



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Engenharia
Engenharia Civil - FAEN

VIVIAN CÁSSIA LOPES DA SILVA

**Análise comparativa de desempenho térmico e patológico de um
telhado de fibrocimento e telhado verde**

Dourados - MS
2023

VIVIAN CÁSSIA LOPES DA SILVA

**Análise comparativa de desempenho térmico e patológico de um
telhado de fibrocimento e telhado verde**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof^o Leonardo da Rosa Walz com área de concentração 3.01.00.00-3 – Engenharia Civil.

**Dourados - MS
2023**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 13 : 30 horas do dia 20 de abril de 2023, realizou-se no Laboratório 01 – FAEN (Video-conf. e Proc. de Imagens) a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado “ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO TÉRMICO, PATOLÓGICO E FINANCEIRO DE UM TELHADO DE FIBROCIMENTO AO TELHADO VERDE” de autoria da discente VIVIAN CÁSSIA LOPES DA SILVA, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

- Aprovado
 Reprovado

A discente declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (encadernada, corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. O orientador se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pela discente para a elaboração da versão final.

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

DISCENTE

Nome: VIVIAN CÁSSIA LOPES DA SILVA Assinatura: Vivian Cássia Lopes da Silva

BANCA EXAMINADORA

Orientador: LEONARDO DA ROSA WALZ Assinatura: Leonardo da Rosa Walz

Membro: DOMINGOS JORGE FERREIRA DA SILVA Assinatura: Domingos Jorge Ferreira da Silva

Membro: ERIVALDO PEREIRA NUNES Assinatura: Erivaldo Pereira Nunes

ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO TÉRMICO E PATOLÓGICO DE UM TELHADO DE FIBROCIMENTO E TELHADO VERDE

Vivian Cássia Lopes da Silva¹; Leonardo da Rosa Walz²
E-mail¹: viviancassia01@outlook.com; E-mail²: leonardowalz@ufgd.edu.br;

RESUMO

Com a urbanização desenfreada impactos ambientais como ilhas de calor, diminuição da qualidade do ar e da água, consumo excessivo de recursos naturais, diminuição de áreas verdes e impermeabilização do solo foram afetados diretamente. Com o intuito de modificar esse cenário, fez-se necessário buscar soluções com pensamento ecologicamente correto, economicamente viável e ambientalmente sustentável. Uma das soluções é o telhado verde, que pode beneficiar o ambiente, contribuindo para o aumento das áreas verdes nas cidades, melhorando a qualidade do ar, contribuindo para a gestão das águas pluviais, diminuindo as altas temperaturas no verão e mantendo a temperatura interna no inverno. Esse trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da implantação de um telhado verde do tipo extensivo na cidade de Dourados/MS, verificando através da construção de dois protótipos, a eficiência do telhado verde comparado a um telhado com telhas de fibrocimento. Para a análise do desempenho térmico foi realizado o monitoramento das temperaturas externa e internas dos dois protótipos, no período de 10 a 30 de março nos horários de 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00. Para análise das patologias foi observado as alterações físicas no protótipo com cobertura verde. Assim, conclui-se, que o telhado verde garante melhor conforto térmico, diminuindo a temperatura nos horários de pico durante o dia e com a queda da temperatura externa mantém sua temperatura interna. As patologias detectadas estiveram relacionadas ao surgimento de ervas daninhas na vegetação, não houve problemas quanto a infiltração e descarregamento do solo.

Palavras-chave: construção civil; sustentabilidade; tecnologias sustentáveis.

ABSTRACT

With unbridled urbanization, environmental impacts such as heat islands, decreased air and water quality, excessive consumption of natural resources, reduction of green areas and soil sealing were directly affected. In order to change this scenario, it was necessary to seek solutions with ecologically correct thinking, economically viable and environmentally sustainable. One of the solutions is the green roof, which can benefit the environment, contributing to the increase of green areas in cities, improving air quality, contributing to the management of rainwater, reducing high temperatures in the summer and maintaining the internal temperature in the winter. This work aims to evaluate the feasibility of implementing a green roof of the extensive type in the city of Dourados/MS, verifying, through the construction of two prototypes, the efficiency of the green roof compared to a roof with fiber cement tiles. For the analysis of the thermal performance, the monitoring of the external and internal temperatures of the two prototypes was carried out, in the period from March 10 to 30, at the times of 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 and 21:00. For the analysis of the pathologies, the physical changes in the prototype with green cover were observed. Thus, it is concluded that the green roof guarantees better thermal comfort, decreasing the temperature at peak times during the day and with the drop in the external temperature, it maintains its internal temperature. The pathologies detected were related to the emergence of weeds in the vegetation, there were no problems regarding soil infiltration and discharge.

Keywords: construction; sustainability; sustainable technologies.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas mais antigas e importantes da humanidade, responsável por criar habitações, estradas, pontes, prédios, e muitas outras estruturas que são fundamentais para a vida em sociedade. A evolução da construção civil pode ser dividida em várias fases, desde a antiguidade até os dias de hoje (JOGEFE, 2021).

Na antiguidade era realizada de maneira rudimentar, com materiais simples como pedras e madeiras, na Idade Média, a construção civil evoluiu lentamente, mas começou a utilizar novos materiais como tijolos e argamassa (SATO, 2011). No Renascimento, a construção civil passou por uma revolução, com a utilização de novos materiais e técnicas de construção (BELARMINO *et al.*, 2016).

Mas foi na Revolução Industrial, a construção civil passou por uma nova fase de evolução, com a utilização de novos materiais como o aço e o concreto armado. Hoje ela continua a evoluir, com a utilização de materiais sustentáveis e tecnológicos, percebe-se que a evolução da construção civil foi marcada pela utilização de novos materiais e técnicas de construção ao longo dos séculos, acompanhando o desenvolvimento da humanidade e atendendo às suas necessidades de habitação e infraestrutura (OLIVEIRA, 2021).

Dentro do conceito de evolução da construção civil, tem-se a necessidade de se tornar cada vez mais sustentável. O termo sustentabilidade é definido pela Organização das Nações Unidas (ONU) como sendo o ato de suprir as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas necessidades (ONU, 1987). A sustentabilidade na construção civil é um tema cada vez mais importante, uma vez que a construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais e gera impactos ambientais, conforme visto no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), a construção civil é responsável por consumir quase 75% dos recursos naturais extraídos, além disso 84 toneladas de resíduos de obras são geradas anualmente pelas empresas (SINIR, 2019).

Uma das principais estratégias para alcançar a sustentabilidade na construção civil é a utilização de materiais mais sustentáveis, como os materiais reciclados, além de adotar práticas construtivas que reduzam o desperdício de materiais e energia, como o uso de sistemas de reuso de água ou sistemas de eficiência energética em edificações, como o próprio telhado verde (CBCS, 2009).

Desta forma, partindo do princípio de sustentabilidade, esse trabalho tem como objetivo verificar a eficiência de um telhado verde quando comparado a um telhado com

telhas de fibrocimento, avaliando o desempenho térmico e patológico deste método construtivo alternativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Telhado de fibrocimento

As telhas de fibrocimento sua base composta de cimento com o acréscimo de minerais, alguns agregados e fibras de reforço minerais, vegetais e sintéticas, distribuídas pela matriz. O fibrocimento surgiu com a finalidade de substituir a fibra de amianto, pois este material traz muitos prejuízos à saúde humana, por se tratar de um material tóxico (PEREIRA; SIQUEIRA, 2019).

Uma das principais vantagens desse material é a rapidez, baixo custo e alta resistência mecânica, essas telhas têm uma alta durabilidade e são muito resistentes a agentes externos, suportando efeitos de corrosão (COUTINHO, 2018).

Suas desvantagens são efeito estético pouco agradável, maior manutenção devido ao envelhecimento que ocorre antes mesmo das telhas cerâmicas de mesma idade e o aumento exagerado da temperatura interna dos ambientes quando exposta a radiação solar por longos períodos (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Figura 1 – Modelo de telha de fibrocimento



Fonte: Normatel (2023).

2.2 Telhado verde

O telhado verde é uma técnica de construção sustentável que consiste na criação de jardins em coberturas de edifícios, casas e outros tipos de construções. Essa técnica tem sido adotada com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida das pessoas (JESUS, 2018). É composto por camadas, sendo a primeira camada impermeabilizante impedindo a infiltração de água, seguida da camada de manta impermeável para proteção da impermeabilização, camada de drenagem que regula a retenção de água, camada de filtro impedindo a passagem do solo para drenagem, camada solo onde encontra-se os nutrientes necessários para vegetação, e por fim, a camada vegetação que são as plantas a ser cultivadas (BRUNO, 2016). Na Figura 1, tem-se as camadas de um telhado verde.

Figura 2 – Camadas que compõem o telhado verde



Fonte: ECOTECNOLOGIAS (2023).

Segundo Heneine (2008), existem 3 tipos de telhado verde e são classificados de acordo com suas características e funções: o intensivo, o extensivo e o semi-intensivo. O telhado de cobertura intensiva é aquele onde haverá um maior cuidado e manutenção posteriormente, necessitam de uma camada de solo mais espessa (entre 15 e 21cm) e comumente são mais pesados. Já a cobertura extensiva é aquela onde não há grande necessidade de manutenção e cuidados após sua instalação, sua camada de solo possui por volta de 10 cm ou até menos, e normalmente é composta de plantas rasteiras e gramíneas, capazes de se adaptarem e resistirem a secas sem a necessidade de irrigação.

E a cobertura semi-intensiva é aquela que mesclar os dois tipos de cobertura, extensiva e intensiva.

As principais características dos sistemas são destacadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Características dos tipos de telhado verde

	Cobertura verde extensiva	Cobertura verde semi-intensiva	Cobertura verde intensiva
Manutenção	Baixa	Média	Alta
Irrigação	Baixa	Periodicamente	Regularmente
Tipos de plantas	Musgos, herbáceas e gramíneas	Gramíneas-herbáceas e arbustos	Gramado permanente, árvores e arbustos
Altura do sistema construtivo	60 – 200 mm	120 – 250 mm	150 – 400 mm
Peso	60 – 150 Kg/m ²	120 – 200 Kg/m ²	180 – 500 Kg/m ²
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso	Proteção ecológica	Cobertura verde com design	Jardim tipo parque

Fonte: Adaptado de SCRENSKI (2015).

O telhado verde possui mais vantagens que os telhados tradicionais, minerais ou sintéticos, dentre os benefícios do emprego de telhado verdes pode-se citar: o aumento do nível de conforto e diminuição dos impactos ambientais, mudanças para padrões mais sustentáveis, maior isolamento térmico e acústico, criação de novas paisagens urbanas no caráter estético, melhoria da qualidade do ar com a diminuição de emissão de dióxido de carbônico (CO₂), resultando em um melhor reequilíbrio ambiental (ULCKMAN, 2020).

O telhado verde tem várias vantagens ambientais, como a redução do efeito de ilha de calor, que é causado pela grande concentração de edifícios e pavimentação nas cidades, e a absorção da água da chuva, o que evita a sobrecarga dos sistemas de drenagem e minimiza os riscos de enchentes (RANGEL *et al.*, 2015).

Além de desempenhar as principais funções do sistema de cobertura, corresponde ao impedimento da infiltração de umidade proveniente das intempéries, chuvas e radiação solares diretas, devem garantir o conforto térmico dos usuários e minimizar consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar que são necessários devido a influência direta na carga térmica transmitida aos ambientes no qual gera o desconforto térmico (NBR 15575-5, 2012).

No que diz respeito as desvantagens, esse sistema construtivo tem um alto custo de instalação, pois devem reforçar toda a estrutura para aguentar o peso (RODRIGUES; CABRAL, 2020). Complementando, a instalação de telhados verdes deve ser realizada por

mão de obra especializada, isso desde a fase de planejamento até a execução. (SANTOS, 2019).

Outra desvantagem é em relação a manutenção dos telhados verdes, por conta da adição de plantas, a estrutura precisa ser mais reforçada, com isso necessita de uma melhor manutenção (RODRIGUES; CABRAL, 2020). Por conta de a vegetação natural ser usada, há uma necessidade maior de uma melhor assistência para a cobertura, a fim de mantê-la saudável e para fornecer uma boa estética (BORGES, 2018).

O preço médio de um telhado verde é de R\$ 100,00 a 150,00/m², a localização do telhado tem um impacto direto no preço porque é necessário verificar a presença de empresas especializadas na área (SCHMITT, 2020).

3 METODOLOGIA

A seguinte pesquisa decorreu no período de 10 de março à 30 de março de 2023, após a execução e instalação, em local com incidência solar durante todo o dia, de dois protótipos: um com telhado convencional de telha fibrocimento e o outro com aplicação do método construtivo de cobertura verde.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados para caracterização do município de Dourados/MS, demonstrando as condições da cidade, sua localização, população e condições climáticas para ajudar na escolha e compra dos materiais empregados.

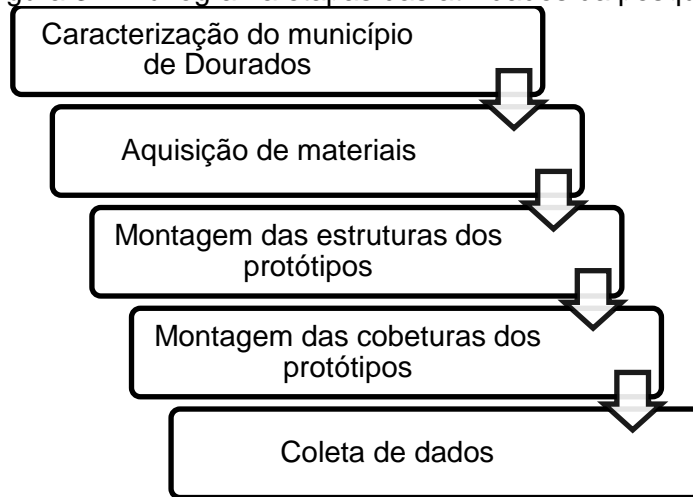
Com a execução e instalação dos protótipos concluída, houve a necessidade de aguardar o desenvolvimento da vegetação, com a finalidade de maior eficiência do sistema quanto ao desempenho térmico.

Após essas etapas deu-se início a análise e coletas de dados referente ao desempenho térmico, através do monitoramento da temperatura interna e externa e análise visual de patologias.

Os dados obtidos pela pesquisa levaram em consideração a análise apenas para a cobertura do telhado verde isolada da estrutura.

Na Figura 3 são descritas as etapas das atividades desenvolvidas na presente pesquisa.

Figura 3 – Fluxograma etapas das atividades da pesquisa

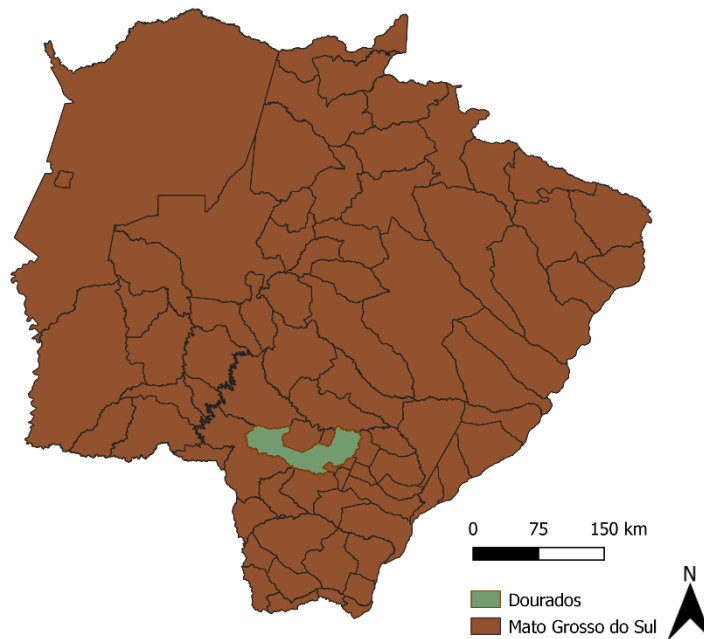


Fonte: Autora (2023).

3.1 Caracterização do município do local de estudo

O município de Dourados se localiza no estado de Mato Grosso do Sul, na região Centro-Oeste do Brasil, com latitude $22^{\circ}13'15''S$ e longitude $54^{\circ}48'21''O$, conforme indicado na Figura 3.

Figura 4 – Mapa de localização da cidade Dourados/MS



Fonte: IBGE (2023).

A região de Dourados/MS apresenta as seguintes características climatológicas anuais, indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados climatológicos médios para Dourados-MS

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	27,4	27,5	25,1	23,5	18,2	18,2	21,5	19,6	20,5	23,2	23,2	25,9
Temperatura mínima (°C)	18,3	13,9	13,8	12,4	4,8	3,4	5,1	4,0	7,9	10,8	9,2	17,1
Temperatura máxima (°C)	38,3	38,1	36,1	33,1	31,7	30,9	33,3	34,3	35,9	35,8	36,9	35,6
Chuva (mm)	56	40	279	154	116	62	3	170	112	139	100	92

Fonte: EMBRAPA (2023).

Devido ao clima tropical na cidade Dourados/MS as variações de temperaturas ocorrem de acordo com as estações do ano, sendo consideradas temperaturas médias elevadas durante o ano. Observa-se que as temperaturas variam entre 3,4 °C em períodos de inverno a 38,3 °C em períodos de verão, sendo a maior parte do ano o clima de elevada sensação térmica.

3.2 Desenvolvimento dos protótipos para análise

Para o dimensionamento da estrutura do telhado dos protótipos, foi utilizado o modelo com duas águas, com telha fibrocimento, escolhida por sua alta transmitância térmica que reduz a sensação térmica.

Os materiais utilizados para construção dos dois protótipos foram selecionados e adaptados de acordo com a disponibilidade e menor preço da cidade de Dourados.

Como o telhado verde escolhido para pesquisa foi do tipo extensivo, que necessita de uma menor profundidade de solo são indicadas as espécies de pequeno porte, plantas nativas da região, que crescem de forma contínua e natural, de baixa manutenção, resistentes a altas e baixas temperaturas, como também excesso ou ausência de água. Para melhor adaptação as características climáticas da região a espécie escolhida foi *Zoysia japonica*, conhecida como grama esmeralda ou grama silvestre.

3.3 Construção dos protótipos para análise

Os protótipos foram projetados com dimensões 1,10 m de altura e com dimensões laterais de 0,90x0,70 m. O telhado, de ambos, foi instalado em duas águas e com uma inclinação de 30°, com dimensões de 1,40x1,10 m, totalizando uma área de 1,54m².

Inicialmente realizou-se os cortes necessários com seu tamanho ideal para encaixe dos caibros, tábuas, ripas, forro de pinus e telhas de fibrocimento, já que não se comercializam nas medidas do projeto.

A armação da estrutura dos protótipos teve início pela base (piso), vedação da base com forro de pinus, levantamento das paredes, vedação das paredes com forro de pinus, cobertura, colocação das ripas com espaçamento de 30 cm entre elas, cobrimento com a telha de fibrocimento e a cumeeira. Para o protótipo do telhado verde antes do processo de armação da telha foi necessário a adição de calhas de alumínio nas laterais com bocal para saída de água e a inserção de canos de PVC de 50 mm para efetuar o escoamento das calhas. Ambos os protótipos tinham na parte frontal uma abertura para melhor obtenção de temperaturas.

A Figura 5 apresenta fotos da montagem dos protótipos de acordo com sua etapa de execução.

Figura 5 – Execução da estrutura dos protótipos de telhado com de fibrocimento e telhado verde



Fonte: Autora (2023).

A próxima etapa constituiu na execução de aplicação das camadas que compõe o telhado verde, que são elas: impermeabilização, drenagem, filtro, substrato e vegetação.

A impermeabilização foi composta por duas camadas de lona plástica dupla preta, esticada cobrindo toda extensão da área do telhado. Essa camada tem a função de impedir

a passagem de água, escoando-a até o sistema de drenagem (calhas) nas laterais do telhado, como também para proteção anti-raízes (Figura 6).

O sistema de drenagem resultou de uma camada constituída pela argila expandida depositada sob a lona. Devido as ondulações da telha de fibrocimento, as espessuras das camadas foram variadas, sendo que a espessura nos vales das ondulações foram de aproximadamente 5cm e nos cumes das ondulações aproximadamente 1 cm, já garantindo a percolação e escoamento da água (Figura 7).

Figura 6 – Camada de impermeabilização com lona



Figura 7 – Camada de drenagem com argila expandida



Fonte: Autora (2023).

Acima da camada de drenagem optou-se pelo tecido permeável que funcionou como um filtro, garantindo a separação da camada de substrato da camada drenante, evitando através de uma camada de manta permeável geotêxtil a passagem de substratos finos e passando somente a água. Logo acima do tecido, tem-se o substrato que é a base para o plantio da vegetação, é a terra adubada adicionada com uma espessura aproximadamente 4 cm após o tecido filtrante. Como a área do telhado é de 1,54 m² o volume de substrato foi de 0,06 m³ (Figura 8). Finalizando com a cobertura vegetal formada de grama esmeralda, composta por 8 placas de grama plantadas no substrato do telhado, totalizando o volume de 2 m³ (Figura 9).

Figura 8 – Camada de substrato com terra adubada



Figura 9 – Camada vegetal com grama esmeralda



Fonte: Autora (2023).

Os protótipos resultaram na estrutura apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Protótipos concluído



Fonte: Autora (2023).

3.4 Metodologia de análise

Para análise de desempenho térmico, foi realizado o monitoramento das temperaturas externa e internas dos dois protótipos, com auxílio de um termômetro digital infravermelho da marca AA Anxin modelo GW – 100, nos horários de 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00.

Para as patologias observou-se as alterações físicas no protótipo com cobertura verde. As patologias são oriundas, em sua maioria, por falta de manutenção na fase de implantação e devido o surgimento de ervas daninhas, descarregamento do substrato e o estanqueamento da estrutura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Desempenho térmico

Com as medições de 21 dias de monitoramento, obteve-se os resultados da Tabela 4, que representam os dados de temperatura interna e externa dos protótipos mensurados com o termômetro digital nos horários 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00, além da temperatura ambiente determinada pelo Portal Guia Clima da Embrapa (EMBRAPA, 2023).

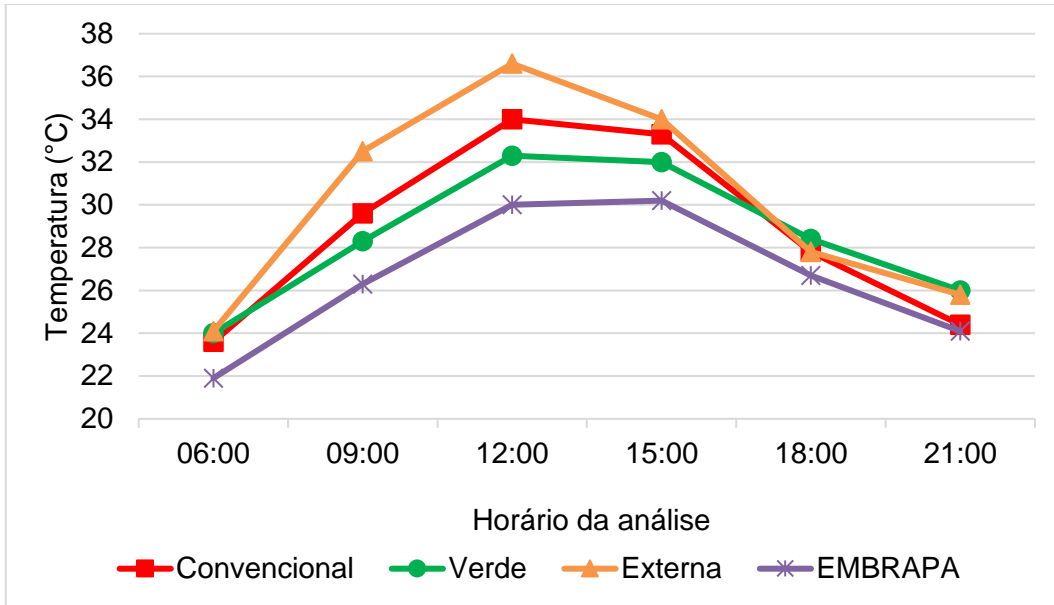
Tabela 3 – Valores médios das temperaturas analisadas

Temperatura (°C) [média ± desvio padrão]				
Horário	Telhado convencional	Telhado verde	Externa	EMBRAPA (2023)
06:00	23,60 ± 0,91	24,00 ± 1,07	24,10 ± 1,41	21,90 ± 0,54
09:00	29,60 ± 3,84	28,30 ± 3,19	32,50 ± 5,06	26,30 ± 2,13
12:00	34,00 ± 4,06	32,30 ± 3,76	36,60 ± 4,21	30,00 ± 2,54
15:00	33,30 ± 5,05	32,00 ± 4,17	34,00 ± 4,64	30,20 ± 2,77
18:00	27,80 ± 2,60	28,40 ± 2,51	27,80 ± 2,52	26,70 ± 1,93
21:00	24,40 ± 1,95	26,00 ± 2,02	25,80 ± 1,82	24,10 ± 1,24

Fonte: Autora (2023).

A Tabela 3 acima pode ser vista de forma gráfica na Figura 11, de forma a facilitar a visualização dos dados.

Figura 11 – Comparação de temperaturas para desempenho térmico

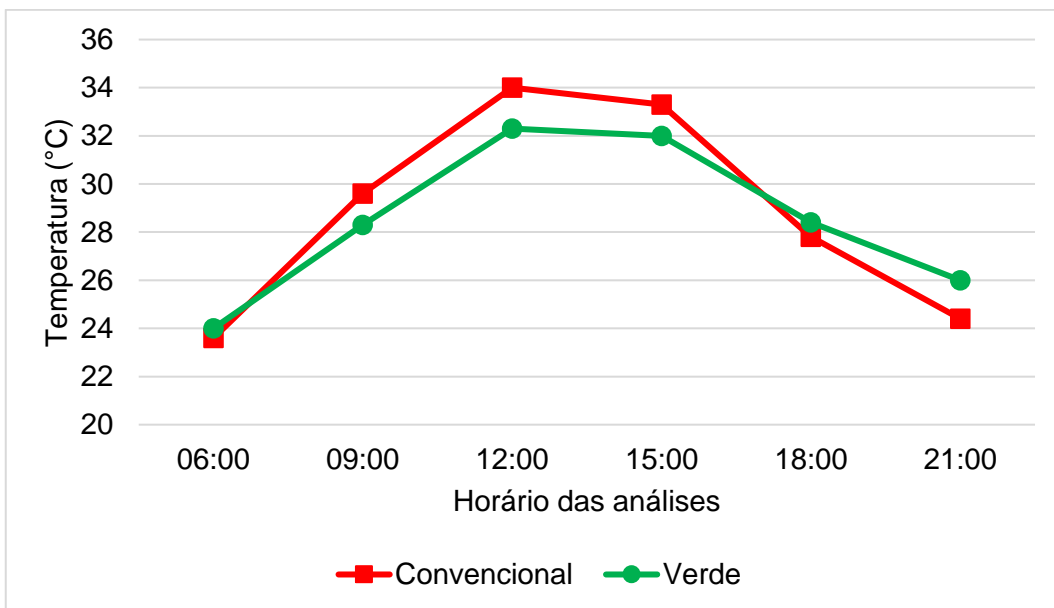


Fonte: Autora (2023).

A temperatura fornecida pela estação meteorológica da Embrapa resultou em valores abaixo do encontro nas medições, essa variação deve-se a localização da estação. Considerou-se a análise feita externamente com o termômetro.

Já a Figura 12 demonstra apenas o comparativo de temperaturas entre o telhado de telha de fibrocimento e telhado verde, em seus respectivos horários.

Figura 12 – Comparação de temperaturas telhado convencional e telhado verde



Fonte: Autora (2023).

Conforme observado, durante o período a temperatura do telhado verde variou entre 23,6 °C e 34 °C e a diferença de temperatura entre os dois protótipos variou entre 0,4 °C à 1,7 °C.

O protótipo do telhado verde comparado ao telhado convencional, se manteve com temperatura superior no período de 18:00 até as 06:00, no horário de 09:00 e 15:00 com temperaturas inferiores e próximas e as 12:00 com temperatura inferior e maior diferença entre elas.

3.2 Patologias

As patologias detectadas estiveram relacionadas apenas ao surgimento de ervas daninhas na vegetação. Devido a vegetação utilizada não houve problemas relacionado ao tamanho da vegetação, sendo está não excedeu os 15 cm do limite para telhado do tipo extensivo (Figura 13). Quanto ao descarrilamento do solo, não houve problemas, percebendo apenas uma leve compactação na camada de substrato que não prejudicou a percolação de água (Figura 14).

Figura 13 – Patologia no surgimento de ervas daninhas



Figura 14 – Patologia: leve compactação do substrato



Fonte: Autora (2023).

Quanto a estanqueidade, não foram identificados problemas de infiltração, mesmo com dias de fortes e frequentes chuvas, a estrutura permaneceu intacta.

4 CONCLUSÃO

O telhado verde é uma solução ambientalmente correta, tendo em vista as práticas de sustentabilidade, sua viabilidade depende de fatores como a eficiência energética com a redução de temperatura, além da viabilidade econômica, pois deve ser aplicável em grande escala. A análise desse trabalho resultou que o telhado verde garante conforto térmico, pois diminui a temperatura nos horários de pico durante o dia, e mantém a temperatura interna durante a queda da temperatura à noite.

Trazendo para o município de Dourados/MS, percebe-se que é uma solução, amenizando as altas temperaturas no verão e mantendo a temperatura interna, demorando mais para resfriar no período de inverno.

Ressalta-se além disso, que os cuidados devem ser tomados da execução da estrutura até às manutenções preventivas, como a retirada das ervas daninhas, a rega em períodos de seca, onde a vegetação necessita de água, e em períodos de chuva a poda devido crescimento mais rápido da vegetação, onde esses fatores são de grande influência para ausência de patologias.

Para estudos futuros recomenda-se estudar formas de reduzir o custo de implantação, pois são elevados se comparado ao convencional, mas, apesar desse custo, deve-se levar em consideração os benefícios a longo prazo. Outro estudo futuro recomendado é a análise hidrológica do telhado verde, avaliando a capacidade de reduzir o escoamento superficial e minimizar os riscos de infiltrações em residências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: requisitos para os sistemas de coberturas**. São Paulo, 2012.

BELARMINO, Ariel da Silva *et al.* Criação e evolução das técnicas da engenharia na construção de pontes. **Revista FAROCIENCIA**, v. 4, 2016.

BORGES, Hellen Heloyze dos Santos. **A Utilização do Telhado Verde na Construção Civil como Alternativa para Diminuição dos Impactos Ambientais**. 2018. 74 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2018.

BRUNO, Marcelo. **Projeto da bancada experimental de telhado verde para estudo de retenção e retardo de águas pluviais**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). **Materiais, componentes e a construção sustentável**. Agosto de 2009. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS_CT Materiais_Posicionamento_Materiais%20componentes.pdf>. Acesso em 30 de jan. 2023.

COUTINHO, Anderson Luiz Machado. **Telhados de Edificações Habitacionais**. 2018. 128p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia do Curso de Engenharia Civil, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2018.

ECOTECNOLOGIAS. **Telhados verdes – conceito**. Disponível em: <https://ecotecnologias.org/?page_id=561>. Acesso em 30 de jan. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim agrometeorológico da cidade de Dourados-MS em 2022**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1150689/1/BA-12-2022.pdf>>. Acesso em 30 de mar. 2023.

HENEINE, Maria Cristina A. S. **Cobertura Verde**. 2008. 49 f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama e caracterização da cidade de Dourados-MS**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama>>. Acesso em 30 de mar. 2023.

JESUS, L.M.S. **Telhado verde “revisão bibliográfica”**. 2018. (Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2018.

JOGEFE. **História e evolução da construção civil no Brasil**. Disponível em: <<https://www.jofege.com.br/historia-e-evolucao-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em 22 de abr. 2023.

NORMATEL. **Telha ondulada de fibrocimento**. Disponível em: <<https://www.normatel.com.br/produto/telha-ondulada-em-fibrocimento-5mm-2-13x1-10m-cinza-brasilit-80633>>. Acesso em 23 de abr. 2023.

OLIVEIRA, Jordan Florio de. **Coisas e curiosidades da construção civil**. 2021. Disponível em: <<https://obrasconstrucaocivil.com/conheca-a-historia-da-construcao-civil/>>. Acesso em 22 de abr. 2023.

OLIVEIRA, P. L. DE; SOARES, R. G.; SANTOS, S. X. **Desempenho térmico das edificações: estudo comparativo entre o telhado verde e outros tipos de coberturas**. Revista Petra, v. 2, p. 55, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Sustentabilidade**. Agosto de 2020. Disponível em: <<https://sp.unifesp.br/neonatal/sustentabilidade>>. Acesso em 30 de mar. 2023.

PEREIRA, Celio Dias; SIQUEIRA, Wanderson Ferreira. **Desempenho Térmico de Coberturas de Fibrocimento em Estado Natural e Submetidas a Pintura de Cor Branca**. 2019. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, GO, 2019.

RANGEL, A. C. L. da C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. da. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **DMA - Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 397-409, 2015.

RODRIGUES, Bruno Vinicius; CABRAL, Rafaela Paulina dos Santos. **Telhado Verde: Análise Comparativa entre Telhado Verde e Telhado Convencional**. 2020, 47p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade Evangélica de Goianésia. 2020.

SANTOS, Tarcísio dos; SCHLICKMANN, Henrique. **Análise de Viabilidade de Trelíça Metálica Plana para Cobertura de Galpão**. 2019. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Faculdade Engenharia Mecânica) - FUCAP, 2019.

SATO, Luana. **Evolução das casas paulistanas: sete estudos de caso**. 2011. (Trabalho final de graduação). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2011.

SCHMITT, Eduardo Jardel. **Estudo da Viabilidade Econômica e dos Benefícios do Emprego da Técnica Construtiva Telhado Verde**. 2020. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenheiro Civil) - Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul – Unijui, 2020.

SCRENSKI, Adrian Jan. **Viabilidade do telhado verde como instrumento de redução de emissões de carbono**. 2015. (Trabalho de conclusão de curso Especialização em Projetos Sustentáveis). Universidade Federal do Paraná, 2015.

SINIR. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2019. Disponível em: <<https://www.sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em 30 de mar. 2023.

ULCKMAN, G. C. G. de L.; AYOUB, J. P.; OLIVEIRA, M. R. N. de. **Sustentabilidade na construção civil: telhado verde e sus benefícios nas áreas urbanas**. 1º ed. São Luís: Editora Pascal, 2020.