

ARTIGO

Utilização de tecnologia limpa na construção civil: Revisão sobre utilização de telhados ecológicos

Use of clean technology in civil construction: Review of the use of ecological roofs

Eliezio Nascimento Barboza¹, João Marcos Pereira de Moraes², Ana Millene dos Santos Silva³, Maria Fernanda da Cruz Silva⁴ e Eduarda Moraes da Silva⁵, João Paulo Borges de Queiroz⁶, Agílio Tomaz Marques⁷, Bruno Barbosa de Oliveira⁸ Vicente Saraiva dos Santos Neto⁹ e Felipe Venceslau Silva de Almeida¹⁰

Resumo - A construção civil produz diversos impactos ambientais, sejam benéficos ou adversos, podendo ser cunho socioeconômicos e ambientais. Medidas mitigadoras podem ser aplicadas para amenizar o desequilíbrio ambiental, tornando-se necessário o desenvolvimento de materiais e técnicas para minimizar os impactos ambientais negativos decorrente dessas atividades, destaca-se a utilização do telhado verde, sistema esse essencial na racionalização do consumo de energia, reutilização da água e redução das Ilhas de Calor. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva avaliar a utilização dos telhados verdes na construção civil, descrevendo suas principais vantagens e desvantagens econômicas, sociais e ambientais, a partir de um estudo de revisão de literatura. Os resultados demonstraram que as principais vantagens das coberturas verdes são: amenização da temperatura do ar, controle do escoamento da água da chuva, diminuição de poeira nas habitações e melhorar a qualidade do ar provenientes dos ventos. Já em relação as desvantagens, destaca-se: elevados custos, necessidade de manutenção semestralmente, utilização de uma estrutura própria para instalação do telhado ecológico e exigência de mão de obra qualificada.

Palavras-chave: construção civil, tecnologias limpas, telhados alternativos, amenização climática.

Recebido em 02/06/2020 Aceito para publicação em 16/06/2020.

¹Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: Eliezio1999@outlook.com;

²Pós-graduação em Gerenciamento de Obras Universidade Regional do Cariri. E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com;

³Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: anasantosmillene@gmail.com;

⁴Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: fernandacsilva56@gmail.com;

⁵Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: eduardamoraisengenharia@gmail.com;

⁶Graduando em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jpb-queiroz@hotmail.com;

⁷Bacharel em Direito TJ/PB. E-mail: agiliotomaz@hotmail.com

⁸Mestre em Engenharia Civil e Professor assistente da URCA. E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com;

⁹Graduada em Farmácia pela Faculdade Santa Maria da Paraíba. E-mail: vicentesaraiva23@gmail.com

¹⁰Graduado em Geografia pela CFP-UFCG e M. Sc. em Sistemas Agroindustriais da UFCG felipevenceslau89@gmail.com

Abstract - Civil construction produces several environmental impacts, whether beneficial or adverse, and may be socioeconomic and environmental. Mitigating measures can be applied to alleviate the environmental imbalance, making it necessary to develop materials and techniques to minimize the negative environmental impacts resulting from these activities, the use of the green roof, a system that is essential in the rationalization of energy consumption, reuse of water and reduction of heat islands, stands out. In this sense, the present work aims to evaluate the use of green roofs in civil construction, describing its main economic, social and environmental advantages and disadvantages, from a literature review study. The results showed that the main advantages of green roofs are: softening of air temperature, control of rainwater flow, reduction of dust in homes and improve air quality from winds. In relation to the disadvantages, the main focuses are: high costs, the need for semi-annual maintenance, the use of a structure suitable for the installation of the ecological roof and the requirement of skilled labor.

Keywords: construction, clean technologies, alternative roofs, climate softening.

INTRODUÇÃO

A construção civil sempre foi uma das indústrias mais produtivas do Brasil, carregando consigo muitas vezes a responsabilidade de geração de empregos, o que faz com que a mesma seja então definida como um setor econômico de importância estratégica, levando em consideração o seu tamanho e impacto direto na economia brasileira (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005). Nesse sentido, embora a construção civil coopere para o desenvolvimento econômico do país, é causadora de grandes impactos ambientais, tanto através da exploração de recursos naturais (SOARES, 2017; LÔBO et al., 2020).

Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala (PISANI, 2005). Na busca por amenizar tais impactos, atendendo à definição de desenvolvimento sustentável, o setor da construção civil tem investido em tecnologias sustentáveis que causem o mínimo de impacto ambiental possível (LÔBO et al., 2020). Uma das formas de conseguir amenizá-los é através do uso de materiais que agridam menos o meio ambiente, como por exemplo a utilização de telhados ecológicos ou também conhecido como telhados verdes (BASTOS et al., 2020).

As coberturas verdes são caracterizados como um sistema construtivo constituído por uma cobertura vegetada de gramas ou plantas, instalado em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais, além de camadas de impermeabilização e de drenagem, as quais recebem o solo e a vegetação (CORSINI, 2011). Essa técnica foi utilizada inicialmente diversas regiões, tais como Alemanha, Argentina, Tanzânia e Islândia (REDA; TANZILLO; COSTA, 2012). No Brasil, essa tecnologia foi utilizada inicialmente pelos indígenas através do uso de folhas ou fibras vegetais, com a chegada dos portugueses essa técnica veio a mudar devido os padrões arquitetônicos que eles utilizam em seu país de origem (FILHO, 2005).

Os telhados verdes retêm temporária e parcialmente as águas pluviais, influenciam nas consequências da insolação no microclima e biodiversidade urbanos e diminuem a poluição do ar, amenização da temperatura do ar e diminuição de poeira nas habitações (OLIVEIRA, 2009). Entretanto, podem apresentar algumas desvantagens em relação aos telhados comuns, como: elevados custos, necessidade de manutenção semestralmente, utilização de uma estrutura própria para instalação do telhado ecológico e exigência de mão de obra qualificada (ALBERTO et al., 2012).

Devido à importância da sustentabilidade ambiental no meio urbano e a necessidade de diminuir a geração de impactos ambientais na construção civil, o presente artigo objetiva avaliar a utilização dos telhados verdes na construção civil, descrevendo suas principais vantagens e desvantagens econômicas, sociais e ambientais, a partir de um estudo exploratório e revisão de literatura.

METODOLOGIA

O presente artigo de revisão está fundamentado em trabalhos da base de dados de literatura científica Google Acadêmico e Scielo, utilizando-se as publicações de todos os períodos, tendo as seguintes palavras-chave: “Telhados verdes”, “Tecnologia Limpa” e “Construção Civil”. Os dados foram obtidos por meio de publicações em revistas, Trabalhos de Conclusão de Curso, dissertações de mestrado e tese de doutorado. Para organizar as informações dos trabalhos selecionados da base dados, foi utilizada a leitura flutuante dos títulos e resumos dos trabalhos bem como os resultados apresentados. A Figura 1 apresenta o esquema metodológico para a realização desse estudo.

Figura 1: Esquema metodológico utilizado no presente estudo.



Fonte: Autores, 2020.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Iniciativas sustentáveis na Construção Civil

A construção civil é uma atividade consumidora de recursos e em muitos casos causadora de impactos ambientais, embora procure crescentemente minimizar ou compensar os impactos negativos e valorizar os impactos positivos (CARPENTER; CONGDON, 2002). As propostas sustentáveis no contexto da construção civil não estão apenas relacionadas a diminuição na disposição de resíduos sólidos, como também na elaboração de projetos de racionalização de energia através de tecnologias limpas (MAINIER, 1999).

Logo, torna-se necessário desenvolver medidas mitigadoras de impactos, para isso surgiu as iniciativas sustentáveis, no qual tem como funcionalidade criar tecnologias limpas que busquem a minimização dos impactos ambientais oriundos das atividades que possuem potencial de degradação dos recursos naturais/ambientais (PEARCE, 2006).

Uma alternativa para buscar a sustentabilidade na construção são as tecnologias limpas, definidas como uma produção com utilização de tecnologias que proporcionem o menor consumo de recursos naturais, podendo ser divididas em tecnologias de controle de poluição endof-pipe e tecnologias mais limpas. As primeiras não alteram o sistema produtivo, mas introduzem sistemas tecnológicos adicionais a fim de diminuir o seu impacto sobre o ambiente. As tecnologias limpas não buscam tratar, mas evitar ou reduzir os impactos (JÚNIOR et al., 2011).

Fagundes, Silva e Mello (2014) afirmam que esse sistema sustentável pode possibilitar às empresas a minimização dos problemas ambientais, como também criar oportunidades de negócio. Esse tipo de tecnologia é fundamentado em medidas preventivas por meio da aplicação de estratégias ambientais relacionado aos processos, serviços e

produtos, com a finalidade de minimizar os riscos ao meio-ambiente e melhorar a qualidade de vida (ANDRADE; MARINHO; KIPERSTOK, 2001).

Dentre as alternativas sustentáveis, destaca-se os telhados verdes, que proporcionam características sustentáveis, principalmente na amenização climática das grandes cidades por meio do resfriamento passivo das edificações. Diversos estudos comprovam a eficácia das coberturas verdes na amenização das Ilhas de Calor, esse fenômeno representa as alterações climáticas causadas por modificações e crescimento do espaço urbano, já que essas alterações implicam no aquecimento diurno dos materiais usados na construção civil e sua dissipação durante a noite (SANTOS et al., 2013), elevando a temperatura dos ambientes urbanizados (LOMBARDO, 1985).

As iniciativas sustentáveis na construção são concretizadas a partir das tecnologias limpas, estando relacionado com a utilização de recursos que possam reduzir os impactos das próprias edificações no meio ambiente, por meio do plantio de espécies diversas (IWAI, 2003).

3.2 Coberturas Verdes na construção civil

A cobertura verde é o principal elemento de exposição ao processo que envolve as trocas térmicas entre o interior e o exterior da edificação. Por serem submetidas aos efeitos do clima, com a radiação solar, as perdas de calor à noite e as chuvas, os telhados são influenciados pelas variáveis climáticas mais do que qualquer outro sistema de uma edificação (ARAÚJO, 2002).

Os materiais predominantes nas maiores concentrações urbanas fazem com que estas se tornem mais suscetíveis às consequências das ilhas de calor, que de acordo com Lamberts et al. (1997) é um fenômeno ocasionado pela concentração de fontes de calor nas cidades como: como fluxo de veículos, indústrias e construções, levando a condições climáticas impróprias e perda da qualidade de vida da população.

Bernatzky (2012) afirma que as cidades se tornaram um meio artificial, tendo em vista que às propriedades dos materiais que constituem as superfícies foram modificadas, como: retirada da cobertura vegetal e os diversos tipos de poluições nas cidades. Lombardo (1985) corrobora ao afirmar que as características térmicas dos materiais das construções contribuem com condução mais rápida de calor que o solo exposto e a vegetação natural, fornecendo uma maior diferença de conforto térmico entre essas duas regiões.

Barboza, Silva Alencar e Alencar (2020) demonstraram em seu estudo que a cobertura vegetal contribui de forma significativa na diminuição da temperatura do ar e aumento da umidade, sendo variáveis essenciais no conforto térmico humano, demonstrando que em locais com maior superfície vegetal apresentam as temperaturas mais agradáveis. Logo, a

cobertura verde possui uma característica vantajosa, que é sustentabilidade urbana por meio do aumento das áreas verdes, com a melhoria do conforto térmico (SPANGENBERG, 2004), possuindo o melhor resultado entre todos tipos de cobertura em relação ao quesito isolamento térmico, contribuindo para a redução da temperatura e aumento da umidade, variáveis essas inversamente proporcionais (VECHIA et al., 2006; CRISOSTOMO et al., 2019; BARBOZA; SILVA ALENCAR; ALENCAR, 2020).

De acordo com Piergili (2007), a aplicação do telhado verde necessita de diferentes elementos para obter o melhor aproveitamento possível da eficiência térmica, necessitando de obedecer à ordem e especificação dos materiais utilizados.

O meio urbano é constituído por materiais escuros que absorvem e armazenam o calor do sol, os cânions urbanos absorvem esse calor proveniente do sol e tendem esse calor, aumentando a temperatura do ar e causando desconforto térmico (GARTLAND, 2011). A ainda corrobora afirmando que os telhados comuns contribuem com o desenvolvimento das ilhas de calor, pois esses materiais possuem alto albedo e não conseguem dissipar o calor através da evaporação ou evapotranspiração das plantas. Destaca-se as coberturas verdes se apresentam como opção sustentável de descoberta não muito recente, entretanto, possui uma alta eficiência na amenização climática de uma habitação.

Entretanto, para a instalação de telhados verdes, é necessário tomar cuidado com algumas observações, como exemplo a importância de que a camada de drenagem de água possua aproximadamente 7 cm (KOLB, 2003), além da necessidade de analisar o tipo de estrutura e a resistência da estrutura que será instalada a cobertura verde ;como também a correta impermeabilização; a existência de substrato conforme a vegetação que será plantada, a utilização de uma manta permeável que proteja a estrutura da construção das raízes das plantas, devendo considerar a escolha da vegetação conforme a luz presente e a umidade (SANTOS et al., 2013).

As técnicas para instalação do telhado verde são a técnica intensiva e a extensiva. Na técnica intensiva, o resultado é um telhado mais espesso, possibilitando a utilização de maior diversidade de plantas. Entretanto, ela faz com que a estrutura fique com maior peso e que exija maior número de manutenções, sendo que a espessura mínima da técnica intensiva é 20 centímetros (BOLNER; PANDOLFO, 2019). Os autores ainda definem a técnica extensiva, no qual torna a cobertura seja mais leve e fina, sendo coberta com forração e com uma espessura máxima de oito centímetros.

Outra vantagem do telhado ecológico é acústica, na eficiência da captação hídrica. Os telhados verdes apresentam como estrutura a camada de vegetação, o substrato, a camada geotêxtil, a camada de drenagem, a camada protetora, a impermeabilização e a estrutura do telhado. A camada protetora é destinada à retenção da umidade e dos nutrientes na parte superior da estrutura do telhado, proporcionando proteção física. A estrutura geotêxtil é uma camada que tem a capacidade

filtrante e atua na separação das camadas de vegetais e substrato da camada drenante. A mesma evita que ocorra a transferência de partículas do substrato para dentro da camada drenante, o que pode reduzir o desempenho do telhado verde. A camada de drenagem, por sua vez, evita alagamentos excessivos e danos à vegetação, sendo necessária para a manutenção da vegetação nos períodos de seca (TASSI et al., 2014).

Já o substrato tem como função o armazenamento da água em caráter temporário durante o período de chuvas (TASSI et al., 2014). Uma grande desvantagem é em relação aos custos para implementar essa tecnologia, sendo mais caro que os telhados convencionais. Outra desvantagem é o cuidado necessário para que as águas nos telhados verdes não se acumulem e infiltrações e outras manifestações patológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo foi possível verificar as vantagens e as desvantagens de utilização das coberturas verdes, sendo destacada sua condição de favorecer a amenização climática na edificação, como também na vizinhança, além dessa tecnologia limpa melhorar a qualidade do ar nas áreas vizinhas à construção. Como desvantagens das coberturas verdes, destaca-se: elevado custo de instalação com relação aos telhados convencionais e na sua manutenção, como o elevado peso dessa cobertura, necessitando de estruturas resistentes. Já as principais vantagens são: amenização da temperatura do ar, controle do escoamento da água da chuva, diminuição de poeira nas habitações e melhorar a qualidade do ar provenientes dos ventos.

Espera-se que o presente artigo de revisão de literatura e de caráter exploratório possa corroborar para futuras pesquisas sobre tecnologias limpas, especialmente sobre os telhados verdes e sua influência na amenização do fenômeno Ilhas de Calor Urbano. Recomenda-se para futuros trabalhos uma quantificação das variáveis climatológicas antes e depois da utilização dessa tecnologia em uma edificação, a partir de um estudo de caso.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Eduardo Zarzur et al. Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. **XII Safety**, 2012.

ANDRADE, José Célio Silveira; MARINHO, Márcia Mara de Oliveira; KIPERSTOK, Asher. Uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão. **Bahia Análises & Dados. Salvador**, v. 10, n. 4, p. 326-332, 2001.

- ARAÚJO, Roberto Dantas. **O Ofício da Construção na Cidade Colonial**: Organização Materiais e técnicas. Tese de Doutorado em Estruturas Urbanas. 230 f. FAUSP, 2002.
- BARBOZA, Eliezio Nascimento; DA SILVA ALENCAR, Girlaine Souza; DE ALENCAR, Francisco Hugo Hermógenes. Afforestation improves thermal comfort in urban areas: The case of Juazeiro do Norte, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. 105963691, 2020.
- BASTOS, Camila Ribeiro da Silva et al. Uma análise e proposta de implantação de telhado verde e reaproveitamento de água da chuva para uma residência de luxo na região metropolitana de Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18961-18996, 2020.
- BERNATZKY, Aloys. **Tree ecology and preservation**. Elsevier, 2012.
- BOLNER, S.; PANDOLFO, L. M. **Coberturas Verdes**: Aspectos Conceituais e Executivos: Caracterizando os sistemas de cobertura verde em busca da sustentabilidade. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas, 2019.
- CARPENTER, Thomas; CONGDON, P. **Environment, Construction & Sustainable Development - The Environmental Impact of Construction/Sustainable Civil Engineering**. John Wiley & Sons, 2002.
- CORSINI, R., **Infraestrutura Urbana. Telhado Verde**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-deedificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 25 de junho 2019.
- CRISOSTOMO, Nathália Cruz et al. Ilhas de Calor Urbana: Influência da Arborização na Amenização Climática em Juazeiro do Norte, Ceará. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 36-43, 2019.
- FAGUNDES, A. B.; SILVA, M. C.; MELLO, R. A gestão dos resíduos industriais em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos: Uma contribuição para as Micro e Pequenas Empresas. **Rev. Espacios**, vol. 36, n. 1, 2014.
- FILHO, José La Patina. **Manual de Conservação de telhados**. 1ª Edição. IPHAN, 2005.
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, 2011.
- IWAI, O. K. **Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernardo do Campo**. 2003. 140 f. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- JÚNIOR, Antônio Costa Silva et al. Políticas públicas, tecnologias limpas e sustentabilidade: MDL em parques eólicos no Brasil. **Revista Reuna**, v. 16, n. 2, 2011.
- KOLB, Walter. Telhados de cobertura verde e manejo de águas pluviais. **SIMPÓSIO CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA**, v. 4, 2003.
- LAMBERTS, R. et al. Building Bioclimatology in Brazil. In: **14 th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. PLEA**. 1997. p. 203-208.
- LÔBO, Josefa Missiliene Cordeiro et al. Análise mercadológica do tijolo ecológico solo-cimento na Região Metropolitana do Cariri. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 8, p. e180984966, jun. 2020. ISSN 2525-3409.
- LÔBO, Josefa Missiliene Cordeiro et al. Study on Evaluation and proposal to mitigate Environmental Impacts in an enterprise in the Municipality of Jardim, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 28985019, 2020.
- LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. Editora Hucitec com apoio de Lalekla SA Comércio e Indústria, 1985.
- MAINIER, Fernando B. Tecnologias Limpas: Um direito da sociedade. In: **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-COBENGE**, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil. 1999.
- OLIVEIRA, Eric Watson Netto de. Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico. **Rj: Universidade do Estado de Rio de Janeiro**, v. 87, 2009.
- PEARCE, David. Is the construction sector sustainable?: definitions and reflections. **Building Research & Information**, v. 34, n. 3, p. 201-207, 2006.
- PIERGILI, Alexander Van Parys. **Por que utilizar telhados verdes?** São Paulo. 2007. Disponível em: <http://sitiogralhaazul.net/dev15/index.php?option=com_content&view=article&id=42:por-que-utilizar-telhados-verdes&catid=30:design-ecologico>. Acesso em 25 junho 2020.
- PISANI, Maria Augusta Justi. **UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO**. Sinergia, São Paulo, v. 6, n. 1, p.53-59, jun. 2005.
- REDA, A. L. L.; TANZILLO, A. A.; COSTA, G. B. **Telhados Verdes: uma proposta econômica em busca do desenvolvimento urbano sustentável**. In: Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, São Paulo, 2012.

SANTOS, Taciana O. dos et al. Influence of urbanization on land surface temperature in Recife city. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 6, p. 1234-1244, 2013.

SOARES, Maria do Carmo Roos. **Logística Reversa aplicada a Construção Civil: Análise dos processos de descarte em uma construtora no município de Capão da Canoa/RS**. 2017. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade de Santa Cruz do Sul – Unisc, Capão da Canoa, 2017.

SPANGENBERG, Jörg. **Melhoria do clima urbano nas metrópoles tropicais**: Estudo de caso. Disponível em: http://www.basisid.de/site2006/science/01_Spangenberg_IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METROPOLIS.pdf. Acesso em 20 junho 2020.

TASSI, Rutinéia; TASSINARI, Lucas Camargo da Silva; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia; PERSCH, Cristiano Gabriel. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambient. constr.** [online]. 2014, vol.14, n.1, pp.139-154.

TEIXEIRA, Luciene Pires; CARVALHO, Fátima Marília Andrade. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 109, p. 9-26, 2005.

VECHIA, F. et al. **Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVLs) aplicada aos climas tropicais**. Disponível em: www.shs.eesc.usp.br/pessoal/docentes. Acesso em 22 junho 2020.