



KENEDY IACOVANTUANO ALVES

**O ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
TELHADO VERDE**

Jacareí- SP

2020

KENEDY IACOVANTUANO ALVES

**O ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
TELHADO VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Anhanguera Educacional,
como pré-requisito para a obtenção do
título de Engenheiro Civil.

Orientador: Vitor Tanno

Jacareí- SP

2020

KENEDY IACOVANTUANO ALVES

**O ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
TELHADO VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Anhanguera Educacional, como pré-requisito
para a obtenção do título de Engenheiro. Civil.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Me. Érique de Souza Siqueira

Profº Me. Eduardo Gouveia Martins Romão

Profº Me. Heitor Angelo Moraes Junior

Jacareí, 09 de dezembro de 2020

Dedico este trabalho a Deus primeiramente que com sua infinita sabedoria foi meu guia nessa jornada, à minha família que me apoia e me entendeu na execução deste trabalho, acreditando em mim desde o começo.

ALVES, Kenedy Iacovantuano. Estudo de Viabilidade de Implantação de Telhado Verde. 26 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil – Anhanguera Educacional, Jacareí/SP, 2020.

RESUMO

A construção civil tem causado diversos impactos ambientais nos últimos anos, e muito se tem falado sobre a necessidade de introduzir metodologias sustentáveis, afim de mitigar tais impactos, surgindo assim a introdução de sistemas denominados telhado verde. O qual consiste na implantação de uma vegetação sobre as coberturas das edificações, atendendo sempre as normas de impermeabilização, drenagem e segurança estrutural. Sendo assim este trabalho consiste no estudo da viabilidade de implantação de telhado verde em projetos de construção civil, apresentando diferentes tipos de telhado verde, os benefícios que o mesmo gera para a edificação e para o meio ambiente como um todo, abordando a importância da sustentabilidade no uso de projetos de construção civil.

Palavras-Chave: Sustentabilidade, Telhado Verde, Construção Civil.

ALVES, Kenedy Iacovantuano. Feasibility Study for Green Roof Implantation. 26 sheets. Course Conclusion Paper, Graduation in Civil Engineering - Anhanguera Educacional, Jacareí / SP, 2020.

ABSTRACT

Civil construction has caused several environmental impacts in recent years, and much has been said about the need to introduce sustainable methodologies, in order to mitigate such impacts, thus resulting in the introduction of systems called green roof. Which consists of the implantation of a vegetation on the roofs of the buildings, always meeting the standards of waterproofing, drainage and structural safety. Therefore, this work consists of studying the feasibility of implementing a green roof in civil construction projects, presenting different types of green roof, the benefits that it generates for the building and for the environment as a whole, addressing the importance of sustainability in the use of civil construction projects.

Keywords: Keywords: Sustainability, Green Roof, Civil Construction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2 SUSTENTABILIDADE E OS TELHADOS VERDES	8
3 MELHORIAS COM A UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES	14
4 A VIABILIDADE DE TELHADOS VERDES PARA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
5 CONCLUSÃO	24
RERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

O tema desenvolvimento sustentável é de crescente interesse para pesquisadores e acadêmicos, visto que frente as diversas mudanças e alterações climáticas no meio ambiente, que resultam em um estado de emergência para todo o planeta, a implantação de telhados verdes visa contribuir para a sustentabilidade, podendo assim ser uma ação benéfica para esta e as futuras gerações.

Saber a viabilidade e quais os impactos positivos que o telhado verde em obras de engenharia civil irá proporcionar para o meio ambiente e também para o interessado, em questões de menor custo e também melhor qualidade em aspectos físicos da habitação, como por exemplo a contribuição com o resfriamento da temperatura e coleta de água da chuva. Por isso qual a importância de obter informações sobre a viabilidade da aplicação de “telhados verdes”?

Por fim este trabalho tem como objetivo principal descrever a importância da inserção dos telhados verdes e uso de materiais sustentáveis na engenharia civil. Além disso visa analisar a literatura sobre a historicidade dos tipos de telhados sustentáveis; apresentar os comparativos das melhorias com a inserção do telhado verde e evidenciar a viabilidade das melhorias que a utilização dos telhados verdes proporcionam para uma obra de construção civil.

Foi realizada uma vasta pesquisa bibliográfica, cujos principais autores consultados relacionados ao tema, foram Machado (2006), Macedo (2004) e Souza (2000) além da utilização de periódicos com acesso disponibilizado em bancos de dados como scielo e lilacs, publicados a partir de 2000, em língua portuguesa e documentos jurídicos que permitiram esclarecimento do tema. Com a pesquisa, pode-se proporcionar conteúdo de estudo para agregar conhecimento a possíveis docentes que trabalharão com a temática.

2 SUSTENTABILIDADE E OS TELHADOS VERDES

A fim de submeter as incorporações aos limites relacionados à capacidade suporte do meio e do desenvolvimento sustentável, os Estados em seus poderes, remetem algumas situações de construção e edificação à avaliação prévia da viabilidade ambiental, visando tomar conhecimento das ações propostas em determinada área. Atualmente muito se fala de construção civil sustentável, visto que são muitos os impactos ambientais negativos relacionados ao meio ambiente.

Desta maneira é possível determinar e identificar quais serão os impactos ambientais que tal construção vai proporcionar ao meio, e como este está apto a receber estas alterações, e ainda quais serão as práticas adotadas que mitigarão a mudança ao meio ambiente (MACHADO, 2006).

Conforme a Constituição Federal do Brasil, de 1988, que define em seu artigo nº 225, que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito que todo cidadão possui e deve usufruir. Reforça também no mesmo artigo que a natureza é um bem comum do povo, e que para a continuidade e sustentação da vida humana, o Poder Público tem a responsabilidade de defender, proteger e prever danos, para as presentes e futuras gerações. Os incisos IV e V do § 1º, dizem sobre o princípio da precaução:

§1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder Público: (...)
IV – Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; V – Controlar a produção a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. (BRASIL, 1988)

Afim de atender tal legislação dentre outras, o uso de materiais sustentáveis para empreendimentos, é uma ação que submete o projeto à um avanço ambiental, desde sua concepção, até a efetiva operação, tendo posteriormente o monitoramento deste uso, visto que já possui muito adeptos.

A preservação do meio ambiente começa a ser uma ideia das grandes empresas, visto que entendem e visualizam a necessidade de garantir seus lucros futuros, através da utilização de recursos naturais em sua produção, assim atualmente há uma saída da inercia das organizações, que passam a investir em tecnologias novas, afim de reduzir o nível e destruição ambiental. Vale ressaltar que a cobrança e

a motivação para o cumprimento do direito ambiental, tem sido de responsabilidade do estado, mas que ainda é precária, mas é possível afirmar que uma parte da sociedade (consumidor) já vê uma empresa que possui responsabilidade ambiental com vantagens perante outra que não exerce tal emprego (MACHADO, 2006).

A utilização de telhados verdes contribui para a preservação dos recursos de uso comum. Quando se fala de bem de uso comum do povo, não se remete a ideia de bem público de uso comum daquela clássica divisão de bens públicos oferecidas pelo Código Civil Brasileiro onde se tem o bem de uso comum, bem de uso especial e bem dominical. Este bem público está diretamente ligado ao princípio da precaução, visto que é abstrato, porém pode ser utilizado por todos e por ninguém ao mesmo tempo. Por exemplo, existem propriedades privadas que possuem restrições ambientais, limitações administrativas, que determinam o uso da terra da propriedade, que não pode ser utilizada para nenhum outro fim, a não para preservação, sendo assim, todos se beneficiam, mas não podem utilizar diretamente (SOUZA, 2000).

Diante ao exposto, é evidente que a Engenharia Civil está totalmente relacionada às questões de viabilidade ambiental, visto que é um instrumento de tomada de decisão, que fundamenta a aplicação de outros instrumentos, como por exemplo a liberação de aprovação de projetos, avaliação de impacto ambiental, parâmetros de qualidade ambiente, ações de mitigações e requisitos legais.

A utilização de um material ecologicamente sustentável, e que agride menos o meio ambiente, conforme instituído no País firmando em acordos internacionais, se desenvolve a partir de três etapas, cada qual com a sua finalidade específica, conforme dispõe a Resolução CONAMA 237/97 em seu artigo 8º. (CETESB, 2003).

Por fim a viabilidade ambiental em projetos de construção civil é entendido como uma ação fundamental exercida sobre o meio, e que expressa uma adequabilidade das atividades antrópicas que serão exercidas futuramente em uma determinada área, para que as edificações e construções possam atender as exigências técnicas ambientais expostas em legislação (SOUZA, 2000).

Qualquer tipo de construção civil gera impactos para o meio em que está sendo instalada. É evidente que tais impactos não são só negativos, visto que a geração de casas residências, loteamentos ou condomínios comerciais, residências, mistos ou até industriais estão trazendo algum benefício para a sociedade, como moradia, emprego, infraestrutura, contribuindo com o aumento de arrecadação do município e estado em

que estão inseridos, o que tende a ser revertido em saúde, educação, lazer e outros, através dos impostos (MACEDO, 2004).

As construções além de utilizarem muitos recursos naturais, como a areia, água, aço, minérios entre outros, o setor de construção civil também é o maior gerador de resíduos. Em praticamente todas os municípios e capitais do país, existem uma obrigatoriedade do interessado em apresentar junto ao órgão fiscalizador municipal competente um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, onde deve especificar a quantidade de resíduos que serão gerados em obra, e estabelecer para onde os mesmos serão destinados. Por isso é importante estudos e aplicações de construções inteligentes como telhados verdes (MACEDO, 2004).

O uso de telhados verdes em construção civil vem ganhando vários adeptos, visto que atualmente existem grandes impactos ambientais causados pela construção civil nos últimos tempos, são significativos. Sendo assim, o uso de novas tecnologias sustentáveis, como o telhado verde permite diminuir a geração e descarte de resíduos.

Além disso, sua utilização proporciona diversos fatores benéficos para a construção como a sua eficiência na diminuição dos efeitos da radiação solar, conforto térmico e economia de energia, visto que podem atuar como um local de captação de energia solar, ou seja, funciona como um jardim suspenso, podendo captar água da chuva e também dependendo dos tipos de arbustos e plantas que forem cultivadas, pode atuar como tratamento prévio dos efluentes sanitários produzidos na edificação, contribuindo para reduzir a chance de enchentes em centros urbanos.

Para Heneine (2018) a definição de telhados verdes, pode ser o conceito do uso de solo e de vegetação nos telhados de edifícios. A vegetação pode variar de suculentas e ervas, como até mesmo gramíneas, em alguns casos até arbustos medianos. O autor enfatiza que a partir dos anos 60 os telhados verdes, começaram a ganhar um pouco mais de força e de importância na Alemanha, em uma época onde vários livros e artigos sobre o assunto também começaram a ser escritos com o intuito de uma melhora nos centros urbanos, tanto para qualidade do ar como na questão visual.

Segundo a Associação Internacional de Telhados Verdes- IGRA (2011), os telhados verdes podem ter três tipos:

- **Extensivo:** tem uma configuração de jardim com uma pequena vegetação rasteira, altura da estrutura, que é de 6 cm a 20 cm, a carga varia de 60 kg/ m² a 150 kg/m² de vegetação.

Figura 1 – Exemplo de telhado verde extensivo, com uso de gramíneas.



Fonte: Saraiva (2018)

- **Intensivo:** é de tamanho médio e grandes plantas na estrutura entre 15 cm e 40 cm e a carga varia de 180 kg/ m² a 500 kg/ m², como está representado na figura 2 a seguir.

Figura 2 – Exemplo de telhado verde intensivo, com uso de plantas e arbustos.



Fonte: Screnski (2015)

• **Semi-intensivo:** o tipo intermediário tem uma vegetação média plantada de 12 cm a 25 cm e a carga varia de 120 kg/ m² a 200 kg/m². Em muitos casos são usados como terraços decorativos, como cultivo de hortaliças em prédios onde o uso é comunitário. Um exemplo deste uso é a figura 3, que é uma horta instalada na laja de um condomínio vertical, utilizada pelos moradores.

Figura 3 – Exemplo de telhado verde semi-intensivo, como uso de horta.



Fonte: Screnski (2015)

3 MELHORIAS COM A UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES

Para Tomaz (2005), são diversas as melhorias que um telhado verde pode apresentar para a sociedade, para o edifício em que será instalado e para o meio ambiente. Independente se será aplicado em edifícios residenciais ou comerciais, casas, supermercados e/ou indústrias, sempre será benéfico. Sua aplicabilidade é aconselhável que para não se esperar erros futuros, os telhados sejam instalados sob uma laje de inclinação aproximadamente com 05°, isso para que a água quando atingir o mesmo, possa escoar através do telhado.

Alberto (2012), aponta as principais vantagens que o sistema de telhado verde em edifícios pode apresentar:

- Local próprio para agricultura urbana: um local apropriado para ser uma horta comunitária e para a produção de alimentos nos telhados, o que economiza combustível e transporte de alimentos.
- Proteção contra inundações: a chuva é armazenada pelas plantas e evapora, reduzindo assim a quantidade total de água pluvial que iria para as captações públicas, consecutivamente menos água atingindo os rios e o solo.
- Eficiência energética: estes telhados também reduzem os custos com a energia, afinal por melhorarem o conforto térmico, reduzem a utilização de fontes de refrigeração de ambiente, como ventiladores e ar condicionados.
- Redução da ilha de calor: consecutivamente por apresentarem vegetação que no processo de respiração tendem a evaporar água, isso diminui o efeito de ilhas de calor nos centros urbanos, contribuindo com a diminuição da temperatura.
- Estética Urbana: visivelmente, os telhados verdes ganham destaques, por remeterem a lembrança de natureza e ambientes que trazem paz, sendo também benéfica esta sensação para a saúde humana.
- Filtragem de Água: estes telhados podem ser utilizados para plantio (como já mencionado), entretanto também neste processo podem ser utilizados filtros de partículas mecânicas, com reguladores de pH e outros tipos de filtros, para que a água possa posteriormente ser utilizada para outros fins.
- Qualidade do ar: como os telhados verdes possuem como forma essencial o cultivo de vegetação, estas por sua vez são responsáveis por absorver grandes

quantidades de poeira e detritos na superfície de suas folhas, trabalhando como um filtro e também na geração de oxigênio, o que contribui para a saúde.

- Aumento da área útil: estes telhados podem aumentar a área penetrável das cidades em cerca de 75%, e desempenhar um papel novo de centros urbanos com áreas permeáveis.

- Valorização de imóveis: os jardins são cada vez mais valorizados nas cidades, pois contribuem significativamente nas avaliações imobiliárias, sendo um diferencial, que encarece o imóvel.

- Conforto acústico: os telhados contribuem também com o isolamento acústico, visto que os substratos das plantas conseguem impedir a transmissão de decibéis. Um exemplo prático é que um telhado verde com substrato de 12 cm pode chegar a reduzir uma transmissão de som para 40 dB.

- Conscientização da marca: atualmente e fala bastante sobre sustentabilidade e consumo consciente, assim os consumidores já iniciam o processo de consumir produtos e serviços que ajudem nas questões ambientais, um telhado verde é uma ótima divulgação de ser adepto ao meio ambiente.

Para Costa (2012), as desvantagens são poucos, porém existentes. A instalação do telhado verde possui um sistema de construção específico e de mais custo, além de seus custos de manutenção, dependendo do tipo de telhado escolhido, é em mais vezes do que de um telhado convencional. Além disso a infiltração depende de uma impermeabilização eficaz, caso contrário, serão maiores os problemas futuros.

Ainda para o autor, os sistemas de escoamento são mais completos, por se tratar de condições novas, e os resultados tendem a ser de reparos que carecem de investimentos maiores. Alguns tipos de telhados verdes exigem estruturas mais resistentes para suportar o peso adicional da construção do telhado verde

Outras vantagens que podem ser definitivas para a opção de escolha do telhado verde, estão relacionadas significativamente ao resfriamento que o mesmo ocasiona no prédio, reduzindo assim o consumo de energia elétrica com aparelhos de resfriamento, visto que o telhado de fibrocimento gera maior aquecimento das instalações e consecutivamente maior consumo de energia elétrica.

Fazendo uma razão entre a potência calculada sem telhado verde e a potência com ele, percebe-se em muitos casos que a energia utilizada para manter uma sala a 21°C, utilizando telhado verde, corresponderia a apenas 51,6%, aproximadamente, de

energia utilizada sem ele. Isso permite afirmar que sua utilização leva a redução de 48,4% no consumo de energia elétrica.

O uso do telhado verde é considerável em questões ambientais, mas principalmente na redução dos custos com o consumo de energia, uma redução em valores mensais, significativamente.

Newton (2014), diz que os telhados verdes intensivos que são aqueles com solos profundos, sistema de irrigação e condições favoráveis de crescimento das plantas, tendem a fornecer um grande atrativo visual, como uma reserva de elementos da biodiversidade local, além de ótimas propriedades de insolação. Porém, ressalta a importância da manutenção e seus custos, além do custo inicial específico, através do planejamento do sistema de drenagem e irrigação.

Geralmente, os telhados verdes se caracterizam por possuírem solos rasos, baixa manutenção e pouca irrigação, fornecendo ótimas vantagens, como baixo peso estrutural, pouca manutenção e custo relativamente barato. Por outro lado, possuem escolha limitada das espécies a serem plantadas e pequeno acesso para opções de recreação.

Para Palla (2010), as principais vantagens não estão para os edifícios em si que possuem e são adeptos dos telhados verdes, mas sim para a região. Estes podem funcionar como “áreas de pousios” para insetos, pássaros e pequenos outros animais, que podem descansar, se abrigar e até mesmo se reproduzir. O autor ainda destaca os telhados verdes denominando-os como “corredor ecológico”, podendo servir como um ótimo melhoramento para o ecossistema local.

De acordo com Newton (2014), a vantagem principal deste tipo de telhado está ligada com a questão de escoamento do telhado, visto que o telhado verde apresenta uma retenção melhor das águas do que o telhado convencional, chegando menos água nas galerias pluviais, além de menos lixo também. Isso permite uma redução significativa nas inundações dos centros urbanos, ainda salienta que seria uma solução agradável e recomendável para as grandes cidades que sofrem com este problema urbano.

Seguindo o mesmo raciocínio Costa (2012) afirmam que o telhado verde serve como uma minimização dos riscos de inundações, buscando sempre assemelhar as características das bacias hidrográficas urbanas as das bacias naturais, pois com a modificação do solo e do ambiente, com a impermeabilização da maior parte do solo, as inundações sempre irão acontecer quando o período de chuvas for intenso.

Cruz (2011), afirma que as vantagens de um telhado verde podem ser objetivas para o que o empreendedor/interessado necessita com sua elaboração, tudo isso deve ser feito através de um levantamento e planejamento das ideias, com uma equipe interdisciplinar e com geração de um protótipo do telhado que se deseja. Sendo assim será possível medir as várias vazões de água lançadas, simulando as intensidades de chuvas, e assim concluir se para aquele tipo de construção os resultados serão satisfatórios. Para isso é preciso um estudo prévio da região onde será instalado, bem como a intensidade das chuvas, a localização do telhado perante o sol e a direção dos ventos, a bacia hidrográfica em que está inserida a cidade e conhecer o sistema de captação de águas pluviais.

Assim vários autores e estudos realizados apontam que os tipos de telhados verdes devem quantificar os efeitos de retenção de água da chuva, além de apresentarem um visual mais apreciável do que um telhado convencional, podem ser úteis para cultivos de hortas comunitárias, possuir um verde extensivo sem vegetação e um verde extensivo com vegetação, e o percentual médio de melhora em todo o ecossistema é significativo, chegando a melhorar muito a qualidade do ar (SILVA, 2003).

Além do ganho em termos climáticos, o telhado verde pode contribuir para a redução de poluentes dispersos na atmosfera. Como centros urbanos são produtores de poluentes e visto que a poluição pode ser considerada um problema deste século, e está relacionada à qualidade de vida das aglomerações humanas, que degrada o meio ambiente provocando uma deterioração dessa qualidade do ar, vale salientar que são necessárias condições ambientais para a sobrevivência humana, tanto no sentido biológico quando no social, a introdução de telhados verdes pode ser uma conquista essencial.

Nas cidades com grandes aglomerações centrais, e alvo de centros urbanos que detêm de muitas frotas veiculares, os impactos a saúde humana e no meio ambiente são grandes e inevitáveis, e provocados pela poluição do ar principalmente através de veículos automotores. Estes veículos são os precursores das emissões de gases como hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono bem como de material particulado, que juntos tornam o ambiente impróprio e pioram as condições do ar, visto que o mesmo é utilizado pela sociedade para sobrevivência humana.

Por fim a urbanização desenfreada, a construção de edifícios e a impermeabilização do solo são alguns principais fatores responsáveis pela poluição da atmosfera e sonora, visto que criam ilhas de calor que ocasionam o aumento da temperatura e consecutivamente crescem a concentração de poluentes. Fatores estes que são também considerados barreiras para as correntes de ar. Contribuem para o aumento da propagação dos ruídos, por atrair aglomerados de frotas e população, descontrolam o ecossistema influenciando no ciclo da água, importante precursor na redução das concentrações dos poluentes, e o investimento em telhados verdes tendem a mitigar estes impactos.

Além disso, tende a proteger a cobertura contra a ação dos raios ultravioletas, extremos de temperatura, efeitos do vento no telhado e a ação da água, tornando assim a vida útil do telhado de uma edificação aumentada e com demandas menores de utilização de outros materiais, como telhas de fibrocimento e de cerâmica.

4 A VIABILIDADE DE TELHADOS VERDES PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para a construção civil no Brasil, ainda é novo o uso de telhado verde, e essa ideia é pouco difundida em meio as edificações. Entretanto, grandes centros urbanos e famosos como Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul já possuem incorporado em alguns edifícios o uso desta prática.

Um exemplo também, é telhado instalado novo campus da Universidade Unisinos na cidade de Porto Alegre/RS, onde foi realizado um projeto para sistemas de telhados verdes laminar e alveolar. O tipo de vegetação utilizada neste sistema, foi o boldo, devido sua resistência e na adaptação ao clima quente da região, além disso no projeto da construção já foi incorporado o sistema de telhado verde e denominado ecotelhado. Foi aplicado em 2776 m² da edificação e conforme resultado demonstrado, a melhoria mais importante para os utilizadores foi o conforto térmico e a redução das ilhas de calor. Além disso o sistema consta com a captação de água da chuva e posterior tratamento, utilizado no abastecimento de sanitários do edifício (RIGUI, 2016).

Outro exemplo ainda de telhado verde utilizado na construção civil é o que foi instalado no prédio do MEC desde 1992, na cidade de São Paulo, e é famoso por suas características físicas, como beleza e sustentabilidade ambiental. O prédio foi construído e projeto por Roberto Burle Marx em 1936, e depois em 1988 passou a ser do Banco Safra de São Paulo, e só em 1992 com sua reforma, a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfourri projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo (TOMAZ, 2015).

Figura 4 – Cobertura do jornal Zero Hora em Porto Alegre/RS



Fonte: Righi (2016)

A figura 04 acima mostra a cobertura do jornal Zero Hora em Porto Alegre/RS, em março de 2009. Apresentando uma área de cultivo de 1.550 m² e que foi projetada e após executada em 32 horas, e juntou mais de doze especialistas para seu planejamento. A cobertura consta com um total de 6.500 módulos, sendo 1674 m² (mais do que sua área de cultivo) de membrana antiradicular, que é a área de permeabilidade seletiva, ou seja, o espaço que a água irá infiltrar. Além de 1.550 placas alveolares, estes são responsáveis por diminuir o peso em cima do edifício e 1.000 módulos de massa modulares e 12.500 litros de substrato leve. O resultado fora a suavização da temperatura interna, a redução do consumo de energia elétrica, o telhado também se tornou uma área de lazer e apresenta cúpulas transparentes que permitem a utilização da iluminação natural. (RIGHI, 2016).

Ainda para construção civil outra utilização que os telhados verdes podem apresentar é a ventilação através do sistema de cata-vento. Em Santa Cruz/RJ na zona oeste do município, foi inaugurada uma escola ecológica rural, em 2001, onde foi projetado um sistema de cata-vento, assumindo a temperatura interna caindo cerca de 06°C, o que ajuda muito nas condições de refrigeração da escola.

Em termos de demonstração em construção civil, muitos estudos foram estabelecidos, afim de estimar a vazão de escoamento superficial nestes tipos de telhados. Um loteamento que possui todos os seus lotes ocupados, obedecendo a taxa de ocupação máxima permitida por um município, - tendo como direcionamento o município de Jacareí – sendo este cerca de 70%, todos os telhados sendo convencionais e os 30% que devem ser deixados de área permeável, são divididos em 18% para jardins e 12% para passeios em pedregulho, sendo os telhados verdes considerados dentro destes 18%, podendo assim o interessado aumentar a utilização da construção de casas, utilizando desta área destinada a permeabilidade.

Entretanto, ainda é importante considerar que a implantação de telhados verdes em construções civis deve levar em conta as possíveis patologias, atribuindo os efeitos de uma ocorrência (umidade, trincas, etc.), no edifício e principalmente relacionado aos serviços executáveis de drenagem, o que efetivamente gera uma manifestação patológica.

a) Patologia: a patologia é uma ciência que estuda e procura explicar os mecanismos de degradação, anomalias ou problemas, de uma construção. Estes mecanismos podem ser ocasionados na concepção do projeto (ausência de detalhes), durante a execução da obra (má execução, material inadequado, etc.) ou mesmo ao longo da sua vida útil (ausência de manutenções preventivas) (SILVA, 2003).

Sucintamente, a patologia é a causa/motivo de uma determinada ocorrência.

b) Manifestação patológica: Manifestação patológica, segundo Silva, é a expressão resultante de um mecanismo de degradação (eflorescências, fissuras, etc.). Sucintamente, a manifestação patológica é o efeito de uma determinada ocorrência.

É importante destacar que nos sistemas de telhados verdes, com relação a execução de obras de construção civil, caso o projeto executivo não for extremamente eficaz, levando em consideração o local e suas características originais, poderão ocasionar problemas futuros, principalmente com relação a impermeabilização e infiltração através da umidade.

Um estudo europeu, realizado na década de 70, sobre a origem das patologias mais comuns, declara que a maioria acontece em projetos civis por conta de: falha de projeto, falha de execução, má qualidade dos materiais, má utilização pelo usuário, outros, em ordem decrescente.

De acordo com Filho (2000) muitos dos problemas dos sistemas de drenagem, quando estes são superficiais estão submetidas as infiltrações nas áreas que recebem muita ação da água, motivando a saturação, ocasionando a erosão e consecutivamente os escorregamentos, deslizamentos e movimentações de solos, mesmo que em baixas proporções.

Existem diversos tipos de materiais e sistemas de drenagem utilizados atualmente, e estes estão totalmente relacionados ao sistema de impermeabilização, entretanto se faz necessário uma avaliação prévia das condições ao entorno (local de aplicação, solicitação aplicada, inclinação do telhado e etc.), para eficácia do emprego do material adequado para cada caso (VERÇOZA, 2007).

Conforme a NBR 9575 de 2010, escolher o tipo adequado de drenagem a ser utilizado, deve respeitar e seguir os parâmetros determinado na solicitação imposto pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade, ocorrendo de quatro formas diferentes devendo sempre levar em consideração a inclinação do talude e sua drenagem, sendo:

- Imposta pela água de percolação;
- Imposta pela água de condensação;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Ainda completando o que está disposto na NBR 9575:2013, pode-se afirmar que além desta solicitação imposta pelo fluido, deve-se considerar também outros fatores relacionados a edificação, bem como: exposição ao sol, a cargas de tensão, movimentação da base e extensão da aplicação, que devem ser observados para escolha adequada do tipo de material impermeabilizante, ou seja, para cada caso um e/ou mais tipos diferentes, devendo ser estabelecido conforme estudo e fatores supracitados (SILVA, 2003). Sistemas impermeabilizantes podem ser classificados conforme a composição do material que o compõe, podendo ser: argamassas, cristalizantes, asfálticos e poliméricos.

A Lei nº 01-0622/2008 do estado de São Paulo, salienta, como forma de incentivar a construção do telhado verde, a concessão de isenção parcial de impostos predial e territorial urbano – IPTU (SÃO PAULO, 2008). Sendo assim visa garantir nos imóveis, Área Livre de qualquer intervenção, permeável, passível de arborização e dá outras providências.

Ainda no Art. 7º desta Lei supracitada, constitui medidas alternativas para Área Livre que não puder ser mantida no lote, sendo terraços e coberturas vegetadas - manutenção de área descoberta, em estrutura permanente e fixa, totalmente vegetada com uma camada de substrato (terra). A área de terraço ou cobertura vegetada deverá ser de, no mínimo, o dobro da Área Livre não atendida no terreno.

Além da importância de leis referentes aos telhados verdes é relevante também as considerações que as cidades fazem quanto a vazão de escoamento gerada nos empreendimentos. Existem municípios que ainda não tem esse tipo de controle, porém a tendência de desenvolvimento é seguir o exemplo de 50 cidades mais desenvolvidas nesse aspecto, como por exemplo, Porto Alegre que no Decreto Municipal Nº 15.371 de 17 de novembro de 2006, em seu Art. 1º impõem que toda ocupação que resulte em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima de saída para a rede pública de drenagem igual a 20,8 L/(s.ha).

5 CONCLUSÃO

Este estudo procurou abranger diversos aspectos, considerando as características regionais e as problemáticas locais, visando encontrar soluções que proporcionem à melhoria da qualidade de vida da população, interligada a questão ambiental pela utilização de telhados verdes. Considerando a crescente demanda de construção civil, e grandes agrupamentos urbanos, e a necessidade de se introduzir tecnologias mais sustentáveis na construção civil.

Sendo assim foi possível concluir que conforme as legislações consultadas atestam-se a viabilidade da utilização de telhados verdes em edificações, desde que sejam respeitadas as normas de impermeabilização, drenagem e segurança estrutural, e que seus resultados são significativos e positivos, principalmente se estão instalados em centros urbanos, onde a maior parte do solo é impermeabilizado por obras de construção civil, ajudando assim na diminuição da temperatura, na retenção de material particulado poluir, além de ser produtor de oxigênio.

Deste modo também pode-se afirmar que para a edificação em si, o telhado verde, permite uma diminuição da temperatura interna, consecutivamente redução dos gastos com energia e sistemas de refrigeração, pode servir como um local de lazer, cultivo de hortas domésticas ou jardins.

Conclui-se que este estudo proposto atingiu os objetivos, visto que possibilitou conceituar o que são telhados verdes e sua aplicação na sustentabilidade na construção civil, entender os impactos positivos dentro da construção civil de um modo geral para o meio ambiente, e para as edificações que sejam adeptas deste tipo de uso, além de comprovar que é viável sua implantação principalmente em grandes centros urbanos e polos industriais.

Para pesquisas futuras relacionadas ao tema, é interessante que os profissionais se aprofundem mais nos tipos que de cada detalhado correlacionando uma adequação para os tipos de construções convencionais que já existem, se atentando sempre nas normas e legislações vigentes

RERÊNCIAS

ALBERTO, P. O. **Relatório Técnico: medição do desempenho térmico de Ecotelhas**. Laboratório de Vapor e Refrigeração. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

CETESB. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de Análise de Riscos**. Norma técnica P4.261. São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2003.

COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C. Telhado Verde: redução e retardo do escoamento superficial. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, edição especial, p. 50-56, 2012.

CRUZ, D. T. **Instalação e Avaliação de Um Telhado Verde em Relação à Utilização das Espécies Gazania Rigens e Kalanchoe Blossfeldiana em Santa Maria - RS**. Santa Maria, 2011.

FILHO, Firmino Soares Siqueira. **Tecnologia Impermeabilização e Taludes**. Curso de Especialização em Construção Civil. UFMG, 2000

HENEINE, M. C. A. de S. **Cobertura Verde**. Monografia (Especialização em Tecnologia e produtividade das construções) - escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018

IGRA. **The International Green Roofs Association**. 2011. Disponível em: <www.igra-world.com>. Acesso em: 15 agosto de 2020.

NEWTON, E. M. **Experimento Hidrológico Para Aproveitamento de Águas de Chuva Usando Coberturas Verdes Leves**. São Carlos, 2014. USP/SHS - Processo FAPESP 03/06580-7.

MACEDO, R. K. **Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas**. Rio de Janeiro. ABES: AIDS, 2004.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 6ª edição, São Paulo. Editora Malheiros, 2006

PALLA, P. T. S. C. **Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos**. 116 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RIGHI, P. T. S. *et al.* Telhado Verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-174, jan./mar. 2016.

SILVA, M. A. C. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: O nome da rosa, 2003

SARAIVA, Alessandra. **Estudo do Processo de Impermeabilização de Edifícios Residenciais**. Programa de Conclusão de Curso, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo 2018.

SCRENSKI, Aléxia. Telhado verde. BMPs. Capítulo 10. 25 de dezembro de 2015.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental – fundamentos e prática**. São Carlos. Ed. Riani Costa, 2000.

TOMAZ, C. E. M. **Gestão de Inundações Urbanas**. Ministérios das Cidades - Global Water Partnership - World Bank - Unesco. 269 p. 2015.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção**. 2.ed. Porto Alegre, Sagra, 2007.