos gráficos dos dados gerado através do questionário.

Além da revisão bibliográfica que apresentada o telhado verde como uma alternativa para o melhor conforto térmico e preservação do meio ambiente uma solução facilmente possível de se concretizar nos grandes centros urbanos da cidade do Recife.

Em suma, percebe-se ainda a necessidade de se aumentar o entendimento do uso do telhado verde e infundir ainda mais o conhecimento sobre ele na cidade do Recife, para que o mesmo possa vir a ser uma realidade ainda mais utilizada.

Portanto, é possível afirmar que diante do atual cenário, foi analisado que ainda falta mão de obra especializada, e falta de incentivo para a execução do telhado verde. Onde isso leva a crer que para ter um aumento do número é preciso incentivar por meio da divulgação de estudos, como os apresentados neste trabalho, e de propagandas que levem a população a conhecer a técnica e seus benefícios, pois ainda estão longe de serem economicamente acessíveis.

Espera-se que este estudo seja um fator impulsionador de outras pesquisas e de um maior emprego desta técnica nas coberturas das grandes áreas urbanas do país.

## REFERÊNCIAS

ADAM, R. S. **Princípios do Ecoedifício**. São Paulo, 2001. Ed. Aquariana. Acesso em: 13/05/ 2018.

ALBERTO, Eduardo Zarzur et al. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. AMBIENTE GAIA. Telhado Ecológico. 7 jan. 2013. Acesso em: 13/05/ 2018.

ALMEIDA, M. A. M. **Coberturas naturadas e qualidade ambiental: uma contribuição em clima tropical úmido**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008. Acesso em: 18/04/ 2018.

Almeida Junior, N.L. 2005. **Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Acesso em: 13/05/ 2018.

ARAÚJO, S. R. de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ago. 2007. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>>.

Acesso em: 15/09/2018.

ARQUITETURA E SUSTENTABILIDADE. **Telhado Verde – Tipos e Implantação**. Disponível em: <<http://arquiteturaesustentabilidade.com/2012/10/01/telhado-verdetipos-e-implimentacao/>>. Acesso em: 22/07/ 2018.

DAEMON, Carolina. **Quando o telhado verde vira lei**. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2015/04/quando-o-telhado-verde-vira-lei.html>>. Acesso em: 02/07/2017.

BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Curitiba, 2012. Acesso em: 02/07/2017.

CORREA, C.B.; GONZALEZ. **O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas**. São Paulo: Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002. Acesso em: 18/07/2018

CORBELLA, Oscar e YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003. 23/09/2017.

COSTA, Enio C.da; **Arquitetura Ecológica: Condicionamento térmico Natural**. São Paulo. Edgard Blücher, 1982. Acesso em: 18/07/2018

D`ELIA, Renata. **Telhados verdes**. 2009. Editora Pini Ltda, ed. 148. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/148/imprime144157.asp>-30/07/2011. Acesso em 05/09/2018

DIAS, Reinaldo. **Sustentabilidade - origem e fundamentos; educação e governança global; modelo de desenvolvimento**. 1. ED. São Paulo: Atlas, 2015.

GARRIDO NETO, Pedro. **Telhados verdes associados om sistema de aproveitamento de agua de chuva: projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre uma técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil**. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004589.pdf>> Acesso em: 23/09/2017

GIVONI, 1976 apud ARAÚJO, Sidney Rocha de. **Conforto ambiental. Soropédica**, RJ. 2007. Acesso em: 22/06/ 2018.

GOUVEIA, Laura. **TETO VERDE: Uma proposta ecológica e de melhoria do conforto ambiental a partir do uso de coberturas vegetais nas edificações**. Disponível em: <[http://www.pucrio.br/Pibic/relatorio\\_resumo2008/relatorios/ctch/art/art\\_lauravg.pdf](http://www.pucrio.br/Pibic/relatorio_resumo2008/relatorios/ctch/art/art_lauravg.pdf)> Acesso em: 23/09/2017.

HENEINE, Maria Cristian de Souza. **Cobertura verde**. Belo Horizonte, UFMG.2008. Monografia do curso de especialização em construção civil. Acesso em: 22/09/ 2017.

LA PASTINA FILHO. **Manual de Conservação de telhados**. 1ª Edição. IPHAN, 2005. Acesso em:16/06/2018.

LE CORBUSIER. **Por uma Arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1973. Acesso em: 12/08/2018.

MINKE, Gernot. **Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos**. Editorial Fin de Siglo, Montevideo, Uruguai, 2004. Acesso em: 15/09/2018.

NASCIMENTO, W. C. **Coberturas verdes: A renovação de uma ideia.** Universidade Federal do Paraná, Paraná, out. 2008. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Maria\\_Freitas13/publication/235771612\\_COBERTURAS\\_VERDES\\_A\\_RENOVAO\\_DE\\_UMA\\_IDIA/links/02bfe51369012c53d5000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Maria_Freitas13/publication/235771612_COBERTURAS_VERDES_A_RENOVAO_DE_UMA_IDIA/links/02bfe51369012c53d5000000.pdf)>. Acesso em: 22/09/ 2017.

PEREIRA, Francisco. **Arredores do Recife.** 2. ed. autônoma. Apresentação e organização de Leonardo Dantas Silva. Recife: Fundaj, Ed. Massangana, 2001

PIERGILI, Alexander Van Parys. **Por que utilizar telhados verdes?** São Paulo. 2007. Disponível em: . Acesso em: 14/06/2018.

QUINTELLA, Maria Tereza. **A origem dos Telhados Verdes.** Disponível em: <<http://telhadoscriativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acesso em: 22/07/ 2018.

ROAF, S; FUENTS, M; THOMAS, S. **Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável.** Porto Alegre: Bookman 2006. Acesso em: 07/07/ 2018.

## APÊNDICE A

# PESQUISA SOBRE O USO DO TELHADO VERDE NA CDADE DO RECIFE.

---

Sou Ana karine Farias, aluna do curso Arquitetura e Urbanismo, do 10º período da faculdade Damas da instrução Cristã. Esta presente pesquisa tem como objetivo analisar as dificuldades do uso do Telhado verde na cidade do Recife no ramo da construção.

**1- Qual cidade você mora?**

R:

**2- Reside em:**

CASA     APARTAMENTO ATE 4 PAVIMENTOS     APARTAMENTO COM MAIS DE 4 PAVIMENTOS

**3- Você mora em algum centro urbano?**

SIM     NÃO

**4- Perto de onde você mora, possui área verde?**

SIM     NÃO

**5- Se sim, consegue perceber alguma diferença no clima em relação aos demais lugares que não possui?**

SIM     NÃO

**6- Você conhece algum edifício que possua telhado verde ( técnica utilizada em arquitetura, cujo objetivo principal é o plantio de vegetações nas coberturas de residências e edifícios)?**

SIM     NÃO

**7- Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edificios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde?**

SIM     NÃO

**8 - Você acha que o telhado verde é importante para sua cidade?**

Justifique:

Fonte: O Autor, 2018.

## APÊNDICE B

### PESQUISA SOBRE O USO DO TELHADO VERDE NA CDADE DO RECIFE. (ENGENHEIROS E ARQUITETOS)

---

Sou Ana karine Farias, aluna do curso Arquitetura e Urbanismo, do 10º período da faculdade Damas da instrução Cristã. Esta presente pesquisa tem como objetivo analisar as dificuldades do uso do Telhado verde na cidade do Recife no ramo da construção.

**1- Qual cidade você mora?**

R:

**2- Qual sua profissão?**

ENGENHEIRO     ARQUITETO

**3- Você já projetou, construiu ou acompanhou alguma obra com telhado verde?**

SIM     NÃO

**4- Você tem conhecimento sobre a aplicação do telhado verde?**

SIM     NÃO

**5- Você sabia que existe uma lei Nº 18.112 /2015 que exige dos novos edifícios acima de 4 pavimentos ou construções com mais de 400m<sup>2</sup> construídos a partir de 2015 teriam que possuir um telhado verde?**

SIM     NÃO

**6- No seu meio profissional, após a lei entrar em vigor você percebeu algum aumento de telhado verde nas construções?**

SIM     NÃO

**7 - Você acha que o telhado verde é importante para sua cidade?**

Justifique:

**Fonte:** O Autor, 2018.

## APÊNDICE C

### **Lei Nº 18112 DE 12/01/2015**

Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências.

O Povo da Cidade do Recife, por seus Representantes, decretou, e eu, em seu nome, sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Os projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e nãohabitacionais com mais de 400m<sup>2</sup> de área de cobertura deverão prever a implantação de "Telhado Verde" para sua aprovação, da seguinte forma:

I - no pavimento descoberto destinado a estacionamento de veículo das edificações, cuja área não se contabilizará para efeito de área construída, desde que:

- a) não sejam cobertas as áreas de solo permeável;
- b) sejam respeitados os afastamentos legais previstos para os imóveis vizinhos;
- c) seja respeitado um afastamento mínimo de 1m (um metro) e máximo de 3m (três metros) em relação à lâmina do pavimento tipo ou qualquer outro pavimento coberto;

II - 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 cobertura, em pelo menos, 30% (trinta por cento) de sua superfície descoberta.

§ 1º Para os fins desta Lei, "Telhado Verde" é uma camada de vegetação aplicada sobre a cobertura das edificações, como também sobre a cobertura da área de estacionamento, e piso de área de lazer, de modo a melhorar o aspecto paisagístico,

diminuir a ilha de calor, absorver parte do escoamento superficial e melhorar o microclima local.

§ 2º O "Telhado Verde" poderá ter vegetação extensiva ou intensiva, de preferência nativa para resistir ao clima tropical do município, com as suas variações de temperatura e umidade.

Art. 2º Com a finalidade de tornar públicos os modos de aplicação e os benefícios do "Telhado Verde", e de incentivar a sua aplicação nas edificações, podem ser elaborados:

I - estudos junto a organizações públicas ou privadas para a definição de padrões estruturais para implantação do "Telhado Verde" no Município;

II - cursos e palestras para a divulgação das técnicas imprescindíveis à implantação do "Telhado Verde, como na parte estrutural, tipos de vegetação e substrato.

Art. 3º Em lotes com área superior a 500 m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados), edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 25% (vinte e cinco por cento) da área total do lote deverão ser executados reservatórios de águas pluviais como condição para aprovação de projetos iniciais.

§ 1º Os reservatórios de águas pluviais podem ser:

I - Reservatórios de Acumulação, destinados ao acúmulo de águas pluviais para reaproveitamento com fins não potáveis, com captação exclusiva dos telhados;

II - Reservatórios de Retardo, destinados ao acúmulo de águas pluviais para posterior descarga na rede pública, captadas de telhados, coberturas, terraços, estacionamentos, pátios, entre outros.

§ 2º Os reservatórios para acumulação ou retardo das águas pluviais especificados no caput deste artigo poderão ser construídos na área de solo natural, correspondendo em até 10% desta área.

§ 3º Ficam dispensados da construção dos reservatórios especificados no caput os lotes em que suas águas pluviais não impactam o sistema público de drenagem, desde que comprovado através dos ensaios de infiltração e de percussão geotécnica com profundidade não inferior a 8m (oito metros) e acompanhado de laudo de vistoria técnica do órgão competente da Prefeitura do Recife.

Art. 4º A capacidade total dos reservatórios deverá ser calculada com base na seguinte equação:

$V = K \times A \times I$ , no qual:

V = volume calculado do reservatório em m<sup>3</sup>;

K = coeficiente de abatimento;

A = área total do lote;

I = intensidade da chuva de vazão média de cheias na cidade do Recife

§ 1º Para os Reservatórios de Acumulação devem adotar: K = 0,15 e I = 0,06 m/h, o extravasor deve ser instalado em cota de modo a permitir verter quando o reservatório atingir 90% do volume calculado e que o volume escoado seja direcionado para infiltração na área de solo natural remanescente do lote.

§ 2º Para os Reservatórios de Retardo adotar: K = 0,25; I = 0,06 m/h. E seu escoamento para o sistema público se dará através de orifício com vazão de restrição em função do coeficiente de escoamento de préurbanização.

O modelo adotado para a determinação desta vazão é a fórmula Racional. Para dimensionamento do orifício utilizar a Fórmula de Chézy/Manning: Fórmula Racional

$q_r = C_r \times I \times A$

360

qr - vazão de restrição em m<sup>3</sup>/s

I - chuva de projeto = 0,06 m/h

A - área total do lote em ha

Cr - coeficiente de escoamento de pré-urbanização

a) Fórmula de Chézy/Manning

$$Q = 1 \times A^{5/3} \times S^{1/2}$$

N p<sup>2/3</sup>

Q - vazão, em m/s;

N - coeficiente de rugosidade de Manning;

A - área molhada, em m<sup>2</sup>

P - perímetro molhado, em m;

S - declividade, em m/m

Art. 5º Os Reservatórios de Acumulação deverão atender às seguintes condições:

I - Ser resistente a esforços mecânicos, possuir revestimento impermeável e manter a qualidade da água acumulada;

II - Permitir fácil acesso para inspeção e limpeza, com dimensões que permitam a inscrição de um círculo com diâmetro mínimo de 0,60m;

III - Possibilitar esgotamento total;

IV - Ser protegido contra a ação de inundações, infiltrações e penetração de corpos estranhos, ter vedação adequada de modo a manter sua perfeita higienização e estar localizado a uma distância mínima de 5,00 m da rede de esgoto e/ou fossa;

V - Ser dotado de extravasor que possibilite o deságue dos excedentes hídricos.

Art. 6º Os Reservatórios de Retardo deverão atender às seguintes condições:

I - Ser resistente a esforços mecânicos;

II - Permitir fácil acesso para manutenção, inspeção e limpeza, com dimensões que permitam a inscrição de um círculo com diâmetro mínimo de 0,60m;

IV - Ser dotado de extravasor;

V - Ser dotado de orifício de descarga;

Parágrafo único. Nos reservatórios de que trata o caput, a descarga da água poderá ser feita por infiltração no solo ou despejada por gravidade ou através de bombeamento na rede de drenagem pública, desde que seja mantida as condições de controle da vazão do volume calculado/hora.

Art. 7º Para as obras sujeitas a licenciamento ambiental, o proprietário do imóvel ou empreendedor deverá apresentar, além das plantas de locação, de coberta e pisos, o projeto do Reservatório de Acúmulo e/ou de Retardo em plantas e cortes, indicando a sua localização no terreno, o detalhamento geométrico, o cálculo do volume e, ainda, no caso de Reservatório de Retardo, apresentar, também, o dimensionamento do orifício de descarga.

Art. 8º Os projetos dos reservatórios, para empreendimentos classificados como Empreendimento de Impacto, deverão ser também submetidos à análise da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana - EMLURB, que, caso os considere

tecnicamente viáveis, emitirá a carta de anuência, bem como contribuirá na vistoria realizada pelo órgão municipal competente no momento do "habite-se" para verificar sua correta execução.

Art. 9º Fica sob responsabilidade do proprietário do imóvel a manutenção e limpeza periódica do Reservatório de Acumulação ou Retardo, que deverão atender as normas sanitárias vigentes.

Art. 10. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Recife, 12 de janeiro de 2015

GERALDO JULIO DE MELLO FILHO

Prefeito do Recife

Projeto de Lei nº 67/2014 de autoria do Chefe do Poder Executivo