

ANALISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO TELHADO VERDE NAS EDIFICAÇÕES DA CIDADE DE ALTA FLORESTA – MT

GREEN ROOF IMPLEMENTATION FEASIBILITY ANALYSIS IN HIGH FOREST CITY BUILDINGS – MT

QUEIROZ, Pamela Maruza Wons de¹

JUNIOR, Adilson Corte Souza²

CAMARGO, Bruna de Souza³

VIEZZER, Marlize Reffati Zinelli⁴

Recebido: dez. 2020; Aceito: 08 mar. 2021.

Resumo: Tendo em vista que o mundo está ficando mais quente e as leituras de termômetros em todo o mundo aumentaram constantemente desde o início da Revolução Industrial, atualmente verifica-se a necessidade de implantar novas tecnologias sustentáveis. As altas temperaturas registradas no Brasil têm feito que o consumo de energia aumente significativamente, no mês de janeiro de 2019 foi registrado o maior consumo de energia da história. O alto custo para manter os ambientes confortáveis termicamente faz com que a busca por técnicas sustentáveis para reduzir o consumo de energia seja cada vez mais procurado, por isso é necessário projetar edificações de forma que esse requisito seja atendido. Outros problemas que as populações no geral enfrentam, com o crescimento das cidades, é o afastamento de ambientes naturais e perda do contato constante com a natureza. Este trabalho apresenta um estudo sobre telhados verdes que é uma alternativa sustentável, para amenizar os impactos e propor qualidade de vida e conforto aos moradores. A pesquisa apresenta as vantagens e desvantagens do uso dessa técnica construtiva em Alta Floresta, demonstra a sua capacidade de reduzir as temperaturas no interior das edificações, reduzindo assim o consumo de energia dos equipamentos climatizadores para manter um ambiente confortável nas altas temperaturas que habitamos.

Palavras-chave: Temperatura. Economia. Conforto. Sustentabilidade.

Abstract: As the world is getting warmer and thermometer readings around the world have steadily increased since the beginning of the Industrial Revolution, there is now a need to deploy new sustainable technologies. The high temperatures recorded in Brazil have caused the energy consumption to increase significantly, in January 2019 was recorded the highest energy consumption in history. The high cost of maintaining thermally comfortable environments

¹ Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Civil pela Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF).

² Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (2017), Especialista em MBA em Gestão de Projetos pela Universidade Anhanguera – UNIDERP (2018).

³ Engenheira civil pela Universidade Paulista (2016), Mestranda no Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade pela EACH-USP. Especialista em cidades e construções sustentáveis pela Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT, MBA em administração, contabilidade e finanças pela UniBf (2018).

⁴ Doutoranda em Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, possui graduação em Engenharia Florestal pela UNEMAT - (2009), graduação em Tecnologia em Gestão de Marketing pela UNOPAR - (2008), Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNIC - (2014), e mestrado em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Técnica de Comercialización y Desarrollo - UTCD (2013).

makes the search for sustainable techniques for reducing energy consumption increasingly sought, so it is necessary to design buildings so that this requirement is met. Other problems that the general population faces with the growth of cities is the remoteness of natural environments and the loss of constant contact with nature. This paper presents a study on green roofs that is a sustainable alternative to mitigate impacts and propose quality of life and comfort for residents. The research presents the advantages and disadvantages of using this construction technique in Alta Floresta, demonstrates its ability to reduce temperatures inside buildings, thus reducing the energy consumption of air conditioning equipment to maintain a comfortable environment in the high temperatures we inhabit.

Keywords: Temperature. Economy. Comfort. Sustainability

1 INTRODUÇÃO

De acordo com uma análise de temperatura conduzida por cientistas do Instituto Goddard de Estudos Espaciais (GISS) da NASA, a temperatura média global na Terra aumentou cerca de 0,8 ° C desde 1880. Dois terços do aquecimento ocorreram desde 1975, a uma taxa de aproximadamente 0,15-0,20 ° C por década.

De acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), foram registrados dois recordes consecutivos de carga de energia gerada no Sistema Interligado Nacional (SIN): “No dia 15 de janeiro às 15h39 de 2019, a demanda máxima do sistema atingiu 85.800 megawatts (MW). Mas na tarde desta quarta-feira, 16 de janeiro, ocorreu um novo recorde de carga quando a demanda máxima ultrapassou os 87.000 MW” (O GLOBO, 2019).

O telhado verde, foco deste estudo, é um sistema construtivo de cobertura vegetal feito com grama ou outro tipo de vegetação, e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais (RANGEL et al., 2015). Conforme cita a empresa Eco Casa – Tecnologias Ambientais, a utilização de telhados verdes proporciona características semelhantes ao papel das árvores nas áreas urbanas, tais como: o conforto térmico, a retenção das águas das chuvas, a retenção de carbono e a atração da fauna urbana. São ainda uma ótima solução termo-acústica, atuando como isolante evitando a transferência de calor, frio e ruído para o interior da edificação, desta forma minimizam gastos energéticos com aquecimento e refrigeração, constituindo se numa solução para a economia de energia.

No contexto geral os ecotelhados apresentam-se como excelente solução arquitetônica, contribui para a reaproximação do homem com ambientes verdes, auxiliam no combate aos gases de efeitos estufa, melhoram a qualidade de vida nas áreas urbanas e proporcionam um embelezamento impar às edificações

Em Alta Floresta, o telhado ecológico é muito pouco conhecido, e ainda não possui aplicação nesta região. O estudo irá analisar a sua eficácia e compará-lo a métodos mais tradicionais, que poderá ser uma porta para novos estudos e iniciar um processo de inclusão destas técnicas nos projetos de edificações da região.

A cidade é caracterizada por clima tropical, regionalizando possui apenas duas estações, a chuvosa e a seca. No período de recesso das chuvas, o clima é seco e abafado, o que faz com que a população fique exposta ao calor intenso e a baixa umidade do ar, e durante o período chuvoso permanece quente, mas é úmido. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 19 °C a 38 °C.

Outro ponto a ser mencionado, é que durante a seca a paisagem se torna extremamente entristecida e sem vida, a poeira se torna mais evidente, o ar fica mais pesado e poluído devido as queimadas, que mesmo proibidas ocorrem, acidentalmente ou não, com mais frequência nessa época.

Dessa forma, a população está sujeita a um alto nível de desconforto térmico, ambiental e visual, podendo-lhe até trazer riscos sérios a saúde, obrigando-os a recorrer ao ar-condicionado como aliado a redução das temperaturas e em alguns casos a tratamentos médicos para amenizar os efeitos das más condições climáticas a que ficam expostos.

Este trabalho tem como intuito, caracterizar o que é telhado verde e identificar os elementos presentes em sua estrutura, abordar suas vantagens e desvantagens, analisar a eficácia e a viabilidade da implantação e uso da técnica nas construções na cidade de Alta Floresta – MT. Através das comparações de temperaturas interna de protótipos de pequena dimensão, orçamentos de materiais e instalação dos métodos propostos, identificar a economia de energia que o sistema gera, e os possíveis consumos em contrapartida para manutenção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2019), reconhecidamente, o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais.

Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente (MMA, 2018).

A construção civil é um dos ramos de negócios mais importantes para a efetivação da sustentabilidade na sociedade, pois é a que mais reflete transformações relevantes causadas pelo homem no meio ambiente.

O ministério do meio ambiente ainda ressalta que no âmbito da edificação, entendem-se como essenciais: adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais; previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior; atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes; utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima)(AMBIENTE, 2018).

Diante desse cenário, o setor da construção civil passa por intensa reflexão e mudança de paradigmas, no sentido de buscar o uso mais racional, eficiente e de maior desempenho de materiais e sistemas construtivos, visando reduzir os impactos negativos e potencializar os impactos positivos no meio ambiente e na sociedade, de forma equilibrada com a expectativa de resultados econômicos deste setor (HONDA, 2016).

Conforme afirma Tonial (2017) apresentar novas tecnologias construtivas em meio aos desafios da construção sustentável associados com o grande crescimento das zonas urbanas e de suas áreas impermeáveis (telhados, pavimentos asfálticos, concentração de edifícios), surge como alternativa de uma construção ecológica o telhado verde, que consiste basicamente em uma cobertura vegetal aplicada sobre o teto de uma edificação.

Segundo Peralta (2006) a seleção do tipo de material usado para a cobertura de uma construção interfere no conforto térmico e consumo de energia elétrica do ambiente.

O profissional da construção civil é responsável pelo bom desempenho térmico da edificação, sendo ele o responsável de conhecer as variáveis climáticas da região e sua relação com as propriedades térmicas dos materiais a serem utilizados. Sendo o comportamento térmico de diferentes materiais um importante fator para a escolha do tipo de cobertura (MARKO, 2008).

2.2 TELHADOS DE FIBROCIMENTO

A finalidade de um telhado é proteger as edificações das ações da natureza, como ventos, chuvas e irradiação solar, por exemplo.

De acordo com Savi (2012), a origem da palavra telhado se deu pelo uso de telhas, porém nem estrutura de proteção do edifício necessita ser, obrigatoriamente, num telhado. Podem-se ser compostos por outros tipos de técnicas e materiais.

Conforme pesquisa de mercado, realizada no comércio local, identificou-se que a maior parte das coberturas em Alta Floresta é feita com o uso da telha de fibrocimento, associados a este tipo de cobertura está o uso de manta térmica como aliado para redução das temperaturas nos ambientes.

As telhas de fibrocimento surgiram no mercado com o intuito de substituir as telhas de cimento amianto, que possui substâncias tóxicas. Tonoli (2006) afirma que essa substituição por materiais menos danosos à saúde iniciou-se durante os anos seguintes à Segunda Guerra Mundial, devido à escassez de fibras de amianto.

A telha de fibrocimento é uma das mais populares do mercado. A maioria dos consumidores opta por este tipo de telha por se tratar de uma solução econômica, de fácil instalação e que tem boa durabilidade. Outra característica que faz com que a telha de fibrocimento fique entre as preferidas da população é o fato de que elas são bastante impermeáveis, evitando as famosas goteiras.

Segundo os estudos de Savi (2012) sobre a eficiência térmica de alguns tipos de cobertura mostrou que a eficiência da telha de fibrocimento é menor que outros tipos de cobertura, como a laje de concreto, possuem grandes amplitudes térmicas e dissipa rapidamente o calor, por se tratar de um material relativamente fino.

2.3 TELHADOS VERDES

Os registros históricos dizem que os telhados verdes foram criados a muito mais tempo do que podemos imaginar, e podem datar de aproximadamente 600 a.C., por exemplo, os jar-

dins suspensos da Babilônia já apresentavam uma variação de cobertura bastante semelhante aos telhados verdes conhecidos atualmente. De acordo com Osmundson (1999 apud FER-RAZ, 2012), telhado verde é um espaço aberto, plantado, com o propósito de proporcionar satisfação ao homem e melhorias ambientais, e, que seja separado da superfície por uma edificação ou qualquer outra estrutura.

No Brasil, em 1936 foi executado o primeiro projeto de telhado verde, no prédio do MEC (Ministério da Educação), pelo arquiteto Roberto Burle Marx, que executou em 1988 o telhado verde no Banco Safra em São Paulo. Em 1992 a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfoury projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo (TOMAZ, 2008).

O telhado verde é um sistema que consiste na impermeabilização da laje ou de telhados convencionais para construção e implantação de uma área verde, seja área com plantas, ou hortaliças, dependendo da condição climática (BENETTI, 2013).

Segundo Wark (2003), a principal vantagem dos telhados verdes é o isolamento térmico, pois com tantas camadas antes de chegar ao meio interno da edificação, a energia vai se dissipando, deixando o ambiente interno bem mais agradável que o externo, com uma variação de temperatura que pode chegar a até 10°C.

Os telhados convencionais retêm e acumulam o calor e o transferem para o interior das edificações. Pelo contrário, o telhado verde faz esse calor se dissipar, ou consome essa energia através da evapotranspiração e pela fotossíntese, reduzindo de forma significativa a amplitude térmica no interior de uma construção. Por consequência, é possível obter maior economia na eletricidade, já que o consumo do ar condicionado é reduzido significativamente (ECOTELHADO, 2018).

A utilização dos telhados verdes é relevante em relação à economia de energia que pode ser gerada, a retenção de água das chuvas, a climatização e redução de ruídos do ambiente interno de edifícios, a proteção eficaz contra a radiação solar e a captação dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa gerados pela poluição, que contribui para melhorar a qualidade de vida na zona urbana (BALDESSAR, 2012).

Só nos Estados Unidos e Alemanha já existem mais de 2000 empresas especializadas nesse tipo de construção. A Ford, em sua unidade de fábricas de caminhões em Michigan, instalou esse tipo de telhado e tem economizado desde então 30% de energia com refrigeração. Já na Alemanha há mais de 14 milhões de metros quadrados de telhados verdes (Bock, 2008). Edifícios como a prefeitura de São Paulo, a de Chicago e a Trump Tower Center em Nova York são exemplos de construções que possuem esse tipo de teto (MELLO, 2010).

De acordo com estudos já realizados, observa-se uma melhora de até 30% sobre as condições térmicas dentro de locais que possuem a aplicação do telhado verde. Dessa forma, há uma boa redução do uso de climatizadores elétricos e uma consequente economia de energia, principalmente nos períodos mais quentes (PENSAMENTO VERDE, 2017). Na construção do telhado verde, a etapa mais importante é a escolha da vegetação a ser usada. As plantas escolhidas devem ser de fácil manutenção, para conservar a cobertura verde sempre bem tratada. As plantas devem ser resistentes ao sol e ao vento comparado às condições climáticas do local onde está a edificação (PENSAMENTO VERDE, 2013).

O custo da instalação e manutenção do ecotelhado, depende de variáveis que vão desde o tamanho da área a ser coberta até o tipo de vegetação que será utilizada. Mas é possível estimar que as vantagens ecológicas que oferecem podem ser reafirmadas também pelo viés

financeiro. Pois o telhado verde é capaz de valorizar em até 20% o valor de uma edificação. Além disso, no médio prazo, será possível contar com uma conta de luz mensal mais amigável para o bolso. (Exame, 2011).

Apesar do telhado verde não ser uma inovação na construção civil, é necessário aprofundar o conhecimento no processo construtivo da técnica para que ela possa ser aplicada com sucesso, por esta razão, abordaremos também a forma de execução.

2.3.1 Execução do Telhado Verde

Vários autores em diferentes bibliografias, incluindo Köhler (2004) classificam os telhados verdes em duas variações: telhado extensivo e telhado verde intensivo, ou jardim suspenso, que geralmente suporta plantas de grande porte. Esse último tipo de sistema precisa de uma camada de solo maior e necessita de manutenções regularmente, tem geralmente função ornamental. Já o extensivo é caracterizado pela vegetação mais baixa e rasteira e é resistente à seca. Esse sistema necessita de pouca manutenção e geralmente nenhuma irrigação.

O mais adequado é o telhado de tipo extensivo, pois além de exigir menor necessidade de manutenção, apresenta menor peso, devido a menor quantidade de solo necessária, do qual fica menos carregado durante o período chuvoso (BALDESSAR, 2012).

Tassi *et al.* (2014) apresentam a estrutura de um telhado verde, que de maneira resumida, possui as seguintes camadas: camada de vegetação, substrato, camada anti-raiz, camada de drenagem, impermeabilização e a estrutura do telhado.

A de laje de concreto é a estrutura do telhado mais utilizada nesse tipo de sistema. O uso de lajes planas atualmente foi difundido por arquitetos que hoje são referência na arquitetura brasileira, e tornou-se um dos sistemas mais utilizados na construção civil. Deve ser considerada a sobrecarga adicional do telhado verde para o dimensionamento da laje, de acordo com sua classificação (SAVI, 2012).

Logo acima da laje, vem a camada de impermeabilizante, que segundo Araújo (2007) é a camada que protege a estrutura base das infiltrações, ela pode ser de diferentes tipos de materiais, como manta asfáltica ou sintéticos.

Sobre a camada de impermeabilização encontra-se a camada de drenagem. Araújo (2007) define a camada drenante como a camada que serve para direcionar a sobra de água do solo para um dreno. Alguns dos materiais utilizados para a montagem dessa camada são a argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Sendo uma camada que possui espessura entre 7 e 10 cm.

Acima da camada de drenagem encontra-se a camada anti-raiz. Tassi *et al.* (2014) diz que essa camada é encarregada de reter a umidade e nutrientes das camadas acima, formando uma proteção física para a camada impermeabilizante que impede a passagem das raízes da vegetação.

Acima da camada anti-raiz, vem a camada do substrato, que dará suporte a vegetação. Segundo Savi (2012), a camada de substrato é responsável por suprir a demanda de nutrientes e água necessária para as plantas. Para se ter certeza de um bom desempenho da cobertura verde é necessário conhecer o tipo de substrato que mais se adapta ao tipo de vegetação que

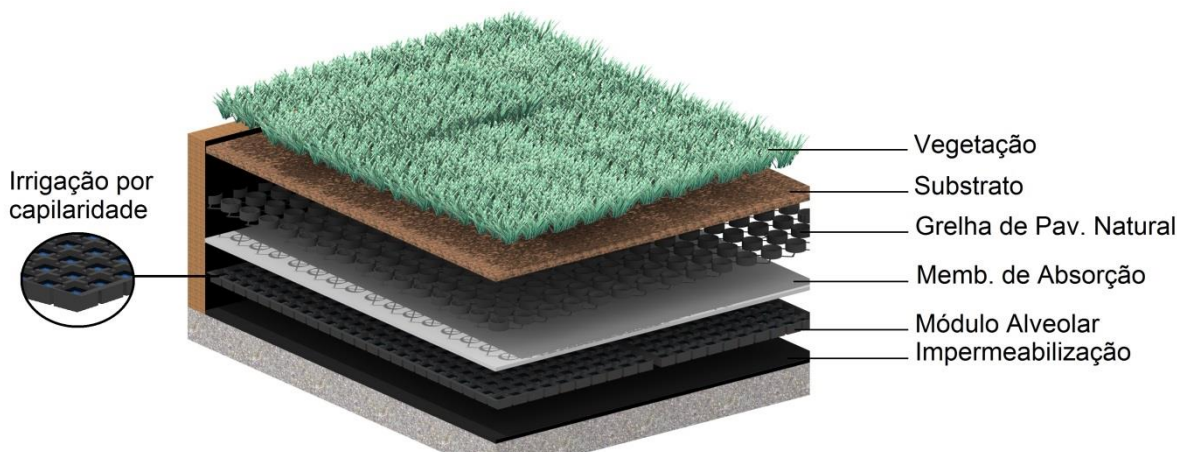
será utilizada. Os substratos mais adequados para esse tipo de sistema são substratos inorgânicos, como a argila expandida e materiais vulcânicos.

A última camada é a de vegetação, que precisa ser definida de acordo com o tipo de planta a ser utilizada no telhado verde. Tassi *et al.* (2014) recomendam que a cobertura vegetal deve ser compatível com as condições ambientais locais, sendo preferível plantas nativas da região.

2.3.2 Sistema Modular Alveolar Grelhado

O sistema modular Alveolar Grelhado é um dos tipos fornecidos pela empresa Ecotelhado. De acordo com a empresa Ecotelhado – Designe Biofílico (2019), o telhado verde com Sistema Modular Alveolar Grelhado é a melhor opção para coberturas inclinadas. Ele é composto de uma membrana alveolar, responsável pela reserva de água. E ainda possui a inclusão de uma grelha tridimensional de PEAD. Seu uso permite inclinação no telhado de até 20° ou 30%. Mas também pode ser utilizado em coberturas sem inclinação.

Figura 1 - Sistema alveolar de telhado verde



Fonte: Ecotelhado (2019).

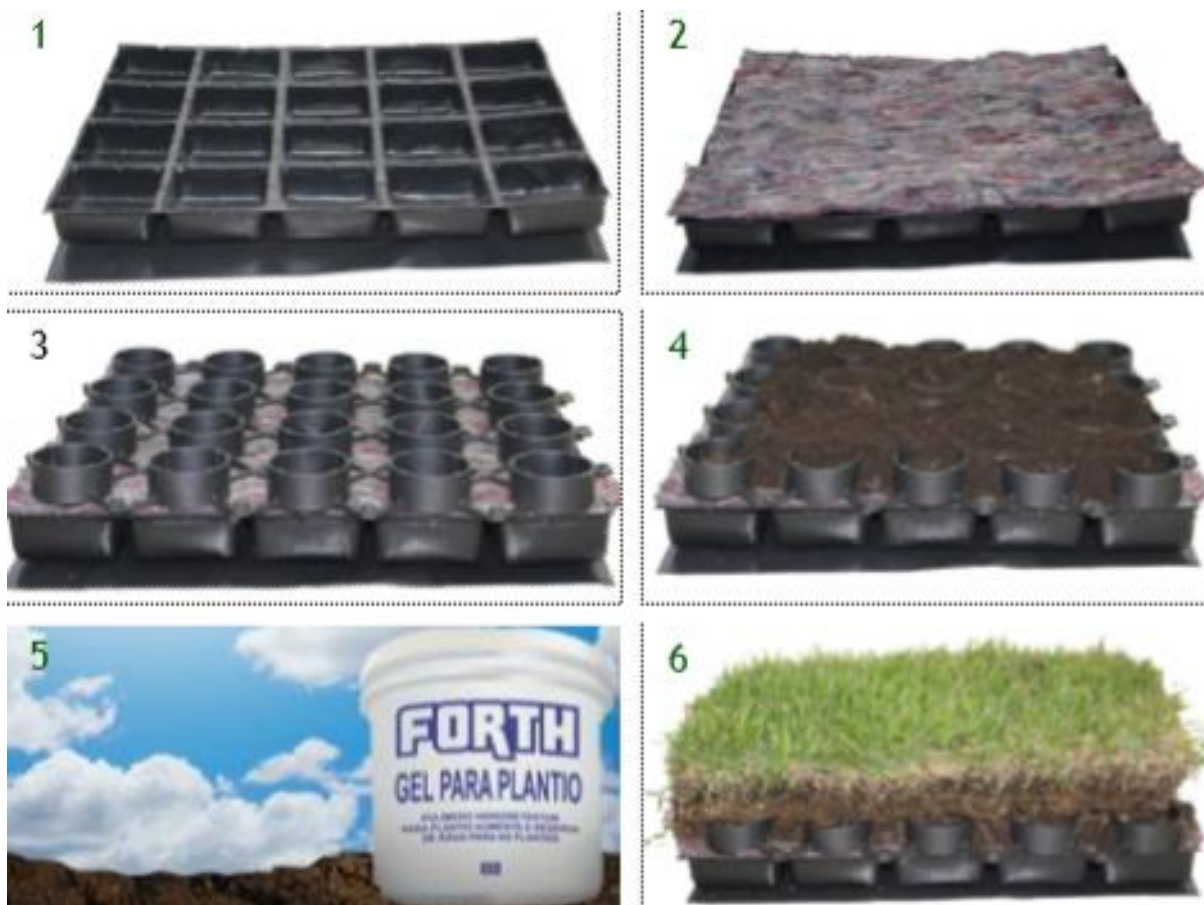
Ainda, a Ecotelhado afirma que este sistema se caracteriza pela presença, em sua composição, da membrana alveolar, responsável pela reserva de água para vegetação, e inclusão da grelha tridimensional de PEAD, ela retém o substrato dentro de seus círculos, não permitindo que o mesmo escoe com a inclinação.

Passo a passo para a instalação:

- a) colocação do Módulo Plástico Alveolar sobre a laje ou telhas;
- b) colocação da membrana de absorção sobre o Módulo Plástico Alveolar;
- c) colocação da Grelha de Ecopavimento, encaixando-a entre si conforme encaixe existente;
- d) preenchimento da Grelha de Ecopavimento com Substrato Leve e Nutritivo Ecotelhado, preencher toda a grelha e sobrepor Substrato conforme espessura especificada na compra;

- e) jogar o Gel (Forth Gel) a lançar em cima do substrato. Coloque aproximadamente 20 gramas por m²;
f) colocação da vegetação escolhida.

Figura 2 - Composição Sistema Alveolar



Fonte: Ecotelhado (2019).

Cuidados após instalação: Irrigar abundantemente o sistema já vegetado, com frequência, diariamente pelo período mínimo de 45 dias ou até que a vegetação se adapte ao seu novo habitat. Em caso de vegetação com cor amarelada: deve-se adubar com substrato vegetal leve se porventura as plantas estiverem muito sofridas. Deve-se adubar em pouca quantidade e irrigar frequentemente, após a adubação. Evitar o crescimento exagerado, pois isto pode induzir ao acamamento. Vegetação com aparência seca e enrugada: deve-se irrigar, de forma uniforme, até seu restabelecimento.

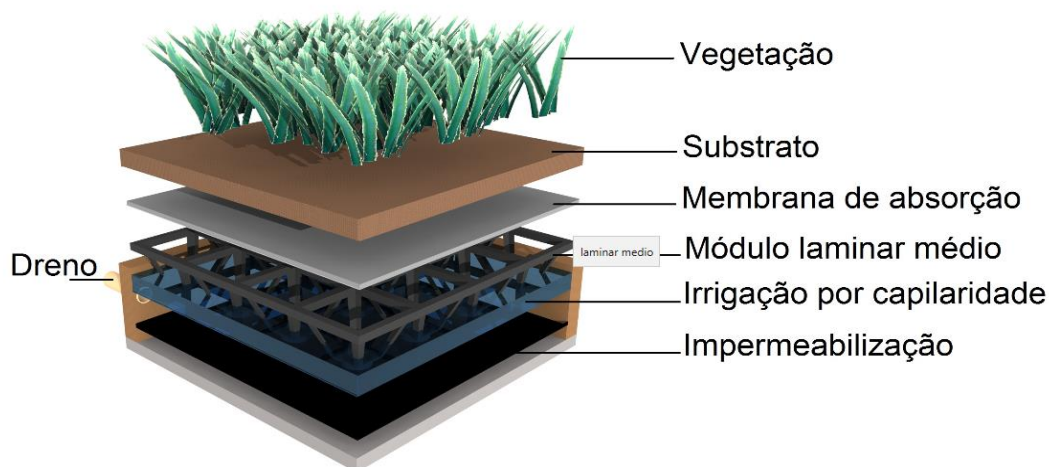
Cuidados para períodos de estiagem: É indispensável a irrigação automatizada em caso de estiagem prolongada ou pouca precipitação pluviométrica e também para potencializar o conforto térmico pela evapotranspiração. Pode-se utilizar sistema de gotejamento ou aspersão. No caso de obras maiores obrigatoriamente deve-se utilizar sistema automatizado. Para gramineas a irrigação é indispensável. Para regiões onde o regime pluviométrico apresenta períodos prolongados sem chuva, torna-se inevitável a utilização de irrigação.

2.3.3 Sistema Laminar Médio

O sistema modular médio é outro sistema fornecido pela empresa ecotelhado, é considerado a evolução do telhado verde comum, pois é um sistema hidropônico que reutiliza, principalmente, a água da chuva e também o próprio efluente da edificação tratado. Assim, você não precisa desperdiçar água potável na irrigação, ele pode fazer o tratamento de efluentes da edificação (esgoto) para reutilização, a laje se torna cisterna de captação da água da chuva, com ele, é possível utilizar placas fotovoltaicas para captação de energia solar, tem um piso elevado com a função de criar, abaixo do mesmo, um reservatório de água ou de ar para isolamento termoacústico. Além disso, permite a passagem de fios ou tubulações, utiliza hidroponia, com irrigação subsuperficial da planta, utilizando o mínimo possível de substrato e evitando as bombas de aspersão para distribuição da água. Com uma retenção de 50 a 60 litros de água por metro quadrado, o Sistema Laminar Médio é ideal para ser instalado em cobertura de prédios ou lajes planas de residências.

O sistema é mais eficiente que o telhado verde convencional. Como os nutrientes já estão presentes na água de reuso, o substrato perde sua função de nutrição das plantas, se tornando apenas um peso extra sobre a estrutura. Toda irrigação é subsuperficial, não havendo contato da água com o ar, o que evita a proliferação de mosquitos.

Figura 3 - Composição Sistema Laminar Médio



Fonte: Ecotelhado (2019).

2.4 INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE

A importância do clima na formação do comportamento humano e nas adaptações de espécies são claramente perceptíveis. Sua ação é intensa na formação dos territórios, é capaz de influenciar e determinar a distribuição dos seres vivos, a cultura dos moradores e até a produtividade no trabalho. Dessa forma, o estudo do clima se faz relevante na medida em que

contribui para entender a dinâmica de cada local, auxiliando no planejamento voltado para o bem-estar social, prevenção de acidentes e ocupação do espaço urbano.

A temperatura e a forma que se utiliza para manter um ambiente confortável termicamente possui grande influência no bem estar e na saúde do ser humano, visto que os sistemas de ventilação e de ar condicionado são nocivos para a qualidade do ar, sobretudo porque acumulam toxinas e, em espaços inacessíveis à manutenção, criam condições em que o grau de umidade e temperatura são propícios ao desenvolvimento de bactérias, de fungos e de outros microrganismos que se forem inspirados contribuem negativamente para a nossa saúde.

O conforto ambiental e a qualidade do ar interior são os fatores mais relevantes para salvar a saúde e o bem-estar das pessoas. A ausência de conforto é extremamente incômodo. Segundo a Norma 55 da Sociedade Americana dos Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado, o "Conforto Térmico" pode ser definido como:

Um estado ou condição de sentir satisfação com relação ao ambiente térmico em que a pessoa se encontra. Se o resultado das trocas de calor a que o corpo da pessoa se encontra submetido for nulo, e a temperatura da pele e suor estiverem dentro alguns limites aceitáveis, é possível dizer que a pessoa sente Conforto Térmico (CARRIJO, 2018).

Existe também a definição de Olygay de 1973, a zona de conforto representa aquele ponto no qual a pessoa necessita de consumir a menor quantidade de energia para se adaptar ao ambiente circunstante. Em outras palavras o Conforto térmico pode ser definido pela sensação de bem-estar, relacionada à temperatura ambiente e umidade. Isso se relaciona em manter em equilíbrio o calor que o corpo produz, com o calor que o corpo perde para o meio.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como proposta de experimento para verificar a viabilidade do telhado verde foram construídos dois protótipos para análise de custo e variação de temperatura no município de Alta Floresta – MT.

Os protótipos foram construídos em alvenaria, ambos com laje, computando uma área de 1m² cada. Os mesmos se diferiram apenas em relação a suas coberturas, o protótipo A possuía cobertura composta por um telhado verde com materiais adaptados, sendo seu reservatório para armazenamento de água da rega feito com fundos de garrafas PETs, manta em PEAD, substrato, e grama do tipo esmeralda (zoysia japonica).

Figura 4 - Protótipo A – Telhado Verde



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

O protótipo B possui cobertura convencional, formada por forro de PVC, manta térmica composta por espuma de polietileno + face refletora aluminizada, e telha de fibrocimento com 6 mm de espessura.

Figura 5 - Protótipo B – Telhado Fibrocimento



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

As medições de temperatura foram realizadas em quatro horários do dia, sendo eles 08:00h, 13:00h, 18:00h e 22:00h. O período de medições durou 45 dias, do dia 01 de agosto de 2019 até o dia 14 de setembro de 2019, sendo realizadas medições em dias alternados, visto que medições realizadas no dia da rega poderiam influenciar na temperatura interna do protótipo. O instrumento utilizado para realizar as medições foi um Termômetro Digital Infravermelho, modelo 59max, da Marca Fluke.

Figura 6 – Termômetro Infravermelho



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

As temperaturas ambientes externas foram extraídas do banco de dados no site da Infraero, através de consulta da temperatura Zulu, que possui um horário de quatro horas mais que o horário na cidade de Alta Floresta - MT.

Foram realizados dois orçamentos com a empresa ecotelhado, baseando-se em uma edificação com laje plana, pisoteável, sendo a vegetação grama, com uma área de 100m². Também foram cotados sistemas de irrigação automatizado. Além do orçamento do eco-telhado, obteve-se o custo com a instalação do telhado de fibrocimento, com manta e forro de PVC de acordo com a Tabela SINAPI.

Foram calculados os custos com energia e água para manter saudável um sistema para uma cobertura de telhado verde de 100m², considerando a utilização do sistema de irrigação por 30 minutos diários e 10 dias durante o mês. Calculou-se também o custo da energia consumida por aparelhos ar-condicionado condizentes com a dimensão de uma edificação com cobertura de telhas de fibrocimento de 100m², utilizando-o cerca de 8 horas por dia, todos os dias do mês.

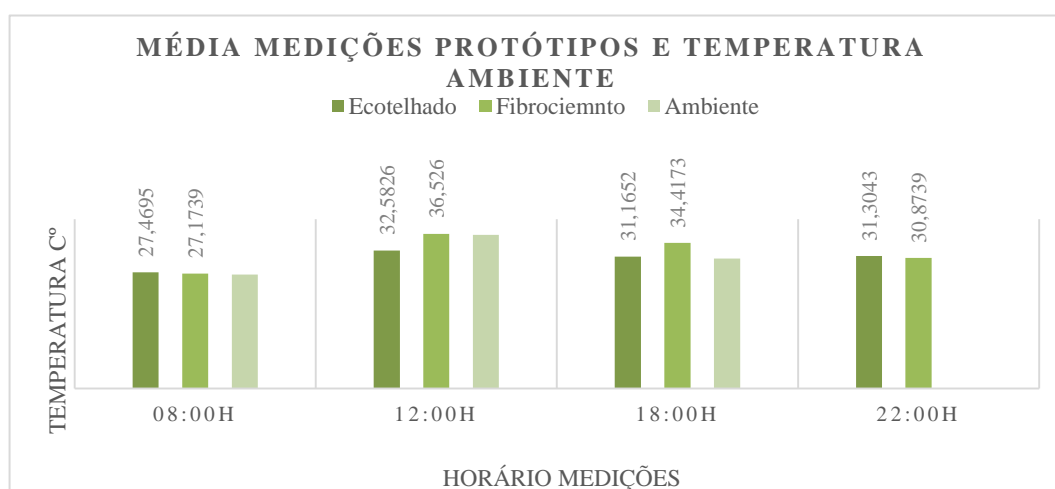
Os BTUS necessários para o ambiente de 100m² foram estipulados de acordo com Tabelas de consumo de diversos sites de venda de ar-condicionado e o sistema de irrigação foi escolhido e calculado com base na orientação da empresa Ecotelhado.

Através de cálculos baseados na Tabela Procel de 2019, e na tarifa vigente no mês de setembro de 2019 da Energisa-MT, pode-se mensurar o consumo de energia dos sistemas de irrigação, e dos aparelhos de ar-condicionado necessários para manter ambientes comerciais e residenciais de 100m² em temperaturas confortáveis termicamente.

Para o consumo de água, conforme orientação das empresas especializadas, visto que não há bibliografia acerca do assunto, considerou-se cerca de 25% do ideal para um gramado, que é 2cm³ de água por m², visto que para o gramado acontece uma grande percolação de água, já no telhado verde a água é retida pelo sistema de captação, sendo necessárias menos regas, desta forma, estipulou-se rega intercalada a cada dois dias para um telhado aplicado em nossa cidade, o custo da tarifa de água está de acordo com o informado pela Águas de Alta Floresta – CAB na última Tabela de Tarifas, com data de maio de 2019

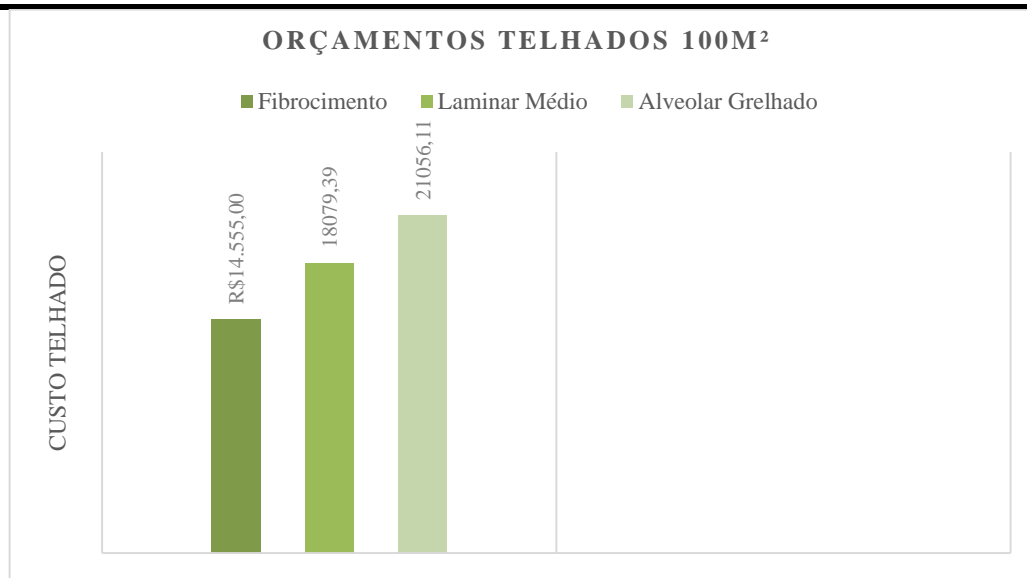
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as medições realizadas nos protótipos tivemos uma variação de temperatura de 0,2956 C° nas medições realizadas às 08:00h, 3,9434 C° às 13:00h, 3,2521C° às 17:00 e 0,4304 C° às 22:00h. Sendo as das 13:00 e 18:00h com menor temperatura no protótipo A (telhado verde), e nos horários de 08:00h e 22:00h no protótipo B (telhado fibrocimento), conforme gráfico abaixo.



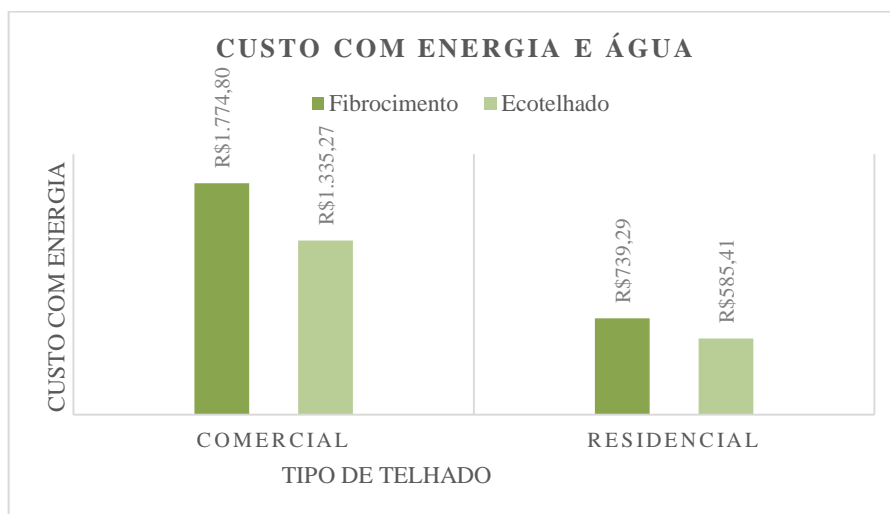
Pudemos concluir com os orçamentos que a implantação do telhado verde possui cerca de 30% de valor a mais que um telhado de fibrocimento, o orçamento de um telhado tradicional de fibrocimento com 100m², tem o custo de R\$14.555,00, e para o telhado verde, obteve-se 02 orçamentos, 01(um) para cobertura plana – Sistema Laminar Médio, no valor de R\$ 18.079,39 e 01(um) para cobertura inclinada - Sistema modular alveolar grelhado orçado também pela mesma empresa, no valor de R\$21056,11.

O sistema granular médio da Ecotelhado possui sistema de irrigação incluso, então fez-se estimativa do custo para aquisição do mesmo, sendo já o valor agregado ao valor final do orçamento, somando um custo em torno de R\$ 1242,64 para um Kit Automação, e uma bomba no valor de R\$ 528,85.



São necessários 5 aparelhos condicionadores de 18000 BTUS para uma sala comercial de 100m², e 2(dois) aparelhos de 12000 BTUs e 1(um) de 24000 BTUs para uma residencial com aparelhos na sala e cozinha compartilhadas e 2(dois) quartos. O sistema de irrigação foi escolhido e calculado com base na orientação da empresa Ecotelhado. Para o uso dos aparelhos de ar-condicionado com telhado de fibrocimento no ambiente comercial chegou-se ao custo com energia de R\$1774,80, e para o residencial R\$ 739,29.

O consumo de água é de 500L por rega nos sistemas comuns de ecotelhado, tendo como custo, considerando a tarifa de esgoto, no valor de R\$62,30 para edificação residencial e R\$ 87,30 para edificação comercial. Para o sistema de irrigação obteve-se o custo com energia de R\$ 5,61/mês. Totalizando um gasto mensal de R\$67,91 para residência e R\$92,91 para comercio. Mediante as bibliografias estudadas, foram consideradas que a melhora da temperatura permita a redução de 30% do consumo do ar-condicionado, utilizando-o como parâmetro para comparação com o custo de energia e água na rega do telhado verde.



Observa-se que com o telhado verde há uma economia mensal de aproximadamente R\$439,53 por mês para comercial e R\$153,88 para edificação residencial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os estudos realizados pode-se concluir que o ecotelhado é um método construtivo extremamente eficaz na redução de temperaturas, principalmente durante o dia, quando há maior incidência solar e marca-se as maiores temperaturas nos termômetros, já no período da noite até o período da manhã os resultados foram menos satisfatórios, devido ao efeito da inércia térmica, pois por tratar-se de um material isolante térmico, impede que a saída de calor que incidiu durante o dia aconteça com facilidade, mantendo a temperatura no interior da edificação por mais tempo.

Mediante a isso, conclui-se que o Ecotelhado possui maior aproveitamento quando aplicado em edifícios comerciais, pois é durante o dia que ele permanece com maior ocupação, e no residencial o período de maior permanência dos indivíduos é no período noturno, onde a capacidade de redução de temperatura se mostrou menos eficaz.

O ecotelhado apresentou vantagem econômica em relação a economia com custos de energia elétrica e água, visto que sua capacidade de redução de temperatura, reduz em torno de 30% o consumo dos climatizadores, e o consumo de energia com irrigação é mínimo, além do mais, os custos com água podem ser eliminados com o reuso de água captada por uma cisterna.

O telhado verde apresentou desvantagens no custo de aquisição, visto que com os orçamentos o mesmo possui um custo de investimento cerca de 30% a mais que um telhado de fibrocimento. Mas em contrapartida a esse custo, a uma valorização em torno de 20% no valor de uma edificação que possui o telhado verde. Essa vantagem se deve principalmente por se tratar de um método que torna a edificação sustentável e com um embelezamento ímpar, além da aproximação do homem com a natureza, que é extremamente benéfico a saúde.

Outro ponto a ser citado, é que a implantação do telhado verde necessita de mão de obra extremamente capacitada para que não haja problemas posteriores, sendo um problema para os interessados adquirirem na Cidade de Alta Floresta, pois não contamos com empresa especializada no ramo. Neste contexto, nota-se uma carência no município e uma oportunidade a quem procura um novo nicho de mercado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BENETTI PAISAGISMO. **Telhado verde**. Disponível em: <<http://www.benettipaisagismo.com.br/teelho-verde/benetti-paisagismo.php>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

COBERTURA VERDE. 2008. In: **Curso de manuseio de águas pluviais**. Capítulo 51, 2008.

ECOTELHADO. **Mais que ideias soluções verdes para seu: telhado, parede, pavimento, esgoto, reuso água da chuva e muito mais arquitetura sustentável e ecológica**. 2007. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

EXAME. **Conheça os benefícios do telhado verde**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/telhados-verdes-podem-dispensar-o-uso-de-ar-condicionado/>> Acesso em: 20 mai. 2019.

FERRAZ, I. L. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

HONDA, Wilson Saburo. **Certificação da sustentabilidade de edifícios de escritórios corporativos no Brasil**. 2016. 144 f. Tese (Doutorado) -Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; LAAR, M.; GRIMME, F. W.; PAIVA, V. L. de A.; TAVARES, S. **Green roofs in temperate climates and In the hothumid tropics far beyond the aesthetics**. Environmental Management and Health, v. 13 n. 4, p. 382-391, 2002. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/loi/emh>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

MARKO. **Catálogo Roll-on - Sistema de cobertura metálica**. Rio de Janeiro, 2008

MEIO AMBIENTE. **Construção sustentável**. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel.html>> Acesso em: 10 nov. 2019.

MELLO, Guilherme Bissoli Pereira de. **Estudo da implantação de um telhado verde na faculdade de engenharia mecânica/Unicamp**. Faculdade de Engenharia Mecânica /UNICAMP.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>> Acesso em: 10 nov. 2019.

NASA. **NASA climatologist gavin schmidt discusses the surface temperature record**. 2010. Acesso em: jun. 2019.

O GLOBO. **Consumo de energia bate recorde nesta quarta, com pico de 87 mil megawatts**. Disponível em:<<https://oglobo.globo.com/economia/consumo-de-energia-bate-recorde-nesta-quarta-com-pico-de-87-mil-megawatts-23377477>> Acesso em: 10 mai. 2019.

PERALTA, G. **Desempenho térmico de telhas:** análise de monitoramento e normalização específica. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

PENSAMENTO VERDE. **Passo a Passo:** saiba como fazer um telhado verde caseiro. Disponível em < <https://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/passo-passo-saiba-como-fazer-um-telhado-verde-caseiro/>> acesso em 01 mai. 2019.

PENSAMENTO VERDE. **Conheça os benefícios do telhado verde.** Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/conheca-os-beneficios-telhado-verde/> acesso em 01 mai. 2019.

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

SAVI, A. C. **Telhados Verdes:** análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura. Monografia (especialização em construções sustentáveis) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TASSI, Rutinéia *et al.* Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambient. Constr.**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p.139-154, mar. 2014. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000100012&lng=pt&tlng=pt> Acesso em: 24 maio 2019.

TONIAL, M. et al. **Telhados Verdes:** uma perspectiva contemporânea. *Revista CIATEC – UPF*, v.9, n. 1, p.p.46-57, 2017.

TONOLI, G. H. D. **Aspectos Produtivos e Análise do Desempenho do Fibrocimento Sem Amianto no Desenvolvimento de Tecnologia Para Telhas Onduladas.** Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). **Carga de energia bate novo recorde diante de altas temperaturas, diz ONS** <<https://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1175132>> Acesso em: 20 mai. 2019.

WARK, Christopher G.; WARK, Wendy W. Green Roof Specifications and Standards: establishing an emerging technology. **The Construction Specifier**, v. 56, n. 8, 2003.

Anexo A - Medições temperaturas Protótipo A e B, e temperatura externa

DATA	08H-12H			13H-17H			18H-22H			22H-não tem	
PROTOTIPO	A	B	TEMP. EXT.	A	B	TEMP. EXT.	A	B	TEMP. EXT.	A	B
01/08/2019	26,5	26,1	26	32,3	36,3	36	30,4	33,3	30	30,3	29,7
02/08/2019											
03/08/2019	23,6	23,4	23	27,8	31,3	31	27,2	30,3	27	27,5	26,3
04/08/2019											
05/08/2019	23,7	23,5	23	29,1	33,2	33	30,1	33,4	30	30,1	29,7
06/08/2019											
07/08/2019	28,5	28,3	28	32,2	36,1	36	31,1	34,2	31	31,5	31,1
08/08/2019											
09/08/2019	27,3	27	27	31,9	36	36	28,2	31	28	29	28,5
10/08/2019											
11/08/2019	26,5	26,2	26	31,8	35,6	36	29,1	32	30	30,5	30,1
12/08/2019											
13/08/2019	28,5	28,3	28	34,2	38,3	38	30,2	33,5	30	31,5	31
14/08/2019											
15/08/2019	25,9	25,6	25	32,9	36,8	36	29,5	32,8	29	29,8	29,3
16/08/2019											
17/08/2019	26,5	26,2	26	32,5	36,6	36	31,4	34,5	31	31,7	31,2
18/08/2019											
19/08/2019	27,8	27,5	27	33,3	37,1	37	31,5	34,1	31	31,9	31,4
20/08/2019											
21/08/2019	27,3	27,2	27	32,2	36,3	36	31,4	34,3	31	31,8	31,5
22/08/2019											
23/08/2019	27,7	27,4	27	34,3	38,2	38	33,1	36	32	32,7	32,2
24/08/2019											
25/08/2019	28,5	28,2	28	32,8	36,5	36	28,3	31,5	28	28,5	30
26/08/2019											
27/08/2019	26,8	26,5	26	31	35,1	35	31,4	34,5	31	31,7	31,3
28/08/2019											
29/08/2019	26,5	26,2	26	32,9	37,2	38	32,6	36,2	32	32,6	32,3
30/08/2019											
31/08/2019	28,6	28,3	28	33,7	37,6	37	32,5	35,4	31	31,5	30
01/09/2019											
02/09/2019	28,1	28	28	33,2	37,3	37	32,3	36,5	33	33,5	33,2
03/09/2019											
04/09/2019	29	28,1	28	34,3	38,2	38	33,2	36,5	33	33,2	33
05/09/2019											
06/09/2019	29,4	29,1	29	32,5	36,8	36	33,3	37,8	29	29,8	29,4
07/09/2019											
08/09/2019	28,5	28,3	28	34	38,1	38	32,2	35,5	31,5	31,9	31,4
09/09/2019											
10/09/2019	28,6	28	28	32,9	37,2	37	33,4	36,3	33	33,6	32,9
11/09/2019											
12/09/2019	29,5	29,3	29	33,7	36,3	36	32,4	36,1	33	33	32,5
13/09/2019											
14/09/2019	28,5	28,3	29	33,9	38	38	32	35,9	33	32,4	32,1
MEDIA	27,469565	27,173913		32,582609	36,526087		31,165217	34,417391		31,304348	30,87391304
DIFERENÇA		0,2956522			-3,9434783			-3,2521739			0,430434783



Data da Proposta:	25/11/2019
Obra:	
Cliente:	Pamela Wons
Endereço:	
Cidade:	Estado:
Telefone:	
E-mail:	pamela-wons@hotmail.com
Solicitante:	Pamela Wons

Fornecimento do Sistema Laminar Médio sem vegetação com substrato

Inclinação da cobertura para colocação do Ecotelhado: Plana

Tipo de base para colocação do Ecotelhado: Laje

Área fornecida : 100 m²

1.) Descrição dos materiais necessários para cobrir as áreas:

Descrição	Quantidade	Unidade
Módulo Alveolar 0,7 x 1,15 x 0,015 metros (0,805m²)	125	pç
GEOFLEX FX 13 X 100 X 2150	110	M2
Composto Organico (sacos de 36l - 25kg)	3600	Lts
Forth gel Balde 12 Kg	2	kg
PORTA TAMP A P CAIXA SIFONADA PVC BR 250MM ESG CLSSE 8 TIGRE	3	PÇ
TAMPA CEGA REDONDA PVC BR 250MM ESGOTO CLASSE 8 TIGRE	3	PÇ
TUBO 250MM ESGOTO CLASS 8 TIGRE	0,36	METRO
BRITA 00	27,00	Lts

2.) Frete:
FOB - Pago diretamente à transportadora.

3.) Serviços de instalação:
Projeto vivo infraestrutura verde e sustentabilidade

4.) Prazo de entrega:
a) Entrega em 30 dias, a contar do aceite formal do pedido e respectivo depósito da primeira parcela.

5.) Valores de materiais e serviços, conforme descrição acima:

INCLUSO NOS VALORES ACIMA:		Prestadoras dos serviços (emissora da NF)
a) Materiais (conforme item 1):	R\$ 10.609,90	Ecotelhado
b) Instalação:	R\$ 3.300,00	projeto vivo
c) Grama esmeralda	R\$ 1.200,00	projeto vivo
d) Frete:	R\$ 1.200,00	FOB

Valor Total
R\$ 16.309,90

Anexo C - Orçamento ecotelhado 02



Data da Proposta:	25/11/2019
Obra:	
Cliente:	Pamela Wons
Endereço:	
Cidade:	
Telefone:	
E-mail:	pamela-wons@hotmail.com
Solicitante:	Pamela Wons

Fornecimento do Sistema Modular Alveolar Grelhado sem vegetação com substrato
 Inclinação da cobertura para colocação do Ecotelhado: Inclinada
 Tipo de base para colocação do Ecotelhado: Laje
 Área fornecida : 100 m²

1.) Descrição dos materiais necessários para cobrir as áreas:

Descrição	Quantidade	Unidade
Módulo Alveolar 0,7 x 1,15 x 0,015 metros (0,805m³)	125	pç
GEOFLEX FX 13 X 100 X 2150	110	M2
Grelha de Pavimento Natural	541	pç
Composto Organico (sacos de 36l - 25kg)	3600	Lts
Forth gel Balde 12 Kg	2	kg
PORTA TAMPÁ P CAIXA SIFONADA PVC BR 250MM ESG CLASSE 8 TIGRE	3	PÇ
TAMPÁ CEGA REDONDA PVC BR 250MM ESGOTO CLASSE 8 TIGRE	3	PÇ
TUBO 250MM ESGOTO CLASS 8 TIGRE	0,36	METRO
BRITA 00	27,00	Lts

2.) Frete:

FOB - Pago diretamente à transportadora.

3.) Serviços de instalação:

Projeto vivo infraestrutura verde e sustentabilidade

4.) Prazo de entrega:

a) Entrega em 30 dias, a contar do aceite formal do pedido e respectivo depósito da primeira parcela.

5.) Valores de materiais e serviços, conforme descrição acima:

INCLUSO NOS VALORES ACIMA:		Prestadoras dos serviços (emissora da NF)
a) Materiais (conforme item 1):	R\$ 15.051,01	Ecotelhado
b) Instalação:	R\$ 3.300,00	projeto vivo
c) Grama Esmeralda	R\$ 1.200,00	projeto vivo
d) Frete:	R\$ 1.505,10	FOB

Valor Total
R\$ 21.056,11

Anexo D - Orçamento Telhado Fibrocimento

Obra		Bancos		B.D.I.		Encargos Sociais								
COBERTURA FIBROCIMENTO 100m2		SINAPI - 09/2019 - Mato Grosso		0,0%		Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.								
		SBC - 11/2019 - Mato Grosso												
		SICRO3 - 01/2019 - Mato Grosso												
		SICRO2 - 11/2016 - Mato Grosso												
Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material e da Mão de Obra														
Código Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)		
					M. O.	EQ.	MAT.		EQ.	MAT.	Total			
83729 SINAPI	FORNECIMENTO/INSTALACAO DE MANTA BIDIM RT-31	m²	100	17,19	0,34	0,04	16,81	17,19	34,00	4,00	1.681,00	1.719,00	11,81 %	
96486 SINAPI	FORRO DE PVC, LISO, PARA AMBIENTES COMERCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO AF 05/2017 P	m²	100	47,26	5,16	2,26	39,84	47,26	516,00	226,00	3.984,00	4.726,00	32,47 %	
150207 EMBASA	COBERTURA C/ TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADAS C/ e=6mm, C/ MADEIRAMENTO, INCL ELEMENTOS P/ FIXACAO E VEDACAO	m2	100	81,10	25,15	0,00	55,95	81,10	2.515,00	0,00	5.595,00	8.110,00	55,72 %	
Totais ->								3.065,00	230,00	11.260,00	14.555,00			
								Total sem BDI					14.555,00	
								Total do BDI					0,00	
								Total Geral					14.555,00	

CÁLCULOS CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA

AR-CONDICIONADO

Qtdd BTUs necessários para comércio

Para uma sala comercial de 100m² = 80000 a 100000 BTUs devido ao calor intenso, janelas e entra e sai

4 a 5 ar- condicionado de 20.000,00 btus (5 AR de 18000)

Qtdd de BTUs necessários para residência

Para uma residência de Dois quartos com 20m² e uma sala de 45m²

2 ar-condicionado de 12000 btus

1 ar-condicionado de 24000 btus

COMERCIAL

5 AR DE 18000 BTUs

$1740 \times 8 \times 25 / 1000 \times 1,02 = \text{R\$ } 354,96$ por ar

$\text{R\$ } 354,96 \times 5 = \text{R\$ } 1774,80$

RESIDÊNCIAL

2 AR 12000 BTUs

$1075 \times 8 \times 30 / 1000 \times 1,02 = \text{R\$ } 263,16$ por ar

$\text{R\$ } 263,16 \times 2 = \text{R\$ } 526,32$

1 AR 24000 BTUs

$2320 \times 3 \times 30 / 1000 \times 1,02 = \text{R\$ } 212,98$

TOTAL = $526,32 + 212,98 = \text{R\$ } 739,29$

BOMBA

$1100 \times 0,5 \times 10 = 8250 / 1000 = \text{R\$ } \text{mês} = \text{R\$ } 5,61$

CONSUMO ÁGUA

500L/rega

Residencial com consumo R3

Água $0,5\text{m}^3 \times 10 \times 6,56 = \text{R\$ } 32,8$

Esgoto $0,5\text{m}^3 \times 10 \times 5,90 = 29,5$

$A+E=\text{R\$}62,30$

Comercial com consumo C2

Água $0,5\text{m}^3 \times 10 \times 9,19 = \text{R\$}45,95$

Esgoto $0,5\text{m}^3 \times 10 \times 8,27 = \text{R\$ } 41,35$

$A+E=\text{R\$}87,30$