

TELHADO VERDE: ALTERNATIVA PARA A GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

BRUNO APARECIDO DE LIMA COLOGE¹
MURILO CAMPOS PEREIRA²

RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais têm gerado impacto negativo ao meio ambiente, pois é um processo que envolve desde a extração dos recursos naturais até a elevada quantidade de resíduos gerados nos canteiros de obras. Esses impactos são inelutáveis para o desenvolvimento da economia, por isso edificações sustentáveis são de extrema importância para a sociedade, o aprimoramento da indústria da construção civil, bem como para a preservação do meio ambiente. Diante disso, esta pesquisa se propôs a abordar sobre a importância do telhado verde como uma alternativa viável para minimizar alguns impactos advindos do processo de urbanização. Os resultados indicaram que os telhados verdes proporcionam uma redução considerável no volume de águas pluviais, reduzindo as taxas de pico de escoamento, e contribuindo para a minimização de enchentes. Constatou-se, ainda, que um sistema de telhado verde ajuda a diminuir o conforto térmico, principalmente em áreas expostas a luz solar reduzindo o consumo de energia elétrica residencial, agregando aos fatores estéticos e paisagísticos da edificação e, proporcionando o bem-estar e a qualidade de vida nos centros urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem, Mitigação, Cobertura.

GREEN ROOF: ALTERNATIVE FOR RAINWATER WATER MANAGEMENT

ABSTRACT: Civil construction is one of the sectors that have had the most negative impact on the environment, since it is a process that involves everything from the extraction of natural resources to the high amount of waste generated at construction sites. These impacts are ineluctable for the development of the economy, which is why sustainable buildings are extremely important for society, the improvement of the industry construction, as well as for the preservation of the environment. Therefore, this research proposed to address the importance of the green roof as a viable alternative to minimize some impacts arising from the urbanization process. The results indicated that green roofs provide a considerable reduction in the volume of rainwater, reducing peak runoff rates, and contributing to the minimization of floods. It was also found that a green roof system helps to reduce thermal comfort, especially *in areas exposed to sunlight, reducing the consumption of residential electricity, adding to the*

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Sinop – UNIFASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: bruno.cologe@hotmail.com

² Professor Mestre em Agronomia, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Sinop – FASIP, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: murilo_camposcol@hotmail.com

aesthetic and landscape factors of the building and providing well-being and the quality of life in urban centers.

KEYWORDS: Drainage, Mitigation, Coverage.

1. INTRODUÇÃO

Um dos setores mais importantes da economia brasileira é a construção civil, visto que é responsável por mais de dois milhões de empregos diretos e indiretos (SINDUSCON, 2018). Esse amplo setor, engloba desde a extração de matérias-primas e produção de materiais, até a execução de obras que dão origem aos bens de maiores dimensões físicas do planeta. Conforme explica Spadotto et al. (2011) o desenvolvimento das atividades deste setor é o indicativo de crescimento econômico e social de um país.

Contudo, é importante observar que os impactos ambientais ocasionados pela indústria da construção civil também tem ganhado gradativa importância. Pois, a mesma é responsável pelo elevado consumo de recursos naturais como agregados naturais, madeira, minérios, energia e água, além da grande quantidade de resíduos gerados nos canteiros de obras. Outro grande problema causado pelo setor refere-se ao crescimento urbano, onde a expansão das cidades e grande quantidade de obras promovem desmatamentos e alterações no relevo, modificando conseqüentemente os ciclos naturais dos ecossistemas, dentre estes os ciclos hidrológicos (JUNIOR; ROMANEL, 2013).

Nesse sentido, vale pontuar que um dos problemas relativos à expansão das cidades são as enchentes cada vez mais frequentes. O aumento do volume do leito dos rios é otimizado pela impermeabilização do solo, com a ocorrência de chuvas intensas em curtos espaços de tempo culminam no transbordamento das várzeas e alagamento das vias nos centros urbanos, causando inúmeros prejuízos. Como forma de prevenção, pode-se citar a construção de sistemas ágeis de drenagem, desocupação de áreas de risco, criação de reservas florestais nas margens dos rios, diminuição dos índices de poluição e geração de lixo, e adoção de planejamentos urbanos mais consistentes (SANTOS JÚNIOR; SANTOS, 2013).

Para Souza, Souza e Castilho (2011) o clima nas áreas urbanas também vem sendo modificado, eventos conhecidos como ilhas de calor, aumentam as temperaturas principalmente nas áreas centrais, em consequência do aumento de superfícies compostas de concreto e asfalto. Tais superfícies, em comparação as áreas verdes, absorvem e retêm calor por um período maior. Conforme explica Gibbs et al. (2006) ocasionando aumentos de temperatura nas cidades, aumentando a demanda por ar condicionado e, conseqüentemente os custos com refrigeração no espaço urbano.

Alguns estudos comprovam que a adoção de telhados verdes proporcionam múltiplas vantagens, como uma considerável melhora da qualidade ambiental, inibindo as zonas de calor (ROSENZWEIG; GAFFIN; PARSHALL, 2006) captando os poluentes e aumentando a diversidade biológica e micro-habitat em regiões urbanizadas. Por sua vez, os telhados verdes são únicos, pois têm a capacidade de capturar e reter um volume (profundidade) de chuva, esse volume de água capturada é evapotranspirada de volta para a atmosfera através da vegetação do telhado verde, o que o torna em um processo que envolve, interceptação, armazenamento e evapotranspiração (YANG; YU; GONG, 2008), contribuindo para amenizar os impactos da impermeabilização das cidades (TASSI et al., 2014).

O solo e a vegetação reduzem tanto a transmissão de calor como a de ruído para a parte interna do imóvel, resultando na economia de energia, assim a combinação de telhados e paredes proporcionam um melhor desempenho térmico e acústico. As coberturas verdes tam-

bém contribuem para a acessibilidade, estética e na agricultura urbana (GIBBS et al., 2006; TASSI et al., 2014).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coberturas verdes: Contribuições em países da América latina

Inúmeros profissionais da área de construção civil destacam os benefícios do telhado verde voltados a sustentabilidade, como por exemplo, a retenção de água da chuva, redução do consumo de energia elétrica, isolamento acústico e redução das ilhas de calor nas áreas urbanas. Assim, um telhado verde promove muitos benefícios nos níveis econômico, ecológico e social, visto que atua como um amortecedor de água da chuva, purificando o ar, reduzindo a temperatura ambiente, regulando a temperatura interna, economizando energia e incentivando a biodiversidade na cidade. (VECCHIA, 2005; FRICKE, 2010).

Na concepção de Savi (2012), a aplicação de telhados verdes tem sido mais frequente em países europeus e na América do Norte, no Brasil, por exemplo, a implantação de modelos de telhado verde ainda são incipientes, visto que poucas são as empresas especializadas em aplicar essa tecnologia no país. A tecnologia do telhado verde tem sua origem em vários países diferentes e em vários climas, no Brasil, por exemplo, as coberturas verdes originam-se do modernismo brasileiro. Pode-se citar, assim, uma lista de grandes arquitetos brasileiros como Oscar Niemeyer e Affonso Reidy ou Lúcio Costa, vale lembrar também que os jardins de cobertura no Brasil estão intimamente ligados ao artista e arquiteto paisagista Roberto Burle Marx.

Contudo, é importante pontuar que no cenário brasileiro, essa tecnologia é pouco solicitada e apreciada, na concepção de Ferreira (2007), todavia percebe-se uma disseminação gradativa em quantidade e qualidade de estudos voltados ao método de telhados verdes no país. Além disso, cresce também o número de empresas qualificadas para desenvolver e aplicar de forma técnica e moderna essa metodologia no Brasil.

Nessa questão, entende-se que muitas são as pesquisas positivas, políticas e leis direcionadas ao incentivo de instalação de telhados verdes, oferecendo descontos ou créditos fiscais incentivando projetos de instalação. Pode-se citar, assim, o Projeto de lei nº 01-0622/2008, que prevê desconto de até 30% sobre o valor do IPTU incidente sobre imóveis que pretendem promover medidas de prevenção do ambiente urbano, e a proteção do meio ambiente. Com isso em mente, as cidades ao redor do mundo têm adotado diversas políticas para promover os telhados verdes nos últimos anos (SADDI; MOURA, 2010).

Um manual sobre informações técnicas a respeito de projetos e instalações de telhados verdes foi lançada em 2007 pela National Roofing Contractors Association cujo foco está em analisar sistemas de impermeabilização e componentes do sistema de cobertura verde (NRCA, 2007). Uma das instruções desse manual é que a proteção do sistema de impermeabilização deve ser fundamental, principalmente, quando a impermeabilização é feita com materiais betuminosos.

2.2 Componentes da Cobertura Verde

Os diferentes modelos de coberturas verdes utilizam basicamente os mesmos componentes, estes se diferem em relação a alguns componentes de acordo com a disponibilidade na região bem como em relação a espessura da camada de substrato, elementos na manutenção e espécies de plantas (NASCIMENTO, 2008). Uma das principais considerações de

um telhado verde é sua capacidade de carga. Tetos verdes intensivos, com camadas aumentadas e capacidade de reter grandes quantidades de água, tornam essa consideração especialmente importante. Também torna o custo de uma reforma de uma estrutura existente com um telhado verde mais alto. Heneine (2008) no quadro 1, especifica os componentes e a ordem como são dispostos os elementos de telhado verde.

Quadro 1. Composição das camadas do telhado verde

Composição/Camada	Características/Função
Cobertura vegetal	Atua captando uma parcela da chuva; Pode ser herbácea, arbustiva ou arbórea. A evapotranspiração desempenha um importante papel, pois através dela a água é perdida para a atmosfera, além disso, contribui para que a retenção de água no substrato seja aumentada.
Substrato	O substrato em crescimento fornece água e nutrientes para as raízes das plantas, assegura a troca de gases nas raízes e fornece ancoragem para apoiar as plantas.
Geotêxtil	Camada filtrante que separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante; atua retendo parte da água da chuva.
Camada protetora	A camada de proteção é uma membrana resistente a perfurações que evita que a barreira radicular seja danificada quando o telhado verde é instalado. Certas camadas de proteção também podem absorver água e nutrientes.

Fonte: Eco telhado (2018).

De acordo com a International Green Roof Association (2013), existem três tipos de coberturas verdes que diferem quanto ao custo, profundidade do meio de cultivo, tipos de plantas, potencial de acessibilidade ou uso, substrato, além de fatores de construção e requisitos de manutenção. Conforme mostra a tabela são chamados de extensiva, semi-intensiva e intensiva (SADDI, MOURA, 2010).

Tabela 1: Sistemas de Naturação divididos por tipo

Sistemas de Naturação			
Características	Intensiva	Semi-intensiva	Extensiva
Carga superficial	De 700 a 1.200kg/m ²	De 100 a 700kg/m ²	Até 100kg/m ²
Espessura vegetal	Superior a 250 cm	5cm < x > 100cm	5cm < x > 15cm
Espessura de substrato	x > 20	10cm < x > 20cm	X < 10cm
Tipo de vegetação	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo extensivo
Manutenção	Intensa	Média	Baixa ou nenhuma

Fonte: Rola (2008).

2.3 Coberturas Verdes Extensivas

Os modelos extensivos caracterizam-se pela fina camada de substrato, entre 2,5 a 15 centímetros de espessura, de perfil baixo possibilitam a utilização de estruturas leves com menor quantidade de manutenções nas plantas (GETTER; ROWE, 2006 apud COSTA, 2012). Assim, destaca-se que é ideal para grandes edifícios e apartamentos com telhado plano, também adequado para coberturas residenciais inclinadas e reformas, depois de um ano, eles não precisam de rega.

Para Koehler et al. (2002), estas coberturas precisam de uma baixa manutenção, já que normalmente são constituídas de uma camada de 10cm de substrato e vegetação de poucas despesas, tais como, suculentas, que tem suas folhas e talos avolumados que proporcionam uma reserva de água maior, reduzindo assim a necessidade de rega. Nesse tipo de telhado o seu peso é próximo a de coberturas de fibrocimentos.

Correa e Gonzalez (2002), enfatizam que um extenso sistema de telhado verde caracteriza-se por sua vegetação, variando com espécies de pequeno porte, como as autóctones e sedum pequenas, ervas e plantas em flor, que precisam de pouca manutenção e nenhum sistema de irrigação permanente, cujas coberturas são constituídas por camadas menores que 20cm. A profundidade média crescente para um extenso sistema de telhado verde é tipicamente 6 polegadas ou menos, esses sistemas são ideais para o gerenciamento eficiente de águas pluviais com baixas necessidades de manutenção. Além do impacto visual de um extenso telhado verde, eles também fornecem um habitat natural e útil para pássaros ou insetos. A diferença entre as coberturas extensivas e intensivas está no fato de que as intensivas exigem planejamento prévio à construção e na profundidade de solo existente entre ambos. Um telhado verde extenso provavelmente possui uma camada rasa de substrato que cobre uma área grande, enquanto um telhado verde intensivo geralmente possui uma camada mais profunda de substrato, confinada a áreas menores.

2.4 Coberturas Verdes Intensivas

As coberturas verdes intensas são caracterizadas por camadas de solo mais profundas, que são confeccionados de plantas e arbustos de médio porte, que exigem para o seu desenvolvimento um ecossistema mais complicado, exigindo uma estrutura reforçada e com as cargas bem distribuídas correspondentes aos esforços extras promovidos pelas plantas, solo e água (CORREA; GONZALEZ, 2002).

São organizadas em forma de jardins abertos contendo vegetações herbáceas, arbustivas e arbóreas, sustentando plantas que possuem enraizamento profundo. É geralmente implantada em áreas grandes comumente planas devido ao elevado peso estrutural, e se não obtiver um planejamento adequado necessitarão de um reforço na estrutura. Os sistemas intensivos se diferem dos extensivos, pois são mais pesados e complexos, e, portanto, exigem muito mais manutenção e, os cuidados com a rega são mais exigentes, precisando, na maioria dos casos de um sistema de irrigação. Isso porque a superfície de evaporação das plantas é maior (HEWAGE, 2011).

Convém destacar a diferença de profundidade do solo (15 cm a 90 cm), mais profundo permite utilizar espécies de porte médio e grande, possibilitando usar arbustos ou árvores. Este modelo pode ser utilizado como fins desportivos, lazer, recreativos, sendo muitas vezes difícil de diferenciar de jardins naturais por conta da aparência. Cabe ressaltar a importância de haver um sistema de irrigação eficaz, podendo com isso aproveitar a água advinda da drenagem para irrigar o cultivo existente. Normalmente, esse tipo é instalado quando a inclinação é menor, devido ao aumento da profundidade do solo, a seleção de plantas pode ser

mais diversificada, e demanda mais água e adubo, portanto, requer um alto nível de manutenção, na forma de fertilização, capina e rega, vale salientar também que sua estrutura deve ser mais reforçada, devido ao peso da cobertura (PINTO, 2007).

Alguns pesquisadores, destacam, ainda, que o sistema semi-intensivo, que utiliza vegetação de médio porte, necessita de irrigação e manutenção mais constantes que as do tipo extensivas (NASCIMENTO, 2008). Os modelos semiextensivos, encontram-se em posição intermediária, entre os dois citados primeiramente, com espessura de 2 a 25 cm, tendo por característica necessitar de irrigação intermitente. Indica-se nesse modelo a plantação de arbustos e alimentos (IGRA, 2011 apud COSTA, 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Sinop, Mato Grosso, onde foi construída uma unidade piloto com o objetivo de analisar o desempenho do telhado verde quanto a redução da temperatura interna no ambiente e a capacidade de retenção de água.

O protótipo foi construído com dimensões de 1,50m x 1,50m x 1,50m, largura, comprimento e altura respectivamente, sendo coberto com telhas onduladas de concreto e inclinação de 30% (Figura 1).

Figura 1: Unidade piloto / protótipo



Fonte: Própria 2020.

Em sentido ascendente, foram dispostas sobre as telhas as camadas constituintes do telhado verde. Foi aplicado um impermeabilizante comercial e em seguida colocada a lona ásfaltica, garantindo assim a proteção da estrutura contra a infiltração de água e o crescimento das raízes da vegetação (Figura 2).

Figura 2: Camada Impermeabilizante



Fonte: Própria 2020.

A segunda camada aplicada foi a manta geotêtil comercial, de aproximadamente 1,5 mm de espessura, esta cumpre a função de camada filtrante, encarregada de conter os agregados do solo (Figura 3).

Figura 3: Camada Filtrante.



Fonte: Própria 2020.

Com espessura de aproximadamente 200 mm o substrato compôs a terceira camada, sendo constituído de substrato orgânico comercial misturado com terra na proporção de 1/1, servindo de suporte para a fixação e manutenção da vegetação (Figura 4).

Figura 4: Camada substrato.



Fonte: Própria 2020.

A vegetação compõe a quarta camada que atua na absorção das águas da chuva, reduzindo o escoamento superficial, nesse sentido, a evapotranspiração torna-se de extrema importância, por meio desse processo parte da água é perdida para a atmosfera, potencializando a retenção de água no substrato, ou seja, aumentando-o. (Figura 5).

Figura 5: Camada Vegetação.



Fonte: Própria 2020.

Para direcionamento da água infiltrada foram instaladas calhas coletoras confeccionadas com cano PVC conforme mostrado na (Figura 6).

Figura 6: Calhas Coletoras.



Fonte: Própria 2020.

Após a finalização do protótipo, apenas com as telhas de concreto, a temperatura interna foi monitorada por 15 dias, sendo utilizado um termômetro de mercúrio para aferição três vezes ao dia as 07:30, 12:00 e 17:00 horas.

Decorrido o período de 15 dias foi implantado as camadas que compõem a cobertura verde, repetiu-se o monitoramento da temperatura com telhado verde implantado, conforme mostrado na tabela a baixo, e foi aferida a capacidade de absorção de água da unidade piloto, as coletas de dados foram realizadas em dois momentos.

A medição da capacidade de absorção de água foi realizada através da rega manual onde foi utilizado um balde de 20L. Duas vezes ao dia as 08:00 e 16:00 horas, com um regador era aplicado um volume precipitado de 60 litros de água sobre o telhado a quantidade infiltrada e coletada no sistema de calhas era monitorado, volume de agua.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 2, o telhado verde ocasionou uma redução média de 3°C no interior do ambiente.

Tabela 2. Temperatura interna (°C) dos protótipos de telhado convencional e telhado verde.

	Repetições															Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
07:30																
Telhado convencional	24	24	26	25	24	28	26	23	21	22	25	24	24	26	24	24,4
Telhado verde	23	22	24	22	21	25	23	20	20	19	20	21	20	20	20	21,3
12:00																
Telhado convencional	33	34	35	34	34	35	34	33	32	33	34	34	34	35	34	33,8
Telhado verde	32	32	33	31	31	32	31	30	30	29	31	30	31	30	30	30,8
17:00																
Telhado convencional	33	33	35	33	34	34	34	32	34	33	33	33	34	34	33	33,4
Telhado verde	32	31	33	30	29	30	30	29	28	28	29	28	29	28	29	29,5

Em relação a absorção de água, o volume absorvido foi dividido pelo período de tempo (15 dias) obtendo assim a média de absorção, onde o telhado verde reteve em média 27,83% do volume de água aplicado.

Já o volume de água drenado, que pode ser reutilizado, foi em média de 72,17%, resultante da medição do volume escoado diariamente em litros, somado e dividido pelo período de tempo monitorado.

Tabela 3. Volume de água drenada (L) e percentual (%) retido no telhado verde

	Repetições															Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
08:00																
Volume drenado	40	42	41	40	42	39	40	42	41	42	44	43	44	46	45	42
% retido	34	30	22	34	30	35	34	30	34	30	27	29	27	24	25	29,67
12:00																
Volume drenado	44	44	43	43	45	41	43	44	44	45	46	46	45	48	47	44,5
% retido	27	27	29	29	25	34	29	27	27	25	24	24	25	20	22	26,30

Com os dados obtidos na unidade piloto constatou-se que com o volume aplicado o telhado verde não apresentou escoamento superficial, sendo 72,17% do volume aplicado drenados. Em maiores volumes existe a possibilidade de escoamento, contudo o telhado verde cumpre o papel de provocar o atraso no início deste.

Os valores encontrados neste estudo corroboram com um estudo realizado na Carolina do Norte, com sistema modular similar, que proporcionou redução média de 60% dos volumes escoados (MORAN, 2004).

Ainda em relação a capacidade de infiltração e redução do escoamento, o valor encontrado no presente estudo também é similar ao observado em estudo com telhado verde extensivo na cidade de Porto Alegre/RS, embora os sistemas construtivos que compõem as camadas sejam diferentes (CASTRO; GOLDENFUM, 2010).

De acordo com os resultados desse trabalho pode-se afirmar que os telhados verdes são alternativas eficientes a serem adotadas nos grandes centros urbanos, possibilitando a redução do escoamento de águas pluviais e controle de temperatura.

5. CONCLUSÃO

Por meio deste estudo constatou-se que o telhado verde é um método construtivo eficiente na mitigação de problemas que muitas cidades enfrentam, para além disso, sua utilização nos centros ou grandes cidades contribui para proporcionar a melhor qualidade de vida de seus habitantes, sendo de grande valia no combate das ilhas de calor e na retenção de águas pluviais, minimizando a incidência de enchentes e alagamentos. Além de oferecer benefícios estéticos, os telhados verdes podem valorizar o imóvel em caso de uma futura venda.

Através desta pesquisa pode-se constatar, que o telhado verde, contribui para a purificação do ar. Os sedimentos, ervas, gramíneas ou plantas hospedeiras incluídas no telhado verde promovem o habitat de pássaros, borboletas e insetos, principalmente no ambiente urbano, principalmente onde há concreto e asfalto.

Portanto, ele possibilita uma aparência natural e sustentável, combinada com a redução dos custos de energia e a extensão da vida útil de uma construção, significando em um aumento no valor da propriedade. Assim, viver e trabalhar em um ambiente verde tem um efeito positivo no bem-estar das pessoas, visto que a vegetação oferece relaxamento e reduz o estresse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, A. S.; GOLDENFUM, J. A. Uso de Telhados Verdes no Controle Quantitativo do Escoamento Superficial Urbano. **Atitude, Construindo Oportunidades: revista de divulgação científica da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre, Porto Alegre**, v. 4, n. 7, p. 75-81, 2010.

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

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

GETTER, K.L.; ROWE, D.B. **The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development.** *Hortscience*, v. 41, n. 5, p.1276- 1285, 2006.

GIBBS, J. et al. **Evaluating Performance of a Green Roof System With Different Growing Mediums, Sedum Species and Fertilizer Treatments.** In: ILLINOIS STATE ACADEMY OF SCIENCE ANNUAL MEETING, Chicago, 2006. **Proceedings...** Chicago, 2006.

HEWAGE, K; BIANCHINI, F. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. **Building and Environment**, Canadá, v.48, n.9, p.57-65. 2011.

JUNIOR, J.V.B.; ROMANEL C., Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. URBE. **Revista Brasileira Gestão Urbana**, v.5, n.2, Curitiba, 2013.

MORAN, A. **A North Carolina Field Study to Evaluate Greenroof Runoff Quantity, Runoff Quality, and Plant Growth.** Dissertation (M.S. Thesis) - North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 2004.

NASCIMENTO, W.C. **Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba – Barreiras e potencialidades.** Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR, PPGCC, 2008.

NRCA. National Roofing Contractors Association (EUA). **Green Roof Systems Manual.** 2007. Disponível em: www.nrca.com Acesso em: 09 de setembro de 2019.

PINTO, E.M.A. Gestão de Recursos Hídricos e as Interferências do Sistema Urbano: município de Queimados - RJ. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Humanas e Sociais.** Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 125-131. 2007.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. **Telhado verde na alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais.** Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

ROCHA, L.M.V.; SOUZA, L.C.L.; CASTILHO, F.J.V. **Ocupação do Solo e Ilha de Calor**

Noturna em Avenidas Marginais a Um Córrego Urbano. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, 2011.

ROSENZWEIG, C.; GAFFIN, S.; PARSHALL, L. **Green Roofs in the New York Metropolitan Region:** Research Report. Columbia: Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies, 2006. 60 p.

SADDI, K.G.; MOURA, R.O. **Coberturas Verdes: análise do impacto de sua implantação sobre a redução do escoamento superficial.**2010. Monografia (Engenharia Civil) Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.

SANTOS JÚNIOR, V.J.; SANTOS, C.O. A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas. **Estação Científica** (UNIFAP), Macapá, v.3 n. 1, p. 19- 30, 2013.

SAVI, A. C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Construções Sustentáveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2012.

SINDUSCON. Sindicato da Indústria da Construção Civil do estado de São Paulo. **Construção civil encerra 2017 com menos de 125 mil vagas.** Santa Cecília, SP. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/release/sinduscon-sp-construcao-civil-encerra-2017-com-menos-125-mil-vagas/>. Acesso em: 01 de setembro de 2019.

SPADOTTO, A.; NORA, D.D.; TURELLA, E.C.L.; WERGENES, T. N.; BARBISAN, A. O. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.

VECCHIA, F. Cobertura verde leve (CVL): ensaio experimental. In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e IV Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído (ELACAC), 2005.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying Air Pollution Removal by Green Roofs in Chicago. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 31, p. 7266-7273, 2008.