



Telhado verde: uma alternativa sustentável para o século XXI

André Fogolin Machado ¹ Generoso de Angelis Neto ² Diego Vieira Ramos ³
Joandsom Fernandes Campos ⁴ José Luis Miotto ⁵

18 novembro 2017

Resumo – O processo de industrialização, a degradação dos recursos ambientais e os problemas advindos de tais práticas, passaram a evidenciar a necessidade de se elaborar medidas em prol da melhoria do atual cenário ambiental. Dessa forma, iniciou-se a linha de pensamento que visa preservar os recursos naturais, minimizar e restaurar os impactos causados pela atuação do homem na natureza. Para isso, adotou-se práticas ligadas a educação ambiental e a eficiência no desempenho das edificações, como os Telhados Verdes. Sendo assim, a elaboração do presente artigo pode ser justificada pela necessidade de se difundir o conhecimento entre os profissionais da área da construção civil, à respeito dos ganhos provindos da utilização de tal técnica, e também desenvolver a conscientização sobre a importância da sustentabilidade nas edificações. Para a construção deste trabalho, foi adotado como objetivo, evidenciar os benefícios que a implantação da Telhados Verdes proporciona ao desempenho da edificação, no que tange a aspectos como o conforto termo acústico, a eficiência energética, ilhas de calor, impacto ambiental (poluição) e manejo pluviométrico. O estudo proposto, constitui-se de uma pesquisa de revisão da literatura, realizada por intermédio da consulta de publicações de trabalhos produzidos no intervalo de tempo compreendido a partir do ano 2000 até os dias atuais. Foi utilizado a plataforma “Google Acadêmico”, com termo de buscas como “telhados verdes”, “coberturas vegetais”, “coberturas naturais”, “coberturas verdes”, entre outras. Dessa forma, foi possível verificar que a técnica apresentou benefícios diversos, no que se refere ao conforto térmico, eficiência energética, eficiência acústica, entre outros.

Palavras-chave: Telhados verdes. Conforto Térmico. Eficiência Energética. Ilhas de Calor.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente a evolução da raça humana está ligada a apropriação e a transformação dos recursos naturais. No entanto, com o advento da Revolução Industrial, a relação do homem com o meio ambiente, começou a ganhar contornos complexos. Após o início

da industrialização, surgiram alterações e problemas no que se refere a utilização dos recursos. Este cenário, abriu espaço para o surgimento de uma corrente reflexiva que busca a preservação dos recursos naturais não renováveis restantes. Por meio de tentativas que buscam minimizar e restaurar os

1 afogolin@msn.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

2 ganeto@hotmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

3 jhoandsom@gmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

4 diego.vieira.arquitetura@gmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

5 jmiotto@uem.br. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil



impactos. Para isso, são adotadas práticas vinculadas a novos métodos, como a educação ambiental e métodos novos e antigos, como o caso do uso dos Telhados Verdes. Este último, consiste em uma simples alternativa, adotada em prol da melhoria de problemas recorrente nas grandes e medias cidade, como enchentes, inundações, redução de ruídos, diminuição do uso de energia elétrica através do conforto térmico e as reduções de temperaturas nos centros das cidades.

Acredita-se que o uso de Telhados Verdes mais antigos que se tem registros são os Jardim Suspensos da Babilônia, onde se tinha somente o objetivo estético. Na Escandinávia, esse método era utilizado como forma de isolamento térmico, no qual os telhados eram uma mistura de terra e grama e logo abaixo dessas camadas eram colocadas pesadas vigas de madeiras intercalas com as cascas de árvores para se fazer a impermeabilização (RODRIGUEZ, 2006; FERREIRA, 2007).

Brenneisen (2004) apud França (2012) fala que a utilização de uma cobertura vegetal sobre telhados ou lajes convencionais, se insere em um rol de iniciativas para a minimização do aquecimento global, devido à vegetação aplicada sobre a cobertura realizar o processo de fotossíntese, purificando e filtrando o ar ao seu redor, realizando assim o sequestro de carbono. Ele diz também que esse processo realiza o isolamento termo acústico, diminuindo as frequências sonoras dentro dos edifícios, servindo como uma esponja que absorve a água e atrai uma biodiversidade de animais de pequeno porte.

Os Telhados Verdes, são capazes de proporcionar benefícios ao espaço urbano de uma forma geral, o que justifica a divulgação da técnica, afim de adquirir apoio do poder público, por meio da elaboração de políticas, medidas e e diretrizes que incentivem o seu uso no ambiente profissional (Engenheiros e Arquitetos), durante a projetual, em empreendimentos de segmentos como o industrial.

Este procedimento poderá resultar na diminuição do consumo de energia, a amenização do impacto

causado ao meio ambiente e a conseqüente melhoria na qualidade de vida da população. Sendo assim, a elaboração do presente artigo pode ser justificada pela necessidade de se difundir o conhecimento entre os profissionais da área da construção civil, à respeito dos ganhos provindos da utilização de tal técnica, e também desenvolver a conscientização sobre a importância da sustentabilidade nas edificações.

Para a construção deste artigo, foram adotados como objetivo, evidenciar os benefícios obtidos com a implantação da técnica “Telhados Verdes” para o desempenho da edificação, no que tange a aspectos como o conforto termo acústico, a eficiência energética, ilhas de calor, impacto ambiental (poluição) e manejo pluviométrico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A palavra telhado tem sua origem no uso das telhas, porém nem todo sistema de proteção do edifício constitui-se, obrigatoriamente, num telhado. Podem-se ter lajes com espelho de água, terraços e jardins suspensos (ARAUJO, 2003). O telhado aparece nas edificações com a função de protegê-las contra as intempéries, ainda tem a função de isolá-las contra poeira e entrada de animais, assim como garantir uma proteção acústica.

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

Esse novo tipo de arquitetura traz consigo algumas preocupações como o efeito estufa, a crise energética, a emissão de CO₂, a escassez de combustíveis fósseis e a diminuição de água potável do planeta. Essas preocupações se refletem na busca pela sustentabilidade. Isso é notado de forma significativa



a partir da década de 80, devido às mudanças climáticas que estavam ocorrendo. As taxas de redução da camada de ozônio, o aumento do efeito estufa foram os principais indícios de que algo estava acontecendo com o nosso planeta. Isso pode-se comprovar mais para frente, na década de 90 onde foi a década mais quente registrada até então.

De acordo com Cordoní Savi (2012) os edifícios são os poluentes mais nocivos, consumindo mais da metade de toda energia usada nos países desenvolvidos e produzindo mais da metade de todos os gases que vêm modificando o clima. Alves (2012) ainda complementa dizendo que “Construir algumas cidades ecológicas pode até ser relativamente fácil, difícil vai ser tornar todas as demais cidades sustentáveis, com economia de baixo carbono e com baixo impacto ambiental”. Desse modo que entra a ideia de telhados verdes, como uma forma relativamente barata e simples e que ajuda em diversos aspectos o meio urbano.

Esse tipo de construção pode ser realizado de várias maneiras e com diferentes tipos de materiais. No entanto sabe-se que o sistema construtivo mais utilizado para a implantação desse tipo de telhado e o de laje de concreto onde se tem uma maior resistência.

Seu uso remonta de vários séculos, em locais com altas temperaturas como a Tanzânia e também em locais com baixas temperaturas como a Escandinávia e Islândia, em ambas temperaturas se tinha como função de isolamento térmico. Osmundson (1999) apud Nascimento (2008) apud Cordoní Savi (2012) menciona que as referências históricas de telhado verde mais significativas no período de 4000 a 600 a.C. são Etemenanki, na Babilônia, e Nanna, na antiga cidade de Ur. Contudo, o mesmo autor afirma ainda que o mais famoso exemplo é provavelmente os Jardins Suspensos da Babilônia onde eram somente estéticos.

Durante a idade média, na Europa eles eram muito utilizados para conservação de água e produção de alimentos. No ano de 1920 o arquiteto Le Corbusier,

utilizando o nome de “Terraços Jardins” introduz esse conceito em suas obras, onde se tinha como objetivo recuperar os espaços ociosos das coberturas em jardins e reinseri-las na natureza. Tornando assim os telhados verdes como um dos cinco princípios do modernismo.

No século XX a Alemanha, começa a utilizar em grande escala os telhados verdes. Em 1977, a *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau – FLL* (Sociedade de Pesquisa em Desenvolvimento e Construção da Paisagem) implanta as diretrizes para coberturas verdes no país. Os telhados verdes passam nesse momento a serem utilizados como forma de controle de enchentes e redução da poluição no ar (OSMUNDSON, 1999 apud CORDONI SAVI, 2012).

Köhler et al. (2002) apud Cordoní Savi (2012) afirma que a difusão dos telhados verdes na Alemanha, chega hoje a 7% dos novos telhados construídos, se devem a garantia de 30 anos dada ao produto, se igualando a garantia de telhados convencionais. A Alemanha tem apresentado resultados muito positivos com a aplicação dos telhados verdes, sendo adotados em edificações residenciais, comerciais e industriais, “os telhados vivos têm sido aplicados em função da alta rentabilidade decorrente do aumento da durabilidade da impermeabilização da cobertura” (TAVARES et al., 2001).

No Brasil essa prática foi aplicada pela primeira vez pelo arquiteto Lucio Costa em 1930 no prédio do Ministério da Saúde e Educação no Rio de Janeiro, sendo que, na Europa e na América do Norte já eram empregados a mais tempo. Isso mostra que o Brasil caminha devagar em relação ao modernismo dos demais países. Um fator muito importante que ajudou a aumentar o uso do telhado verde, foram as certificações. Santos (2014) diz que a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) - sistema de certificação e orientação ambiental de edificações criado pelo U.S. Green Building Council, pontua indiretamente o uso do telhado verde para a obtenção da certificação. Isso porque, ajudam na captação de águas pluviais,



redução de uso de energia para aquecimento e resfriamento, redução das ilhas de calor etc.

Isto é observado no sistema da AQUA da Fundação Vanzolini, no seu processo de certificação, onde se tem como objetivo principal avaliar a Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento. Através da gestão de energia, aparece o tema do telhado verde como um limitador do uso de resfriamento artificial. No entanto é sempre importante lembrar que a densidade e a espessura das camadas do telhado verde, como também a quantidade da área verde, são decisivas para se alcançar os objetivos proposto para aquele telhado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A opção metodológica de pesquisa de levantamento e de avaliação do conhecimento sobre determinado tema é um desafio para o pesquisador que busca conhecer o já construído e produzido para, somente depois, dedicar-se a temas ainda não explorados no campo científico (FERREIRA, 2002). Ainda de acordo com Ferreira (2002), as pesquisas de caráter bibliográfico são conhecidas pela denominação de “estado da arte” ou “estado do conhecimento”.

Dentro dessa perspectiva, o levantamento de artigos, teses e até mesmo monografias constituem um meio de vislumbrar com maior abrangência a literatura científica, promovendo a divulgação e a facilitação do acesso aos dados estudados.

Esta pesquisa abrange, a publicação de diversos anos, mas se limitando ao período de tempo do ano 2000 para frente. Ela foi realizada dentro da plataforma do “google acadêmico”, buscando utilizar diversas combinações de palavras como “telhados verdes”, “coberturas vegetais”, “coberturas naturais”, “coberturas verdes”, entre outras, no intuito de um número maior de documentos relacionados com o tema escolhido. Quanto ao critério de avaliação de escolha dos artigos selecionados para o estudo foram feitas em duas etapas. Na primeira etapa visa identificar quantitativamente duas informações: ano de publicação e característica da amostra. Após esta

etapa, foram analisados qualitativamente os artigos selecionados. Após essas duas etapas foi escolhido um artigo base para se realizar as comparações dos resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia aplicada, foram-se estabelecidos alguns pontos de maiores destaques quanto a implantação do telhado verde. Esses pontos podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores de estudo sobre “Telhado Verde”

AUTORES	CONFORTO TÉRMICO	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ILHAS DE CALOR	IMPACTO AMBIENTAL (POLUIÇÃO)	REDUÇÃO DE RUÍDOS	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	MANEJO PLUVIOMÉTRICO
ROSSETI	X	X	X	X	X	X	
OLIVEIRA	X						X
LOPES		X		X			
CATUZZO	X						
CORDONI SAVI	X		X	X	X	X	
FERREIRA							X

Fonte: Autor (2016)

4.1. Conforto Térmico

Constatou que no trabalho de Wong et al. (2003) citado por Rosset (2013) na cidade Singapura a aplicação do telhado verde se teve uma variação muito favorável dentro do edifício em relação ao telhado de concreto, tendo uma variação de até 4,2 °C em um contexto anual. Isso foi comprovado pelo mesmo autor na cidade Cuiabá onde se teve uma variação média anual de 4,7 °C.

Já Catuzzo (2013) realizou um experimento na cidade de São Paulo, onde obteve resultados muito semelhantes, mas com uma variação de temperatura maior, chegando na casa dos 6,7 °C. Oliveira (2009) consegue resultado muito parecidos com o de Rosseti (2013), na cidade do Rio de Janeiro, mostrando que a temperatura em relação ao exterior chega a 4,4 °C de diferença.



Cordoni Savi (2012) comprova essa eficiência em um protótipo construído na cidade de São Carlos onde as temperaturas chegaram a uma diferença de 10 °C em relação ao meio externo da construção. Índice muito superior aos citados a cima. Vale lembra que esses resultados foram conseguidos em cidades diferentes e métodos de análises distintos. Onde cada cidade se tem um tipo de vegetação apropriada, um clima e até mesmo uma técnica de construção não muito semelhantes. Mas o que vem ao caso foram os dados obtidos, onde se mostrou muito eficiente a utilização desse método.

4.2. Eficiência energética

Rosseti (2013) destaca uma diminuição da quantidade de energia na cidade de Campinas em uma constatação feita por Pereira de Melo et al. (2011) onde a economia no consumo de energia de um edifício chegou a 40% diários. Valores altos, que somam um montante de quase R\$ 70.000,00 anuais. No entanto é lógico saber que como uma variação de temperatura mostrada no item anterior, sabe-se que os gastos com energia em uma edificação se reduz. Pereira de Melo et al. (2009) foi utilizado para exemplificar o quanto se pode reduzir no consumo de energia com a utilização do método. Esse consumo é variável, dependendo do tipo de telhado instalado na edificação, podendo ser maior ou menor.

4.3. Ilhas de calor

Cordoni Savi (2012) em seu experimento constatou também que além do telhado verde proporcionar uma redução de temperatura dentro da edificação, em seu entorno obteve uma variação de cerca de 4 °C, melhorando o microclima região. No entanto Rosseti (2013) constatou uma variação de temperatura no microclima na cidade de Cuiabá em torno de 0,75 °C. Em relação a Cordoni Savi (2012) uma temperatura não muito expressiva, devido ao que foi observado, já que o mesmo utilizou um protótipo para as medições e Rosseti (2013) realizou as medições na cidade propriamente dita. Mas mesmo continua sendo viável a utilização do método.

4.4. Impacto Ambiental (poluição)

Gartland (2010) apud Rosseti (2013) fala que 100m² de telhados verdes conseguem absorver da atmosfera cerca de 20 kg de material particulado em um ano. Rosseti (2013) também cita Tan; Sia (2005) que diz que em Singapura o dióxido de enxofre e o ácido nítrico foram reduzidos 37% e 21%, respectivamente, em cima de um telhado verde. Lopes (2015) também confirma que a utilização do telhado verde é muito eficiente tanto na EE quanto na emissão de CO₂ se comparado às coberturas de com laje cerâmica. Ele também comenta sobre a raízes das plantas onde se realizam a filtragem da água da chuva, pois ela traz consigo os poluentes contidos na atmosfera.

Cordoni Savi (2012) fala da importância da diminuição do CO₂, pois ele é o principal agente do efeito estufa e as edificações são responsáveis por cerca de 50% dessas emissões (ROAF, 2006). Esse é um outro motivo que se deve dar uma importância para os telhados verdes, já que os mesmos filtram as substâncias nocivas ao meio ambiente.

No ponto de vista da sustentabilidade e sempre importante considerarmos os impactos gerados pela construção civil, já que está e o maior consumidor de matéria prima existente.

4.5. Redução de Ruídos

Machado et al. (2004) apud Cordoni Savi (2012) fala que as coberturas tradicionais amplificam as ondas sonoras, já as coberturas com plantas absorvem essas ondas, reduzindo em até 5 dB o ruído dentro da edificação. Já Van Renterghem; Botterdooren (2008) apud Rosseti (2013) constataram uma redução do ruído no interior das edificações em torno de 6 dB a 1000 Hz. Isso foi comprovado também segundo Dunnett; Kingsbury (2004) no aeroporto de Frankfurt na Alemanha, onde a cobertura verde conseguiu reduzir os níveis de ruídos em 5 dB (ROSSETI, 2013). Isto é capaz devido aos poros contidos dentro do substrato, que atenuam o som. A largura do substrato também ajuda a reduzir o som.



4.6. Manejo Pluviométrico

Ferreira (2007) fala que os telhados verdes nos primeiros 15mm de chuva obtém-se uma capacidade de retenção de água de 63% e redução de vazão que varia de 78% a 87%, isso embasado em Moran; Hunt e Jennings (2004). Já ele também traz através de Robertson et al. (2005) que a redução do escoamento superficial varia de 40% a 80% em situações de chuvas extremas e em condições normais respectivamente.

No que diz respeito a Oliveira (2009) em seu experimento observou-se em seu experimento na cidade do Rio de Janeiro, uma redução de 56% do volume precipitado e um retardamento de 8 minutos da ocorrência de pico, isso se comparado com um telhado convencional. Com esses dados, pode-se dizer que os telhados verdes reduzem significativamente a quantidade de enxurradas e inundações, armazena uma grande quantidade do volume da chuva, eliminando essa água em forma de evaporação e

transpiração pelas plantas.

5. CONCLUSÃO

A utilização do telhado verde tem se mostrado muito benéfica tanto para a população quanto para o meio ambiente. Mostrando que uma simples atitude ajuda as cidades a ficarem mais verdes e fazendo que as pessoas entrem em contato com a natureza, mesmo que de uma forma “artificial”. Mas deve-se lembrar que esse tipo de telhados tem que ser muito bem feito e bem pensado. Escolher para qual finalidade se quer e qual o tipo de vegetação que se deve utilizar, para que não ocorra algo indesejado. Em vários estudos notou-se que o desempenho tanto na parte de captação da água da chuva, como na área isolamento termo acústico e diminuição de microclimas nas cidades tem-se um resultado muito positivo. Por isso que se deve ter um incentivo maior através do poder público quanto ao uso dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

- AQUA. **Certificação Aqua**. Disponível em: <<https://goo.gl/TRNttX>> Acesso em 11 de ago de 2016.
- ARAÚJO, Sidney R. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. Monografia, Rio de Janeiro, 2003.
- CATUZZO, Humberto. **Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CORDONI SAVI, Adriane. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia (Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 125 f. 2012
- FERREIRA, César Argentieri; MORUZZI, Rodrigo Braga. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis**. Encontro nacional, v. 4, 2007.
- FERREIRA, N. S. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 257–272. 2002
- FRANÇA, Luciano Cavalcante De Jesus. O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos: opção viável para a sociedade moderna do século XXI. **Revista Húmus**, v. 2, n. 4, 2012.
- LOPES, Thais Vieira. **Telhado verde, energia embutida e emissão de CO₂: uma análise comparativa a sistemas de cobertura convencionais**. 2015.
- MORAIS, Caroline S. de, RORIZ, Maurício. **Comparação entre os desempenhos térmicos de cobertura ajardinada e laje comum em guaritas**. ENCAC –COTEDI. Curitiba. Nov , 2003
- MINKS, Volker. A rede de design verde urbano – uma alternativa sustentável para megacidades. **Revista LABVERDE**, n. 7, p. 120-141, 2013.
- 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.
- ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho. Abordagem sobre as barreiras e benefícios da utilização do sistema de telhado verde em áreas urbanas de regiões tropicais. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 4, n. 1, 2013.
- SANTOS, Gislaine Matias dos. **Certificação leed: sustentabilidade em empreendimentos imobiliários para certificação ambiental**. 2014



Green roof: a sustainable alternative for the 21st century

André Fogolin Machado ⁶ Generoso de Angelis Neto ⁷ Diego Vieira Ramos ⁸
Joandsom Fernandes Campos ⁹ José Luis Miotto ¹⁰

18 novembro 2017

Abstract – The process of industrialization, the degradation of environmental resources and the problems arising from these practices, began to highlight the need to develop measures to improve the current environmental scenario. In this way, the line of thought began to preserve natural resources, minimize and restore the impacts caused by man's actions in nature. To this end, practices related to environmental education and efficiency in the performance of buildings, such as the Green Roofs, were adopted. Therefore, the elaboration of this article can be justified by the need to spread the knowledge among professionals in the field of construction, with respect to the gains from the use of such technique, and also to raise awareness about the importance of sustainability in Building. For the construction of this work, it was adopted as an objective, to highlight the benefits that the implementation of Telhados Verdes provides to the performance of the building, in terms of aspects such as acoustic comfort, energy efficiency, among others. The proposed study consisted of a review of the literature, conducted through the consultation of publications of works produced in the interval of time from the year 2000 to the present day. The "Google Scholar" platform was used, with searches such as "green roofs", "vegetal coverings", "natural hedges", "green roofs", among others. In this way, it was possible to verify that the technique presented several benefits, in what refers to thermal comfort, energy efficiency, acoustic efficiency, among others.

Keywords: Green Roofs. Thermal Comfort. Energy Efficiency. Heart Islands.

Correspondência:

André Fogolin Machado

Rua Osvaldo Cruz, 317 - Apto 303. CEP: 87020-200 Maringá, Paraná, Brasil.

Recebido: 15/09/2017

Aprovado: 18/11/2017

Como citar:

MACHADO, André Fogolin; et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para o século XXI. *Syn. scy. UTFPR*, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 176–182. 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: "registro apenas quando a revista for depositada no portal do PERI"



Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença **Creative Commons** Atribuição 4.0 Internacional.

⁶ afogolin@msn.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁷ ganeto@hotmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁸ jhoandsom@gmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

⁹ diego.vieira.arquitetura@gmail.com. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

¹⁰ jimiotto@uem.br. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Departamento Eng. Civil - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil