

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DA UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Lucas Brandão Oliveira

*Discente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(lucas_brandaooliveira@hotmail.com)*

Matheus Henrique Gonçalves

*Discente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(matheusgoncalves.eng@gmail.com)*

João Silveira Belém Júnior

*Docente Mestre Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(jjbelem@yahoo.com.br)*

RESUMO

O trabalho desenvolvido teve como objetivo, analisar, cientificamente, artigos científicos voltados ao tema telhado verde. Para que isso se tornasse viável, foi utilizada a plataforma Web of Science, onde dados foram coletados, estratificados e a partir disso, foram desenvolvidos resultados embasados nos artigos lidos. A pesquisa foi feita entre o período de 1991 a 2017, com as seguintes palavras-chave: “green roofs”, “building”, “architecture” e “roofs”. De acordo com os artigos, constatou-se que entre 2015 e 2016 houve uma abrupta expansão no que tange às publicações de artigos sobre telhado verde, e com os países Estados Unidos, China e Inglaterra, sendo os que mais publicam sobre este tema, mostrando uma preocupação inicial com a sustentabilidade. Com a maior quantidade de citações, totalizando 393, o artigo “Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services”, publicado em Washington, Estados Unidos da América, em 2007, retrata de forma minuciosa, além dos softwares mais utilizados, os materiais predominantes na construção do telhado verde e conseqüentemente, as vegetações mais adequadas. A analogia entre IDH, PIB e escolaridade é válida e, mesmo que o Brasil seja um dos países com o maior potencial nos aspectos hídricos, minerais e materiais, é perceptível a escassez de pesquisas e incentivos, ainda que haja alguns estudos concluídos e outros em andamento, quando o assunto é sustentabilidade. Os temas com mais abordagens nos artigos foram materiais, técnicas, softwares e vegetação. Pôde-se notar que após uma Conferência em Paris, houve um zelo maior por parte dos países quanto à sustentabilidade, vez que se trata de um conteúdo bastante discutido nos últimos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado verde; Telhado; Construções, Arquitetura.

1 INTRODUÇÃO

Para a realização de um estudo cienciométrico, deve-se pesquisar sites com um acervo de temas referentes ao que se deseja estudar e que contenham referências bibliográficas, com um vasto banco de dados, para que o estudo seja algo aprofundado, e a plataforma mais conhecida, por ser capaz de disponibilizar inúmeros periódicos científicos, é o *Web Of Science*.

A partir de Carvalho (2013), institui-se que um dos paradigmas da arquitetura moderna voltada para o século XX foi os cinco pontos da arquitetura, propostos pelo arquiteto Le Corbusier na década de 20 (vinte), dentre eles o terraço jardim, cujo foco está voltado para o processo de formação e transformação do mesmo, desde sua concepção de caráter formal e funcional, até consolidar-se no âmbito ambiental, no sentido de contemplar um balanço hídrico capaz de contribuir positivamente na drenagem pluvial, contribuindo também para o bem estar, conforto térmico e acústico, além de melhorias na qualidade do ar.

2 CIENCIOMETRIA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CIÊNCIA NO DIA A DIA

Há muito tempo ocorre a convivência entre a humanidade e a ciência, porém houve uma progressiva melhora com o avanço da tecnologia nos últimos anos, contribuindo com novos métodos e estudos para a aplicação da mesma no cotidiano, garantindo então, um alto desempenho para a sociedade.

O conceito cienciométrica surgiu no ano de 1969, na antiga URSS, por Dobrov e Karennoi. O primeiro estudo cienciométrico foi a partir da análise da história da ciência e do progresso tecnológico, segundo Vanti (2002).

Desde os primórdios, a sociedade busca avançar em seu tempo, principalmente se tratando de tecnologia e ciência. Segundo Kirchhof (2012) é imprescindível que compartilhem nossas experiências e pesquisas, com o intuito de incrementar nossos trabalhos. No entanto, não basta a geração de ideias que, a priori, nos pareçam inéditas. A necessidade de firmar nossos objetivos com a realidade posta pelo campo da produção do conhecimento é um aspecto fundamental. Portanto, com as publicações, pressupõe-se que haja o compartilhamento de conhecimentos, ideias, e que o aprofundamento deste acabou se tornando mais visado e necessário.

3 TELHADO VERDE

3.1 HISTÓRIA DO TELHADO VERDE

O surgimento do telhado verde, diferentemente do que se pensa, não é algo recente. Sua primeira aparição foi na Idade Antiga, por volta do século V, mais precisamente

na antiga Babilônia (atual Iraque), Segundo Berardi (2014).

A interferência da vegetação na umidade do ar e em sua temperatura, segundo Yang (2016), é acarretada pela disposição da mesma. Comparando-se com o gramado aberto, a grama protegida pela sombra das árvores estabelece uma perda de calor mais eficiente e a mesclagem de arbustos e grama forma um efeito de resfriamento melhor quando anoitece. Em diversos perímetros urbanos, o desempenho térmico e os elementos da paisagem, são ferramentas importantes as quais necessitam de uma maior atenção por parte dos elaboradores e projetistas dos telhados.

Segundo Perez-Urrestarazu (2015), por causa do desenvolvimento urbano, várias preocupações vieram à tona, sendo elas ambientais e sociais. Graças a tal demanda, conceitos inovadores sobre sustentabilidade foram desenvolvidos com o intuito de mitigar os problemas de forma original.

Na Europa, a utilização do telhado verde já é bastante típica desde a década de 60, com o intuito de sanar o problema do aumento acelerado das construções. A função dos jardins suspensos ficou conhecida como "salvação verde". Em contrapartida, no Brasil, o assunto é bastante recente, de forma que vem sendo aplicado apenas em alguns estados, como: Paraná, Rio Grande do Sul. Porém, já se tem vestígios nos estados do Sudeste e Centro Oeste, e em regiões com o clima predominantemente frio, que favorece a construção e manutenção dos mesmos.

Até o presente momento, não é possível encontrar nenhuma norma técnica brasileira que regule e diplome sobre a construção de telhado verde, mostrando a lentidão no avanço dessa matéria. Contrariando essa lentidão, no Estado de Pernambuco, já se tornou lei que prédios com mais de quatro pavimentos e edificações que possuam área de cobertura com mais de 400 m² tenham telhados verdes. Entretanto, para a construção segura, não existe um método adotado pela ABNT.

3.2 DESEMPENHO DO TELHADO VERDE

O telhado verde, por possuir em suas características a melhoria no escoamento de água pluvial, faz com que, em grandes cidades, a utilização do mesmo ganhasse bastante importância, não apenas para a preservação dos recursos naturais, mas também para a população como um todo.

Galbrun (2017) aponta que, para resguardar as gerações futuras, a discussão para encarar a alteração climática tem sido assunto precedente no que tange questões éticas conjuntamente ao conceito geral de sustentabilidade, visando um futuro habitável. A fim de compreender a insuficiência energética, doenças e mortes pertinentes ao calor, escassez alimentícia, falta d'água, infecções e riscos bacteriológicos virais, episódios naturais extremos, como por exemplo: inundações e precipitações abundantes e devastadoras, são tópicos discutidos severamente e de forma urgente. No intuito de melhorar a qualidade de vida terrestre, todos os estudos referentes à sustentabilidade, têm sido voltados a acontecimentos futuros ligados ao aquecimento global.

Nos últimos anos, os sistemas de telhado verde estão sendo usados para reduzir o escoamento das águas pluviais nas áreas urbanas. Em conformidade com as características da chuva, um típico sistema de telhado verde extensivo suspendeu o

escoamento entre 1 a 23 horas em vários eventos de chuva e interrompeu o escoamento entre 12,8% e 100%. De forma geral, os sistemas de terraços jardim podem permitir uma solução alternativa e sustentável para os telhados impermeáveis nas cidades (EKSI, 2013).

Monteiro (2017) descreve que os telhados verdes foram como soluções técnicas para conter os problemas ambientais recorrentes na cidade, tais como a degradação da vegetação e a administração das águas pluviais.

Para fazer a manutenção dos telhados verdes, não são necessários procedimentos longos e complicados. A maior cautela que se deve ter é no tratamento da vegetação, como em qualquer cuidado de jardim natural. Há os mais elaborados, que obedecem a um projeto de paisagismo e, portanto, necessitam de uma maior frequência em manutenção. De outro modo, é possível fazer a opção por um jardim mais natural, com menor interferência do homem, como ressalta Feijó (2016).

Em épocas de seca, as plantas têm uma maior incidência de morte, haja vista que não possuem reservatórios de água para abastecê-las. Porém, se houver uma irrigação correta, não haverá problemas como o retratado anteriormente.

3.3 VANTAGENS DE APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE

Para Jung (2016) um telhado verde é uma das possíveis alternativas para um gerenciamento sustentável para suavizar os descarregamentos de fontes não-pontuais que desenvolveram, além de aumentar as áreas impermeáveis devido à urbanização.

Para Perez (2012) as principais vantagens são a diminuição do escoamento superficial nas cidades, a melhoria do clima urbano, o apoio à biodiversidade, a consistência da durabilidade dos materiais de cobertura e, especialmente, a economia de energia.

Duas das formas de construção do telhado verde foram citadas por Viggiano (2008), sendo elas: In loco e modular.

O tipo In loco, fundamenta-se na elaboração do mesmo no próprio local de sua aplicação, através de camadas finas as quais possibilitam um desempenho de alta do modelo. Possui camadas de impermeabilização da laje, drenagem e retenção da água ligada com a manta geotêxtil, camada de estabilização das raízes, colmeia com substrato, camada de cobertura com substrato e plantas forrageiras.

O tipo modular, nos quais são instalados componentes em módulos por intermédio de estruturas especiais, gerando a possibilidade de uma criação de um colchão de ar entre as placas de plantio e a laje impermeabilizada. Os módulos poderão ser retirados para manutenção e substituição.

Feijó (2016) salienta que a estrutura montada sobre a laje, devidamente impermeabilizada para receber o telhado verde, possui um reservatório que armazena a água da chuva e que, dependendo do produto, pode fazer uso de um único ou vários recipientes, onde é alocado o piso elevado. É colocada sobre o piso uma camada de argila e a manta geotêxtil, com a finalidade de ser um filtro para que os resíduos não transpassam para baixo, ou seja, para o interior do sistema de reservatório. A terra e a vegetação são introduzidas em seguida. Para que não encharquem as plantas, elas são mantidas acima do nível da água.

4 TELhado VERDE E PUBLICAÇÕES RELACIONADAS

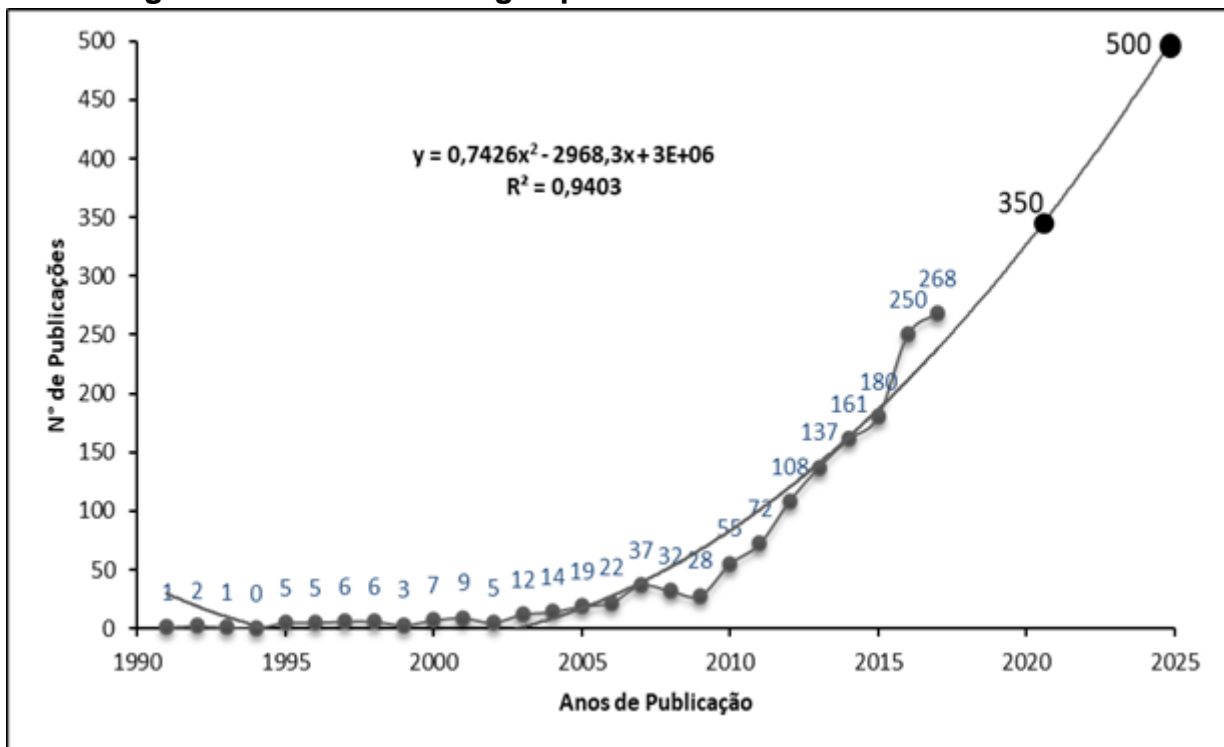
O telhado verde tem uma importância contemporânea mundial muito forte, já que é uma nova forma de construção sustentável, e esse tipo de construção vem sendo muito requisitada nos dias atuais. Por isso, artigos relacionados à telhado verde vêm ganhando muito espaço, com seus estudos, definições e conceitos para auxiliar no avanço desse tema.

Segundo o Web of Science, foram encontrados 1.683 artigos relacionados a telhado verde, sendo os Estados Unidos com o maior número de artigos publicados (408 artigos), seguidos pela China (213 artigos), posteriormente pela Inglaterra (137 artigos), sendo o Brasil o 19º país com mais artigos publicados (25 artigos).

As áreas que mais produzem artigos com esse tema são Ciências Ambientais (467 artigos), depois com a Engenharia Civil (342 artigos), seguido da Engenharia Ambiental (308 artigos), e na 4ª posição vem o Desenvolvimento tecnológico da Construção (297 artigos). Nota-se que a engenharia civil produz bastante artigo nesta área para produzir novos métodos e aprimorar os que já são desenvolvidos nos dias atuais.

Com esse resultado, pode-se associar que o tema ainda não está em seu ápice, haja vista que a quantidade de artigos referentes a ele, juntamente com o pouco desenvolvimento nas áreas, e com a abrangência, qualidade e expressivos resultados, ainda falta ser bastante estudado e desenvolvido.

Figura 1 - Número de artigos publicados com o decorrer dos anos



Fonte: Autores, 2018.

Ainda que o tema sustentabilidade seja bastante discutido nos dias atuais, é perceptível que haja uma certa resistência por parte dos financiadores, divergindo do que

foi pautado na COP21, em Paris, no ano de 2016, onde discutiram temas sobre sustentabilidade e diminuição do aquecimento global.

Durante essa conferência, de acordo com o site da ONU, foram discutidos temas como: limitar o aumento da temperatura global; diminuir o aquecimento global; utilizar adaptações sustentáveis; diminuir a emissão de gases do efeito estufa.

De acordo com Perez-Urrestarazu (2015), a quantidade de artigos publicados na literatura que abrange o tema, telhado verde, teve um aumento expressivo. Foi verificada uma atenção progressiva e análoga pelo público em geral no que diz respeito ao interesse científico.

De acordo com o site Web of Science foram encontrados 125 artigos que se encaixam na categoria “Materiais”. Diante disso foi feita a leitura, onde foi descoberto que se utiliza com maior frequência a perlita, elementos finos como argila e silte e também elementos grosseiros, sendo eles de diversos tamanhos. Alguns substratos típicos são: argila expandida, lava, pedra-pomes, terracota, argila calcinada, ardósia expandida ou tijolo.

As técnicas mais estudadas nos artigos foram Telhados Verdes Intensivos e Extensivos. Para Santos (2009), os telhados verdes extensivos predominam por terem a sua criação ligada à autossustentabilidade quase por completa, ou seja, depende minimamente de uma manutenção, voltada, principalmente, para as irrigações, sejam elas casuais ou não, além de não necessitar tanto de fertilizantes. Em contrapartida, os telhados que requerem uma profundidade maior, por concentrar plantas mais enraizadas e profundas, são denominados de intensivos, por necessitarem de mais manutenções e cuidados com fertilizantes, fazendo com que, assim, tornem-se mais caros.

Essa categoria, com um total de 119 publicações, diz respeito aos artigos referentes à categoria “Vegetação”, que por ventura é utilizada predominantemente o Reflexum, Sedum Album, Sedum Album Murale e Sedum Sexangulare, de acordo com Silva (2011).

A categoria “Software” pode ser considerada como uma das mais importantes por envolver tecnologias diversas que podem facilitar os estudos e melhorar as práticas na construção dos telhados verdes. Foram encontrados 139 artigos relacionados a softwares, de acordo com isso o programa mais aplicado para auxiliar os estudos sobre telhado verde é o ENVI-MET.

De acordo com os artigos lidos, é notável que existe uma junção das categorias separadas. Várias publicações têm foco apenas em um tipo como, por exemplo, vegetação, porém, grande maioria também possui vertentes a fim de enaltecer o estudo, além de comparar tecnologias, sendo assim, agrupando duas ou mais categorias em um mesmo artigo, com um total de 99 publicações.

5 CONCLUSÃO

A busca incessante de uma engenharia sustentável, fez com que o telhado verde se disseminasse ao redor do mundo com uma velocidade abrupta. Em contrapartida, deixando atrasados os países em desenvolvimento, no que tange à essa tecnologia, pois,

conforme apresentado, os países que mais expressam interesse neste conteúdo são aqueles já desenvolvidos e que já visam melhorias sustentáveis.

Feita a análise dos artigos, os materiais com maior índice de utilização foram aqueles que possuem, em relação aos materiais convencionais, um poder de drenagem superior, facilidade em seu manuseio, possíveis compostos entre agregados graúdos e miúdos. Tais materiais são: carvão ativado, perlita, argila expandida, lava, pedra-pomes, terracota, argila calcinada, ardósia expandida e tijolo.

Conforme a leitura das publicações, as técnicas de telhados verde intensivos e extensivos, são as mais utilizadas, pois remetem a métodos diferentes, podendo-se alterar entre vegetações enraizadas e superficiais. A manutenção do telhado extensivo é mais vantajosa, por possuir menos imbróglios, tais como: menor espessura; pouco fertilizante e irrigação limitada.

Com a globalização, os softwares têm sido empregados em muitos estudos, incluindo teto verde. O Envi-MET, no qual é mundialmente aproveitado em diversas áreas, foi o mais pesquisado dentre os artigos envolvidos, abrangendo clima, cidades, vegetação, árvores e construção.

A vegetação, principal motivo de estudo sobre os telhados verdes, possui papel extremamente importante no que tange às publicações relacionadas. Vários tipos de plantas classificadas como *Sedum* e *Reflexum*, sendo elas vegetações rasteiras.

O Brasil demonstrou um déficit em relação aos países como: EUA, China e Inglaterra. Possuindo apenas algumas publicações direcionadas ao assunto. Aparentando assim que ainda faltam incentivos na esfera sustentável, sendo eles, financeiros e sociais. O despreparo e a falta de zelo percebidos com relação à sustentabilidade pode ser objeto de estudos futuros.

Construir telhados verdes é uma forma de sustentabilidade, assunto que é bastante discutido na atualidade. Essa utilização visa mitigar o calor de forma eficiente, melhorando o clima em ambientes quentes e umidificando o ar. É notório o alto interesse de estudo referente à essa temática, principalmente em países desenvolvidos.

Nesta análise, ficaram explícitas não só a diminuição da temperatura, também a reutilização da água das chuvas, além de uma melhora considerável no escoamento das cidades, juntamente com uma área extra de lazer, propiciando um ambiente inovador e agradável para o usuário.

REFERÊNCIAS

BERARDI. **State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs.** Oxford: Oxford, v. 115, n18, p. 411,428, 2014.

CARVALHO. **O telhado verde de le corbusier.** Encruzilhada do sul: CARVALHO, 2013. Disponível em: <<http://historiaearquitetura.blogspot.com.br/2013/10/o-telhado-verde-de-le-corbusier.html>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

EKSI. **A field study to evaluate the runoff quantity and stormwater retention of a typical extensive green roof in bakekoy, istambul.** Istanbul: Technical Univ Wroclaw, v. 39, n. 13, 79-89, 2013.

FEIJÓ, JOÃO MANUEL LINCK. **Telhado verde.** RIO GRANDE DO SUL: AECWEB, 2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/telhados-verdes-uma-floresta-de-vantagens_6079_0_1>. Acesso em: 3 mai. 2018.

GALBRUN. **Energy conservation and renewable technologies for buildings to face the impact of the climate change and minimize the use of cooling.** Oxford: Pergamon-elsevier Science Ltd, v. 154, n. 64, p. 34-100, 2017.

JUNG. **The economic effect of green roofs on non-point pollutant sources management using the replacement cost approaches.** Seoul: Korean Society of Civil Engineers-ksce, v. 20, n. 49, p. 3031-3044, 2016.

KIRCHHOF, Ana Lucia Cardoso; LACERDA, Maria Ribeiro. **Desafios e perspectivas para a publicação de artigos – uma reflexão a partir de autores e editores.** Florianópolis: universidade federal do paraná, v. 1, n. 1, p. 186, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v21n1/a21v21n1.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

MONTEIRO. **Substrate influence on aromatic plant growth in extensive green roofs in a mediterranean climate.** Dordrecht: Springer, v. 20, n. 45, p. 1347-1357, 2017.

PEREZ-URRESTARAZU. **Vertical greening systems and sustainable cities.** Abingdon: Routledge Journals, Taylor & Francis Ltd, v. 22, n. 21, p.65-85, 2015.

SANTOS. **Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial.** Recife: Centro de Tecnologia e Geociências Universidade Federal de Pernambuco, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000100011>. Acesso em: 21 out. 2018.

SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** Belo Horizonte: Ufmg, 2011. Disponível em:<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9AEGBV/telhado_verde__sistema_construtivo_de_maior_efici_ncia_e_menor_impacto__ambiental.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27set. 2018.

VANTI, Nádia. **Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento.** Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0100-19652002000200016>. Acesso em: 23 mar. 2018.

VIGGIANO, M. **Diretrizes de sustentabilidade para edifícios públicos. Brasília: senado federal, 2008.** Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/institucional/programas/senado->

verde/pdf/Cartilhaedificios_publicos_sustentaveis_Visualizar.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2018.

YANG. Diurnal thermal behavior of pavements, vegetation, and water pond in a hot-humid city. Basel: Mdpi Ag, v. 6, 2016.