

ECO-TELHADOS: efeito das variações de formas e materiais dos telhados na temperatura, volume e qualidade da água coletada

Matheus Marinho Munhos ¹
Alexandre Marco da Silva²

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

A presença de telhados ondulados de fibrocimento é grande em diversas cidades do Brasil, sendo ela uma das principais coberturas em telhados no Brasil. Esta pesquisa objetivou estudar as diferentes disposições das telhas onduladas de fibrocimento, sendo giradas 90° e com barreiras de argamassa em relação à qualidade da água coletada, à temperatura e à quantidade de água retida para fins de contribuição no atraso do escoamento superficial. A metodologia do estudo foi através de coleta de dados in loco. Os dados foram tratados estatisticamente para avaliar a correlação dos resultados quanto às mudanças de temperatura e quanto às similitudes na qualidade da água. Constatou-se que ao longo do tempo as telhas de fibrocimento foram cada vez menos desprendendo partículas físico-químicas na água, e que as mudanças nas disposições não influenciaram na temperatura. As telhas giradas em 90° apresentaram maior retenção de água, tornando-as um tipo apropriado para uso no atraso do escoamento superficial.

Palavras-chave: Telhado; Água; Qualidade; Temperatura; Escoamento;

¹Eng Civil – mestrando do PPG Engenharia Civil e Ambiental - UNESP. E-mail: matheus.marinho@unesp.br

² Professor Associado. Orientador – Departamento de Engenharia Ambiental – ICT de Sorocaba – UNESP. E-mail: alexandre.m.silva@unesp.br

INTRODUÇÃO

Em razão das mudanças climáticas e da degradação ambiental, cada vez mais busca-se desenvolver maneiras de diminuir os efeitos dos problemas relacionados ao aquecimento global. Diante de sintomas como a poluição do ar e das águas, ilhas de calor, desmatamentos em grandes áreas, é necessário estudar formas [resilientes e adaptativas](#) de mitigar os impactos ambientais que decorrem dessas ações e avaliar quais melhorias podem ser implementadas. Um dos locais onde essas melhorias podem ser implementadas são os telhados ([JAMEI et al., 2021](#); [TEOTÓNIO et al., 2021](#)).

É reconhecido que no Brasil a cobertura de telhados ondulados de fibrocimento tem extensa disseminação. Essa área pode ser aproveitada para plantio de diversas espécies de hortaliças e plantas comestíveis se sua aplicação prática for melhor estudada.

O telhado de fibrocimento promove um rápido escoamento da água e pouca proteção térmica por si mesmo e portanto não contribui no combate aos alagamentos nem na economia de energia despendida para conforto térmico, porém, através de um estudo sobre as maneiras de disposição do telhado pode-se alcançar resultados que apresentem indícios de viabilidade de seu uso de diferentes formas além de sua disposição mais difundida (SANTOS, 2019).

Diante de todos esses fatos que favorecem a junção da ecologia nas coberturas, buscou-se realizar uma pesquisa capaz de estudar formas de desenvolver telhados ecológicos com baixos custos de implementação. Com o intuito de avaliar se melhores benefícios podem ser usufruídos de acordo com as modificações na disposição e na cobertura em si do telhado, foram coletados e avaliados dados referentes às chuvas e à temperatura entre maio e dezembro para avaliar a eficácia dessas mudanças na disposição das telhas onduladas de fibrocimento.

Parte-se da hipótese de que se o telhado de fibrocimento, o qual é um produto muito simples e comum no mercado, fosse instalado numa maneira diferente em relação a convencional, ou mesmo se o acréscimo de um elemento a mais na sua estrutura, poderia proporcionar uma melhoria em termos de amenização de temperatura e acúmulo /

Realização

Apoio

armazenamento de água pluvial. Sendo assim, nesse trabalho tivemos como objetivo avaliar a influência do posicionamento dos telhados e suas respostas quanto a retenção de água, e contribuição nas mudanças na temperatura, em diferentes tipos de telhados.

METODOLOGIA

A área onde foram executados os experimentos está inserida no Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba da Unesp. Localizada na Avenida Três de Março, 511 – Bairro da Boa Vista – Sorocaba – SP. Latitude 23°28'46.481" Sul, 47°25'1.697" Oeste, com altitude de aproximadamente 600 metros. Foi colocado no local um pluviômetro para a coleta dos dados de volume de chuva e condutividade elétrica, de forma que a água pudesse ser coletada e estudada. Os protótipos podem ser vistos em suas diferentes disposições, como mostra a figura 1.

O experimento foi conduzido usando nove unidades constituídas de telhas de fibrocimento sobre uma estrutura de madeira semelhante a uma mesa, mas sem o tampo. As telhas foram dispostas de três maneiras diferentes e com três repetições cada, sendo elas classificadas em A1, B1, C1, A2, B2, C2, A3, B3 e C3.

Realização



Figura 1 – Disposição dos protótipos.

As telhas possuíam dimensões de 1 metro (comprimento) por 80 centímetros (largura), e amplitude de ondulações de 5,5 cm. Todos os protótipos foram nivelados com uma inclinação de sete graus, inclinados a partir da calha.

As telhas A1, B2 e C3 foram dispostas da forma normal, com sua inclinação levando a água para a calha. As telhas A2, B3 e C1 foram dispostas com o sentido original de suas concavidades rodado 90° e com suas laterais fechadas com argamassa para que a água escorra por cima de suas ondulações até verter na calha de PVC. As telhas A3, B1, e C2 foram dispostas com o sentido normal de telhas de fibrocimento, no entanto foram adicionados sobre a superfície pequenas barreiras de argamassa para que os diferentes

parâmetros pudessem ser analisados.

Em cada telhado foi instalada uma calha de PVC cortada ao meio, em sentido longitudinal à bancada, com instalação de um furo com um tubo em uma extremidade menos elevada por onde a água vertia para o reservatório de 5,2 litros. Em cada ponta foi utilizado uma tampa plástica e assim, com o sistema vedado, a água recolhida de cada telhado ia da calha para o reservatório por gravidade.

Para coletar as amostras referentes ao acúmulo de água da chuva ia-se ao local de pesquisa, e em cada garrafa pet de 5,2 litros media-se o volume de água acumulada de cada telhado através de uma proveta de medição de 1000 mililitros.

Após cada coleta onde o volume de água acumulada era medido, também se analisava a condutividade elétrica da amostra. Para avaliar a condutividade elétrica, era utilizado um becker de 100 mililitros e um medidor multiparâmetro. Após cada amostra os recipientes de análise - tais como o becker para medição da condutividade elétrica, o medidor multiparâmetro, as calhas, os tubos e a proveta eram lavados com água destilada para que as próximas amostras não fossem contaminadas com as amostras anteriores. Após as leituras e coletas, todo aparato (calhas, mangueiras, garrafas) era devidamente enxaguado com água destilada para evitar contaminação e confusão de dados entre coletas.

Para as leituras de temperatura, efetuou-se medições às quartas-feiras no período da manhã, semana sim e semana não. Os dados de temperatura foram coletados através de um termômetro digital infravermelho sem contato. Em cada telha, retirou-se cinco amostras de temperatura, medindo sempre a uma distância de dois a cinco centímetros entre o termômetro e a telha, observando sempre que essa distância não fosse menor que dois centímetros nem maior que cinco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo de 2021 foram realizadas 21 coletas de dados da chuva e 16 coletas de dados da temperatura, de 12 de maio de 2021 a 08 de dezembro de 2021.

Comentado [A1]: Esse período do experimento é que você precisa colocar no texto lá em cima.

Os resultados referentes ao volume de água coletado em cada reservatório foram comparados em dois gráficos, um em milímetros de chuva (Figura 2), que teve como base a área de contribuição do pluviômetro e das telhas, e outro em mililitros de chuva (Figura 3), referente à água coletada e analisada nos reservatórios, mas sem a comparação com a quantidade de água coletada no pluviômetro, por este ter uma área de contribuição diferente.

Comentado [A2]: O texto está ficando bom.

Eu apenas recomendo que nos Res / Disc, você primeiro aborde a questão do volume de chuva, depois da condutividade elétrica e depois da temperatura.

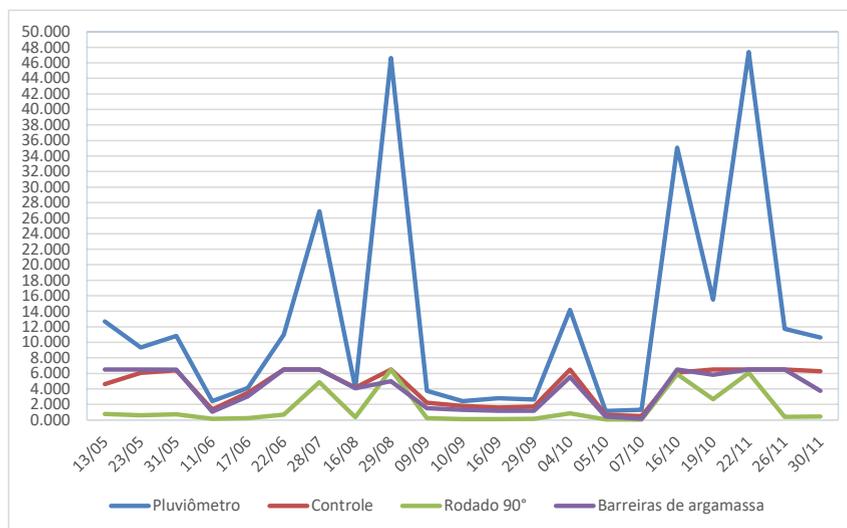


Figura 2 – Equivalente em milímetros de chuva por protótipo.

A Figura 3 demonstra a capacidade de retenção de água nas diferentes disposições das telhas. Os protótipos rodados em 90° apresentaram a maior retenção de água, em seguida, os com as barreiras de argamassa e depois os controles, que representam telhas onduladas de fibrocimento convencionais;

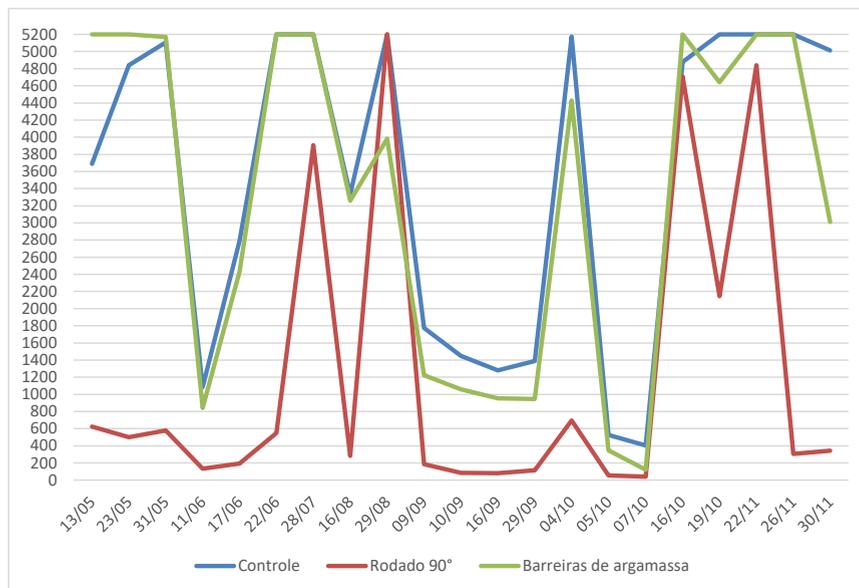


Figura 3 - Mililitros de água acumulada nos reservatórios dos protótipos.

Observou-se em relação à quantidade de água coletada pelas telhas que as barreiras de argamassa e as telhas de controle se assemelharam muito em relação à água escoada, manifestando serem ineficientes para o atraso do escoamento superficial. Já os protótipos rodados 90° manifestaram ser bons para a contenção da água, sendo propícios para a redução do escoamento superficial em áreas alagáveis.

Os dados referentes à condutividade elétrica, no gráfico (Figura 4), apresentam uma queda ao longo dos meses. O pico da condutividade elétrica no início do período de estudo pode estar relacionado com a concentração de partículas químicas dissolvidas na água, em decorrência dos processos de lixiviação das telhas, onde são liberadas fibras das camadas mais superficiais. Tal processo também pode estar relacionado à diminuição da condutividade elétrica ao longo do período de estudo.

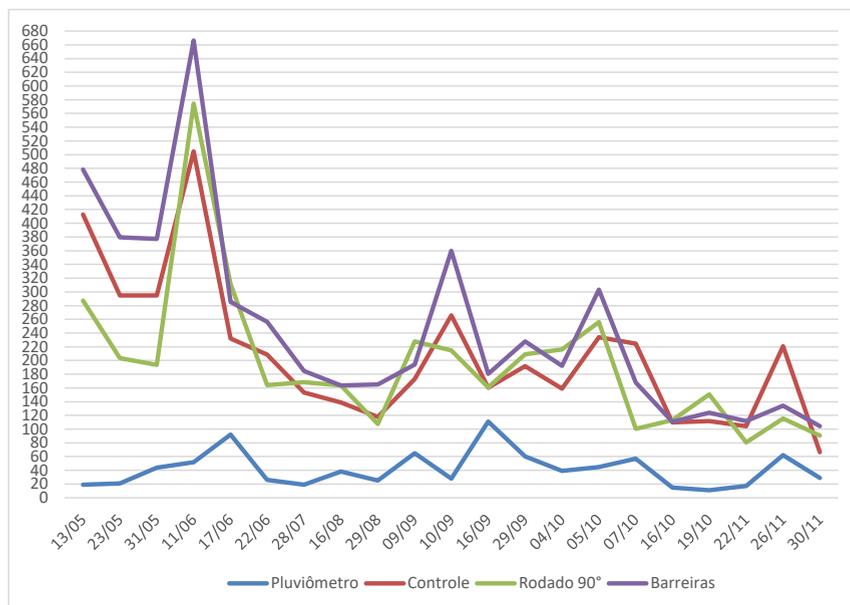


Figura 4 – Condutividade elétrica.

A respeito da diminuição da condutividade elétrica ao longo do tempo, o relatório técnico do Centro de Tecnologia de Obras e Infra-estrutura (2006) revelou que os tipos de alterações nas telhas onduladas de fibrocimento são mecânicos, biológicos, químicos e físico-químicos. O processo de degradação mecânica é representado por quebras nas telhas. As alterações biológicas são representadas por crescimento de material biológico. As alterações químicas são representadas por eflorescências, e as alterações físico-químicas são representadas pela lixiviação da pasta cimentícia de revestimento e liberação de fibras da telha. Esse processo físico-químico aparenta ser o motivo por trás da diminuição da condutividade elétrica ao longo do tempo. O relatório técnico também revela que as fibras da superfície mais externa das telhas de fibrocimento ficam desprendidas da matriz, podendo ser carreadas pela água e pelo ar, portanto ao longo do tempo a condutividade elétrica diminuiu em decorrência da diminuição de partículas químicas que foram sendo

Realização



Apoio



carreadas pela água (CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA, 2006).

O gráfico de temperatura (Figura 5) demonstra que houve pouca variação entre os protótipos, mas que os telhados ondulados de fibrocimento mantêm uma temperatura predominantemente acima da temperatura ambiente em dias quentes. Os dados de temperatura mostram pequena variação entre os protótipos, porém em relação à temperatura ambiente foram constatados picos que não demonstram correlação direta em comparação aos protótipos.

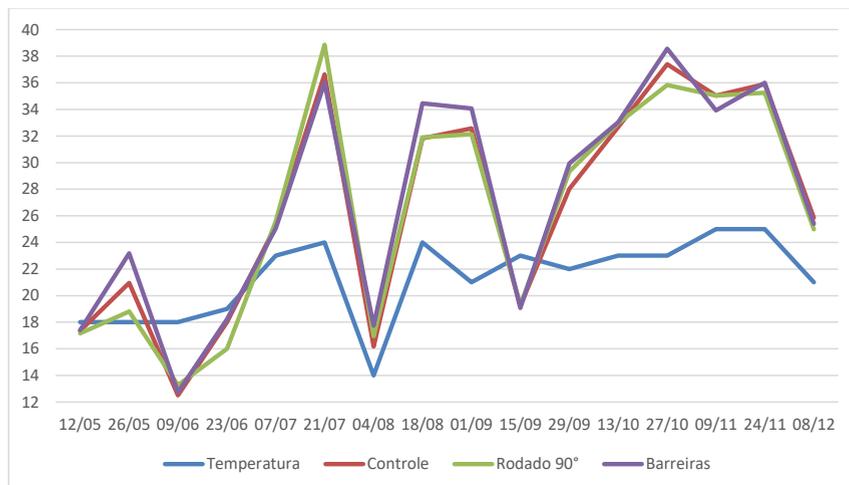


Figura 5 – Temperatura ambiente e média nos grupos de telhas.

CONCLUSÕES

Foi concluído ao estudar as diferentes disposições das telhas que a variação das formas é uma causa que pode influenciar o volume de água escoado. Em relação à qualidade da água, conclui-se que o tempo de uso dos telhados pode gerar menor quantidade de

partículas químicas na água que escoam das telhas. A temperatura não mostrou ser um parâmetro afetado pela disposição dos telhados, até mesmo quando a água permanecia nas telhas viradas 90°.

A condutividade elétrica nos diferentes tipos de telha pode ter sido afetada pelos materiais contidos nas argamassas utilizadas e partículas físico-químicas contidas nas camadas de cobertura das telhas de fibrocimento, portanto deve ser realizada uma pesquisa para avaliar melhor essa questão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Unesp e aos colaboradores do congresso pela análise do texto. À CAPES, pela bolsa de mestrado que o primeiro autor vem usufruindo.

REFERÊNCIAS

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA (São Paulo). Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. **Estudo das alterações das telhas de cimento-amianto ao longo do uso, pela exposição às intempéries**. São Paulo: 2006. 197 p. Disponível em: <http://www.ibcbrasil.org.br/pesquisa/ipt-instituto-de-pesquisa-tecnologicas-estudo-das-alteracoes-das-telhas-de-cimento-amianto-ao-longo-do-uso-pela-exposicao-as-intemperies>. Acesso em: 26 jun. 2022.

JAMEI, E., CHAU, H. W., SEYEDMAHMOUDIAN, M., STOJCEVSKI, A. 2021. Review on the cooling potential of green roofs in different climates. **Science of the Total Environment**, 791, 148407.

SANTOS, C. P. **Análise de retenção do escoamento superficial e desempenho térmico de telhado verde extensivo sobre telhado de fibrocimento**. 2019. Dissertação de Mestrado, do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Pato Branco, 2019.

TEOTÓNIO, I., SILVA, C. M., & CRUZ, C. O. 2021. Economics of green roofs and green walls: A literature review. **Sustainable Cities and Society**, 69, 102781.

Realização



Apoio

