

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI – COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CHIH JOU CHANG

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE ALVENARIA
COM A INSERÇÃO DO TELHADO VERDE PARA A CIDADE DE TOLEDO/PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2019

CHIH JOU CHANG

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE ALVENARIA
COM A INSERÇÃO DO TELHADO VERDE PARA A CIDADE DE TOLEDO/PR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel, do curso
de Engenharia Civil, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná

Orientador: Prof^ª. Dra Silmara Dias Feiber

TOLEDO

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Toledo
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 188

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE ALVENARIA COM A INSERÇÃO DO TELHADO VERDE PARA A CIDADE DE TOLEDO/PR

por

Chih Jou Chang

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10:20 h do dia **07 de Junho de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof Dr Fúlvio Natércio Feiber
(UTFPR – TD)

Prof MSc Édi Carlo Waldrich

Profª Dra Silmara Dias Feiber
(UTFPR – TD)
Orientador

Visto da Coordenação
Prof. Dr Fúlvio Natércio Feiber
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos que me deu nessa trajetória.

Aos meus pais por todo o apoio, amor, compreensão, tolerância e, principalmente, priorizando sempre a qualidade dos meus estudos, mesmo em momentos difíceis.

Ao meu pai por se dedicar, disponibilizar, participar e auxiliar no processo durante a confecção dos protótipos, fundamentais para a concretização desse trabalho.

À minha orientadora, Professora Silmara Dias Feiber, pela oportunidade, pelos ensinamentos e por todo o tempo dedicado para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos laboratoristas Marcos Vinicius Schlichting e Wilson Leobet, pela disponibilidade, paciência e auxílio durante o processo da confecção dos protótipos.

Ao colega deste trabalho, Patrick Luiz Bonsere, pela companhia, ajuda e sugestões que foram valiosos para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos meus amigos Eduardo Cesar Amancio, Hao En Weng e Viviana Shen, pelo apoio, disponibilidade e ajuda durante o processo de tratamento de dados e escrita da pesquisa.

Ao Artur Adolfo Falkovski pela confecção e manutenção do Arduino, essencial para que a pesquisa pudesse se desenvolver.

Aos meus amigos Ana Flavia, Bárbara, Carol, Feng, Maria e Natalia, pelo apoio, amizade e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus irmãos pelo carinho, compreensão e suporte.

À cada erro, cada obstáculo e cada tombo da vida que me fizeram refletir, buscar mais, aprimorar e tornar o avanço de hoje uma realidade.

A todos que me ajudaram de alguma forma no desenvolvimento desse trabalho, muito obrigada.

RESUMO

Com o passar das décadas e a crescente ocupação territorial e concentração humana em cidades, promoveu diversas formas de impactos ao meio ambiente, como a redução significativa de espaços verdes entre áreas construídas. A diminuição dessas áreas verdes pode afetar negativamente o conforto térmico em microescala, gerando gastos como em ar condicionado para proporcionar uma temperatura agradável. Dessa forma, torna-se importante um estudo para verificar a aplicabilidade e os efeitos do telhado verde, uma medida compensadora. Para isso, o objetivo desse trabalho foi verificar experimentalmente a variação das temperaturas internas de um ambiente com cobertura verde extensiva em relação a um telhado convencional. A análise foi feita no *campus* da UTFPR de Toledo com 2 protótipos já existente no local, instalando um com telhado verde e outro com telhado convencional de telha cerâmica romana. O telhado verde consistiu em uma cobertura sobreposta por uma camada de lona vinílica para impermeabilização, uma camada de argila expandida, substrato com terra e placas de grama *Zoysia japônica* da família *Poaceae*. Ambos protótipos estiveram expostos as mesmas condições climáticas durante todo o experimento, a fim de se verificar o comportamento das temperaturas internas medidas por um Arduino Uno R3. A pesquisa apresentou a variação das temperaturas internas do ambiente coberto pelo telhado verde e de um convencional, demonstrando a eficiência do telhado verde.

Palavras-chave: Telhado-verde. Temperatura. Eficiência.

ABSTRACT

With the passing of the decades, the increasing territorial occupation and human concentration in cities have promoted diverse forms of impacts to the environment, such as the significant reduction of green spaces between constructed areas. The decrease of these green areas can negatively affect the thermal comfort in microscale, generating expenses by turning on the air conditioner to provide a pleasant temperature. Thus, a study to verify the applicability and the effects of the green roof like a compensatory measure, becomes important. For this purpose, the objective of this study was to verify experimentally the variation of internal temperatures of a closed environment with extensive green cover in relation to a conventional roof. The analysis was made on the campus of the UTFPR of Toledo with 2 prototypes preexisted in the local, installing one of them with green roof and the other one with conventional roof – made by Roman ceramic roof tile. The green roof was consisted by a cover with layers: one of vinyl canvas for waterproofing, another one of expanded clay, substrate with soil and *Zoysia japonic* grass plaques, of the *Poaceae* family. The both prototypes were exposed to the same climatic conditions throughout the period of the experiment in order to verify the behavior of internal temperatures, measured by an Arduino Uno R3. The research presented the variation of the internal temperatures of the environment covered by the green roof and a conventional one, demonstrating the efficiency of the green roof.

Key-words: Green roof. Temperature. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Villa Ronde, Japão	15
Figura 2: Os jardins suspensos da Babilônia	15
Figura 3: Ministério da Educação e Saúde de Rio de Janeiro	16
Figura 4: Banco Safra de São Paulo	16
Figura 5: Edifício Marquês dos Reis em Rio de Janeiro	17
Figura 6: Pousada Sambaetiba, Rio de Janeiro	18
Figura 7: Telhado verde - Extensiva	19
Figura 8: Simulação dos telhados verdes intensivos na cidade de Beirute, Líbano ..	20
Figura 9: Telhado verde semi-extensivo	21
Figura 10: Camadas telhado verde tipo Extensivo	22
Figura 11: Camadas telhado verde tipo Intensivo	23
Figura 12: Camadas telhado verde tipo Semi-Extensivo	23
Figura 13: Execução da impermeabilização	25
Figura 14: Fluxograma base da pesquisa	28
Figura 15: Protótipo com telhado verde. (A) Perspectiva do protótipo com telhado verde. (B) Corte esquemático do protótipo com telhado verde	29
Figura 16: Etapas da construção do telhado verde	30
Figura 17: Protótipo com telhado verde	31
Figura 18: Protótipo com telhado convencional. (A) Perspectiva do protótipo com telha cerâmica. (B) Corte esquemático do protótipo com telha cerâmica	32
Figura 19: Protótipo com telhado convencional	32
Figura 20: Controlador Arduino Uno R3	33
Figura 21: Posicionamento dos sensores no telhado verde	34
Figura 22: Temperatura abril – 2019	35
Figura 23: Temperaturas médias perto do telhado convencional X telhado verde	37
Figura 24: Temperaturas médias no centro geométrico dos protótipos do telhado convencional X telhado verde	38
Figura 25: Temperaturas médias perto do telhado convencional X telhado verde	39
Figura 26: Temperaturas médias no centro geométrico dos protótipos do telhado convencional X telhado verde	40
Figura 27: Temperaturas médias do sensor B do telhado convencional X telhado verde	42

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1	JUSTIFICATIVA	10
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	Objetivo geral	11
1.2.2	Objetivos específicos	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	AS EDIFICAÇÕES E O MEIO URBANO	12
2.1.1	Bioclimatologia	12
2.1.2	O clima	13
2.2	TELHADO VERDE	14
2.2.1	Tipos de telhados verdes	18
2.2.1.1	Tipo Extensiva	19
2.2.1.2	Tipo Intensiva	20
2.2.1.3	Tipo Semi-extensiva	20
2.2.2	Camadas do telhado verde	21
2.2.3	Benefícios do telhado verde	24
2.2.4	Manutenção	24
2.3	CONFORTO TÉRMICO	26
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1.	MONTAGEM DOS TELHADOS	29
3.2.	COLETA DE DADOS	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1.	COMPORTAMENTO TÉRMICO PARA O PERÍODO DE REFLEXÃO	35
4.2.	ADAPTAÇÃO DA GRAMA AO SISTEMA DO TELHADO	36
4.3.	COMPARAÇÃO DAS TEMPERATURAS INTERNAS DOS DIAS MAIS QUENTES E DIAS MAIS FRIOS ENTRE OS TELHADOS	36
5.	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A	49
	APÊNDICE B	50
	APÊNDICE C	60
	APÊNDICE D	62

1. INTRODUÇÃO

Com o passar das décadas a concentração humana em cidades ocorreu de forma acentuada promovendo diversas formas de impactos ao meio ambiente. As cidades por meio das edificações propagaram mudanças na atmosfera, em especial a relacionada ao clima e temperatura. Esta realidade perpassa a questão da malha urbana que foi se tornando cada vez mais densa. Dessa forma as áreas verdes, anteriormente predominantes no cenário então de características rurais, foram se extinguindo gradativamente nas cidades.

No início do século XIX deu-se início ao desenvolvimento industrial e a intensa mudança no modo de vida e na configuração urbana das cidades. Uma das criações deste período foi a pavimentação asfáltica que passou a substituir os pavimentos de pedra, tornando as cidades lugares cada vez mais impermeáveis. O ecossistema, que antes era balanceado, com capacidade de absorver a água das chuvas e o excesso de radiação solar, começou a sofrer um desequilíbrio considerável a partir deste avanço advindo da intervenção humana (GETTER; ROWE; 2006).

Segundo dados do IBGE (2010), atualmente, cerca de 85% da população do Brasil vive em áreas urbanas. Porcentagem 40% superior quando comparada às estimativas do IBGE (1960), em que apenas 45% da população viviam em cidades. O crescente cenário de urbanização tem agravado o fenômeno do efeito estufa neste último século, fazendo com que a temperatura nos centros urbanos permaneça mais elevada em relação aos espaços onde ainda se preserva a vegetação natural.

Segundo Getter e Rowe (2006), a perda da vegetação e a água não absorvida pelas áreas impermeáveis, somado a capacidade que alguns materiais da construção têm de absorver o calor, acabam acarretando temperaturas mais elevadas que o ideal. Além disso, devido a retenção de calor em zonas com grande densidade de edificações, cria-se um efeito comumente conhecido como Ilhas de Calor.

Devido a esses problemas prejudiciais à qualidade de vida dos seres humanos, faz-se necessária a busca por novas tecnologias que auxiliem na extinção ou redução desses impactos gerados pelos próprios homens.

A presente pesquisa trata de uma investigação sobre o telhado verde com o objetivo de identificar os impactos oferecidos com a utilização destes telhados em relação ao conforto ambiental interno nas edificações em alvenaria. O enfoque, portanto, será na melhoria do ambiente interno quanto à questão do conforto térmico, a partir de estudos em artigos e normas já existentes sobre o assunto bem como a elaboração de um protótipo de estudo.

O conforto térmico em uma edificação é um fator determinado, em parte, pelo sistema de cobertura. Nesse contexto, o telhado verde pode se apresentar como agente ativo na melhoria dos aspectos de conforto ambiental. Com o uso do substrato e da própria vegetação é possível proporcionar o isolamento térmico, que é um dos principais benefícios para o clima, tornando o ambiente interno mais aquecido no inverno e mais fresco no verão.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o início do desenvolvimento industrial no século XIX, iniciou-se a migração das pessoas do campo para as cidades, resultando segundo Khan e Simpson (2001), em um processo desenfreado de crescimento das cidades. Com as descobertas e criações de novas matérias primas para a confecção de asfalto, residências, matérias de consumo do homem, ocasionou-se alguns problemas ambientais que a sociedade paga por elas nos dias de hoje, o principal, para o trabalho em questão, trata-se das elevadas temperaturas nos centros urbanos. Tendo em vista todo este cenário, o tema deste trabalho de conclusão de curso foi determinado visando estudar a interferência do telhado verde no desempenho térmico das edificações, de forma a garantir o conforto da população e averiguar se a utilização deste realmente proporciona um ambiente interno mais confortável, em termos térmicos, para o corpo humano.

1.2 OBJETIVOS

Para que se possa organizar a estrutura da pesquisa foi elaborado o objetivo geral e os objetivos específicos visando deixar claro o pensamento que rege a pesquisa e como ela será desenvolvida.

1.2.1 Objetivo geral

Verificar experimentalmente por meio de protótipos de edificações, o estudo comparativo entre o sistema de cobertura tradicional e o telhado verde, assim como o papel destes como agentes atuantes no conforto térmico interno das edificações. O estudo terá como base de análise a cidade de Toledo/PR.

1.2.2 Objetivos específicos

- Resgatar a problemática urbana em relação ao papel das edificações no aumento da temperatura das cidades;
- Investigar os aspectos relacionados ao conforto ambiental interno de edificações;
- Apresentar o sistema de cobertura denominado de Telhado Verde e suas especificidades em relação ao sistema convencional de cobertura nos edifícios;
- Verificar experimentalmente o comportamento de um telhado verde e de um convencional em relação aos ganhos térmicos provenientes da variação de elementos e fatores climáticos externos;
- Avaliar a eficácia dos sistemas em relação ao ambiente interno das edificações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão da literatura acerca do tema disposto no presente trabalho ocorreu na seguinte forma lógica que segue: primeiramente fez-se uma revisão sobre a edificação e o meio urbano, posteriormente foi abordado diversos aspectos do telhado verde.

2.1 AS EDIFICAÇÕES E O MEIO URBANO

A relação entre clima urbano e saúde ganhou impulso a partir de meados do século XX, causada pelas alterações climáticas devido a urbanização e devido a ampliação do tamanho das cidades.

A urbanização afeta o microclima e as grandes cidades têm enorme responsabilidade no aquecimento global, visto que as metrópoles emitem 70% de CO₂ e consomem 75% da energia produzida no mundo. A infraestrutura para suprir as demandas das cidades tem provocado alterações na cobertura do solo, uma vez que as vegetações estão sendo substituídas por ruas, edificações e moradias. A partir disso, em regiões pavimentadas, criam-se ilhas de calor devido a elevadas temperaturas. As ilhas de calor potencializam o impacto das ondas de calor, podendo provocar adoecimento e mortes em indivíduos mais vulneráveis como crianças, idosos e doentes crônicos (KHAN; SIMPSON, 2001).

2.1.1 Bioclimatologia

Segundo Corbella e Yannas (2011, p.17), “aos poucos foi renascendo uma arquitetura que se preocupa na sua integração com o clima local, visando à habitação centrada sobre o conforto ambiental do ser humano e sua repercussão no planeta, a Arquitetura Bioclimática”.

A bioclimatologia é a ciência que estuda as relações entre o clima e os seres vivos (homem), necessitando, portanto, de informações precisas sobre ambos, abrangendo os conhecimentos dos elementos meteorológicos e comportamentos do homem, visando sempre a garantia do bem-estar e o aumento da produtividade deste. Esse estudo busca encontrar o conforto térmico dos seres vivos, a partir de

ferramentas de estudos do clima, sendo este determinado pela temperatura e umidade relativo do ar, no qual as pessoas sentem-se confortáveis (Olgay, 1963).

Olgay (1963) destaca que o processo de concepção de um edifício climaticamente equilibrado, ou seja, com um conceito bioclimático, consiste em quatro etapas subsequentes e inter-relacionadas:

- 1- Biologia: avaliação biológica baseada nas sensações humanas, buscando as condições de conforto térmico em qualquer época do ano;
- 2- Climatologia: Estudos dos dados climáticos locais, envolvendo conhecimentos de seus elementos constituintes como temperatura, radiação, umidade relativa e ventos;
- 3- Tecnologia: as soluções tecnológicas empregadas após os passos anteriores, e que incluem: as formas da habitação, os movimentos do ar e o equilíbrio interno da temperatura;
- 4- Arquitetura: a expressão da arquitetura resultante, sendo este, o produto da importância dos diferentes elementos envolvidos.

Nenhum desses aspectos pode ser negligenciado ou se sobrepor ao outro em se tratando da arquitetura bioclimática. Portanto, o conceito de Olgay demonstra um sistema dinâmico, onde as partes ao mesmo tempo que se relacionam, se influenciam em total equilíbrio.

Romero (2000) destaca que a partir da envoltória (paredes externas, fachadas e coberturas), o entorno (água, vegetação, sombras e terra) por meio do aproveitamento dos elementos do próprio ambiente construído, atua como mecanismo de controle das variáveis do meio na arquitetura bioclimática.

2.1.2 O clima

O estudo do clima no campo da arquitetura se mostra importante para o desenvolvimento de propostas mais adequadas à preservação de recursos naturais e adequadas ao conforto do homem no meio urbano.

O clima de uma região é determinado pelo padrão das variações de vários elementos e suas combinações, dando ênfase para elementos climáticos importantes como radiação solar, temperatura do ar, umidade, vento e precipitações, sendo que estes deverão ser levado em conta nos desenhos de edifícios e no conforto humano (GIVONI,1976).

Segundo Olgay (1963), é necessário fazer uma análise do clima local onde a edificação será construída antes de começar um projeto, pois uma arquitetura climaticamente adequada é capaz de amenizar as condições ambientais, além de potencializar o aproveitamento dos elementos naturais de uma forma favorável para o conforto humano.

Romero (2000), classifica o clima e o divide em três escalas distintas, porém indissociáveis, sendo macroclima, mesoclima e microclima.

O macroclima tem suas variáveis quantificadas em estações meteorológicas, descrevem as características gerais de uma região em termos de elementos climáticos (sol, nuvens, temperatura, ventos, umidade e precipitações). O conhecimento destas variáveis é fundamental para adequar a edificação ao conforto do morador e eficiente em termos de consumo de energia.

O mesoclima está mais próximo ao nível da edificação, tem como variáveis a vegetação, topografia, tipo de solo e a presença de obstáculos naturais ou artificiais que influenciam nas condições locais de clima. É mais notável facilmente em locais como litoral, campo, florestas, vales, cidades e montanhas.

O microclima, refere-se à escala da edificação, pode ser concebido e alterado pelo projetista. O estudo das variáveis desta escala é fundamental para o lançamento do projeto, pois as particularidades climáticas do local podem induzir à soluções arquitetônicas mais adequadas ao bem-estar das pessoas e à eficiência energética.

2.2 TELHADO VERDE

O telhado verde, apresentado em um exemplo na Figura 1, conhecido também como telhado ecológico, telhado vivo ou jardim suspenso, é um sistema construtivo que consiste na impermeabilização da laje ou de telhados convencionais para construção e implantação de uma área verde que proporciona conforto térmico e acústico nos ambientes internos, sendo essa área com plantas ou até mesmo hortaliças, dependendo da condição climática do local (BENETTI, 2013).

Figura 1: Villa Ronde, Japão



Fonte: Archdaily (2012).

O plantio é feito principalmente em telhados planos, mas também pode ser utilizado em telhados inclinados, desde que medidas sejam tomadas para evitar o escorregamento da vegetação junto ao substrato. Tais medidas dependerão da inclinação do telhado e de dados climáticos do local onde ele se encontra, podendo ainda ser em uma obra nova ou já existente, devendo ser investigada a estrutura existente, a impermeabilização, a barreira antirraízes e a sua drenagem.

Acredita-se que nos jardins suspensos da Babilônia (Figura 2) foram usadas as primeiras formas conhecidas de telhados verde na história, por volta de 600 a.C. na antiga Mesopotâmia, atual Iraque. Posteriormente, no Império Romano, os telhados verdes foram amplamente difundidos, muitas vezes, havia árvores cultivadas nas coberturas das edificações. Em outras épocas, esses jardins suspensos continuaram a ser propagados, como no período renascentista na Itália, pré-colombiano no México, na França a partir do século XVII e na Escandinávia no início do século XIX (ARAÚJO, 2007).

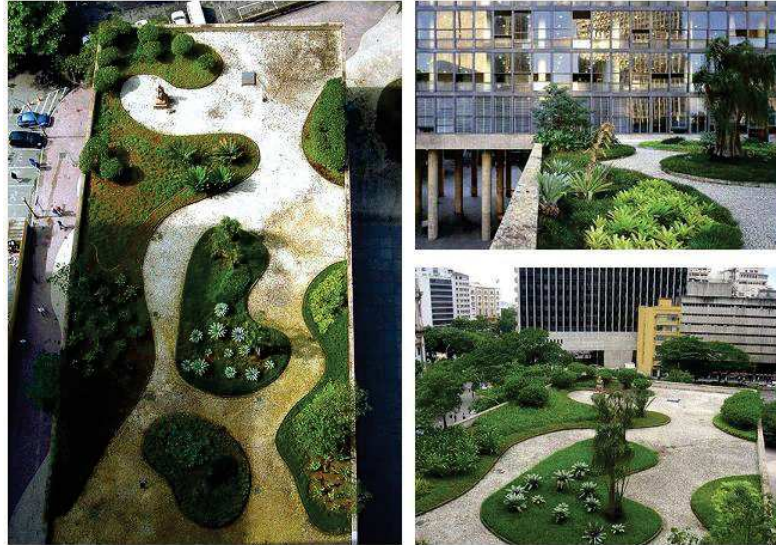
Figura 2: Os jardins suspensos da Babilônia



Fonte: Dicas Arquitetura (2016).

No Brasil, percebe-se que a cobertura verde ainda é uma novidade e pouco utilizada, embora já tenha sido aplicada por modernistas de vanguarda. No ano de 1936 foi realizado o primeiro projeto de telhado verde no Brasil, desenvolvido pelo paisagista Roberto Burle Marx para o Edifício do Ministério da Educação e Saúde (MES) na cidade de Rio de Janeiro (Figura 3). O jardim proposto é um dos poucos exemplos de laje jardim no período da arquitetura moderna brasileira.

Figura 3: Ministério da Educação e Saúde de Rio de Janeiro



Fonte: Rubatino Arquitetura (1940).

Posteriormente, no ano de 1988 o Banco Safra em São Paulo (Figura 4), contou com o projeto paisagístico de Burle Marx também, na laje superior do andar térreo.

Figura 4: Banco Safra de São Paulo



Fonte: Biblioteca digital UFMG (1988).

O Burle Marx tinha um objetivo, ele queria livrar a herança europeia no paisagismo brasileiro. Sua vontade era semear o verdadeiro espírito da alma brasileira, portanto, a proposta era criar um paisagismo tipicamente brasileiro através de um desenho de composição particular e com o uso de espécies nativas (INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2012; LE CORBUSIER; 1949).

Atualmente, devido às mudanças climáticas e a preocupação em adequar o meio urbano a elas, começaram a surgir leis de incentivo por parte do governo como forma de disseminação desse sistema de telhado verde.

No Rio de Janeiro, a Lei Estadual nº 6.349/2012 determina que novas construções públicas no Estado devem utilizar a técnica do telhado verde (INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2012). Assim, com a proposta da prefeitura de redução e até mesmo isenção de impostos, como incentivo à construção de “prédios verdes”, já existem alguns exemplos, no Rio, da técnica de telhado verde. Um deles é o Edifício Marquês dos Reis (Figura 5). Tal prédio recebeu a certificação de *green building*, a qual consiste em avaliar o desempenho ambiental em benefício ao meio ambiente das construções.

Figura 5: Edifício Marquês dos Reis em Rio de Janeiro



Fonte: Jornal O Globo (2012).

Outro exemplo do uso de telhado verde é a Pousada Sambaetiba, também no Rio de Janeiro (Figura 6).

Figura 6: Pousada Sambaetiba, Rio de Janeiro



Fonte: Pousada Sambaetiba, RJ (2017).

No projeto arquitetônico foram preservadas a fauna e a flora existentes do local, inclusive a inclinação e declive natural da laje, o que no final, trouxe uma expressiva volumetria com a construção incorporada ao meio ambiente.

Em Curitiba, Paraná, um Projeto de Lei Estadual nº. 005.00006.2013, debatido em audiência pública em 11 de setembro de 2013, da autoria do Vereador Professor Galdino (PSDB), firma a obrigatoriedade do telhado verde em construções com três ou mais unidades agrupadas verticalmente. Esse projeto já foi aprovado por todas as treze comissões e aguarda a audiência pública para ser encaminhado para votação em plenário. Porém, mesmo as associações defensoras do telhado verde veem graves falhas no projeto, o qual necessita segundo elas de uma análise mais precisa. (BEM PARANÁ, 2013).

2.2.1 Tipos de telhados verdes

É possível dividir a cobertura verde em três tipos: extensiva, semi-extensiva e intensiva. Todas elas oferecem benefícios, no entanto, é necessário decidir primeiramente qual tipo de cobertura verde se deseja, avaliar o custo correspondente ao tipo escolhido, selecionar as plantas, substrato e a estrutura que suporta as sobrecargas da cobertura (ARQUITETURA E SUSTENTABILIDADE, 2012).

2.2.1.1 Tipo Extensiva

As extensivas são o tipo de cobertura mais simples, resistente e normalmente com uma aparência mais natural comparada às outras. Nessa cobertura, após aplicado um tipo de vegetação, não requer manutenção constante para seu crescimento, conforme afirma Heneide (2008).

O telhado consiste na plantação de um tipo de vegetação que se adapte melhor em climas secos, é mais indicado para grandes áreas em que a vegetação se desenvolve espontaneamente. Geralmente são utilizadas plantas rasteiras como gramíneas que crescem por volta de 10 cm ou suculentas, que tem talos e folhas grossas, permitindo dessa forma, o armazenamento de água, reduzindo assim, a necessidade de regas. (HEWAGE *et al.*, 2011).

Figura 7: Telhado verde - Extensiva



Fonte: Cia Ecológica (2011).

A aplicação do tipo extensiva pode ser em telhados inclinados, pois tem menos sobrecarga sobre a estrutura das edificações, uma vez que é utilizada somente uma pequena camada de substrato. Dessa forma, transfere menos carga para a estrutura da edificação, diminuindo os gastos com sua manutenção e assim, gerando custos menores se comparados ao telhado verde do tipo intensivo (KÖHLER *et al.*, 2001). O custo de um telhado extensivo segundo Hewage *et al.* (2011), pode variar entre U\$120/m² a U\$165/m² no Canadá.

2.2.1.2 Tipo Intensiva

As coberturas intensivas exigem mais cuidado com questões de manutenção como irrigação, fertilização e poda, pois suportam espécies de vegetação de maior porte conforme afirma Hewage (2011). Essa cobertura (Figura 8) demanda de uma camada de solo mais profunda que as do tipo extensivas segundo Minke (2004), geralmente variando entre 15 a 21 cm no mínimo. Não há muita limitação em questão de variedade de planta (HENEINE, 2008).

Figura 8: Simulação dos telhados verdes intensivos na cidade de Beirute, Líbano



Fonte: Projeto arquitetura Studio Invisible (2012).

Este tipo de cobertura é somente propício para telhados planos sem inclinações, exigindo estrutura que suporte a sobrecarga, uma vez que nela é possível cultivar desde plantas de pequeno porte até plantas de grande porte, resultando dessa forma, em uma cobertura mais cara para se construir. Este tipo de telhado custa a partir de U\$540/m² no Canadá (HEWAGE *et al.*, 2011).

2.2.1.3 Tipo Semi-extensiva

Os jardins semi-extensivos (figura 9) reúnem as características das coberturas extensivas e intensivas. É uma cobertura de pouca produção, utiliza substrato de pouco peso como o extensivo, mas com camadas mais profundas

como as intensivas, portanto, permite vegetações mais amplas e diversificadas a serem plantadas.

Figura 9: Telhado verde semi-extensivo



Fonte: Archi Expo (2016).

Por ser um tipo de cobertura intermediária a sua manutenção e o seu custo também exigem um pouco mais em comparação a do tipo extensivo, porém, um pouco menos que a do tipo intensivo (HENEINE, 2008).

2.2.2 Camadas do telhado verde

A composição mais comum de um telhado verde segundo Köhler *et al* (2001), consiste em cinco camadas: impermeabilização, drenagem, filtragem, substrato e vegetação, tendo outras variações como a utilização de mais camadas como exemplo, manta antirraiz ou camada de substrato rígido.

As camadas a seguir devem ser consideradas para um sistema de cobertura eficiente do telhado verde segundo Heneine (2008).

- Camada de impermeabilização (manta plástica, lona vinílica): serve para evitar infiltrações, portanto uma condição essencial para qualquer tipo de cobertura, uma vez que preserva a edificação;
- Camada de drenagem (brita, geotêxtil): faz com que a água em excesso escoe para os drenos, permitindo a impermeabilização da construção;
- Camada filtrante: tem como função reter materiais orgânicos, que ficam disponíveis para as plantas e evita o entupimento dos drenos;

- Camada de substrato (terra): além de auxiliar no processo de drenagem, é a base do telhado verde e deve conter em profundidade suficiente para o desenvolvimento das raízes variando conforme o tipo de vegetação escolhida. Dependendo do porte da vegetação e do tipo de cobertura a ser adotada, pode ocorrer o aparecimento de mais uma camada, sendo essa segunda camada uma barreira antirraízes, que serve para proteger a construção, impedindo que as raízes ou microrganismos presentes no solo cheguem à construção causando patologias;

- Camada de vegetação: trata da camada de cobertura vegetal, esta deve ser escolhida a partir de critérios como a resistência da estrutura na qual será construído o telhado verde, bem como o clima e vegetações da região;

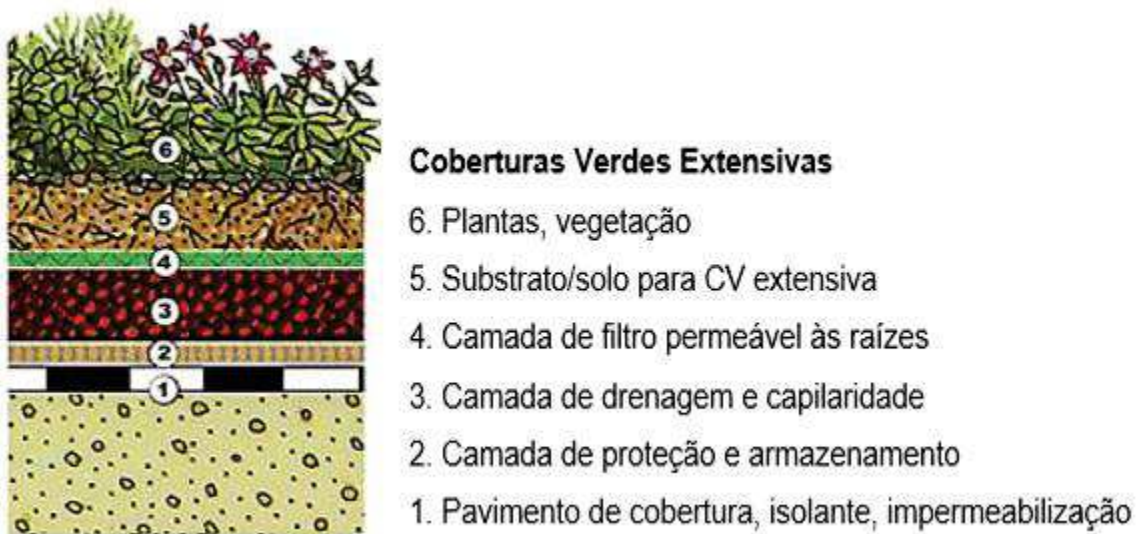
Observando-se a extensão do telhado verde, verifica-se que poderá ocorrer o aparecimento de mais algumas camadas, tais como:

- Camada de proteção: possibilita a proteção à perfuração, previne danificações mecânicas, tanto nas raízes, quanto da cobertura;

- Cobertura (serragem, fibras de coco): impede a erosão e a danificação das camadas do telhado verde.

As Figuras 10, 11 e 12 apresentam um corte esquemático dos tipos de camadas de um telhado verde comumente utilizado do tipo extensivo, intensivo e semi-extensivo, respectivamente.

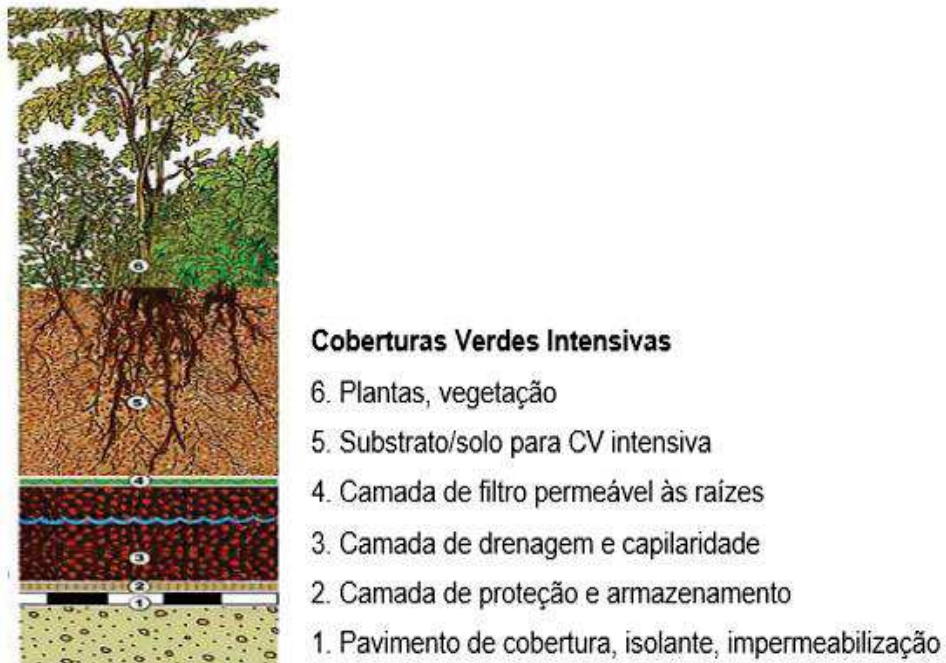
Figura 10: Camadas telhado verde tipo Extensivo



Fonte: Greenroofservice (2012).

As coberturas do tipo extensivas têm como característica plantas de porte menor, como é possível verificar na Figura 10.

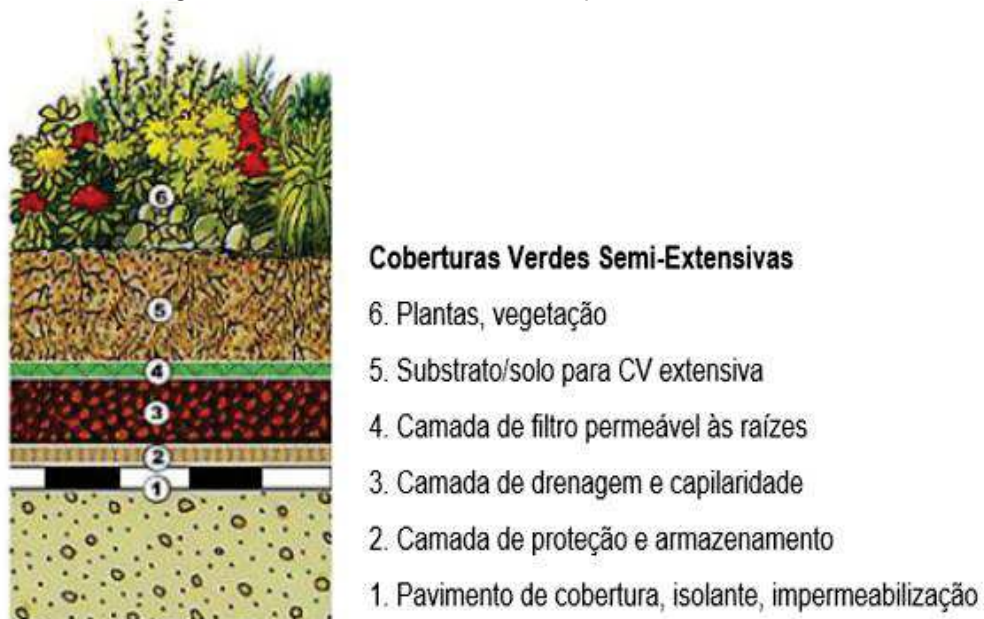
Figura 11: Camadas telhado verde tipo Intensivo



Fonte: Greenroofservice (2012).

As coberturas do tipo intensivas têm como característica plantas de porte maior.

Figura 12: Camadas telhado verde tipo Semi-Extensivo



Fonte: Greenroofservice (2012).

As coberturas do tipo semi-extensivas é uma composição entre as plantas de grande, médio e pequeno porte.

O objetivo desta pesquisa é destacar um sistema de baixa ou nenhuma manutenção, visando utilizar vegetação mais abundante da região, e que se adapte a clima mais quente para ser aplicada em centros urbanos substituindo as coberturas convencionais utilizadas. Portanto, no decorrer do trabalho, será utilizado o tipo de cobertura extensiva.

2.2.3 Benefícios do telhado verde

Durante o processo de construção e posteriormente de sua implantação é possível verificar alguns benefícios do uso da cobertura verde. A principal vantagem é a mudança da qualidade do ar do local, uma vez que as plantas colocadas ali fazem o processo de fotossíntese, ao captar os poluentes, os substratos aprisionam o excesso de CO₂ (dióxido de carbono) e purificam o ar. (BALDESSAR, 2012).

Outra função sustentável para o telhado vivo é a captura da água pluvial e a reutilização dessas águas. Dependendo da região e da quantidade de chuva, essas áreas naturais podem reter de 15% a 70% do volume das águas pluviais, prevenindo dessa forma a possível ocorrência de enchentes e alagamentos. (BALDESSAR, 2012).

O conforto térmico é outro benefício oferecido pelo telhado verde, pois ele age como isolante térmico, dessa forma, segundo Ecotelhado (2010, p.1) este tipo de telhado influencia também no fator psicológico do ser humano:

O ser humano reage positivamente a espaços naturais verdes, opondo-se a aridez do concreto e do asfalto. Aumenta o senso de comunidade. Pesquisas apontam a rapidez de curas em hospitais onde os pacientes têm a oportunidade de entrar em contato com áreas verdes. O telhado de grama ou ecológico é a realização da utopia de viver em meio à natureza mesmo cercado de prédios. (Ecotelhado 2010, p.1)

A redução do consumo de energia elétrica também é um fator primordial no uso desses jardins suspensos, uma vez que as temperaturas se mantêm mais estáveis dentro da edificação não sendo necessário o uso de aparelhos de condicionamento de ar.

2.2.4 Manutenção

Após a instalação do telhado verde, é de extrema necessidade a sua manutenção para garantir a funcionalidade. Dentre as ações de manutenção, está o modo de manejo da vegetação, cuidado com a aparição de ervas daninhas, controle de pragas, aparagem do perímetro da vegetação e constantemente irrigação da plantação, principalmente em épocas de seca (MINKE, 2004).

A camada de impermeabilização é imprescindível no processo de execução e posteriormente na manutenção dos telhados verdes, pois a má instalação e a falta de cuidados, diminui a vida útil além de causar transtornos para quem ocupa o local caso houver uma infiltração de água na estrutura da edificação. Os materiais existentes no mercado para executar a impermeabilização do pavimento são variáveis, o mais utilizado é a aplicação de manta asfáltica. A *National Roofing Contractors Association – NRCA* recomenda, dentre outras, uma membrana isolante para telhado verde, composta por uma camada com 5,4 mm de espessura mínima com tecido entelado reforçado, uma camada de asfalto quente e uma camada de manta asfáltica.

A Figura 13 apresenta uma foto da execução da camada de impermeabilização através de manta em uma edificação.

Figura 13: Execução da impermeabilização



Fonte: Baldessar (2012).

Na maioria das vezes, a falta de manutenção é a razão pela qual as pessoas têm uma ideia errônea do telhado verde, pois acabam associando as patologias originadas, como infiltração e fissuras, a este tipo de construção. Deste modo, a manutenção periódica do telhado verde não deve ser ignorada, a fim de garantir que essa cobertura exerça sua função, contribuindo para um mundo mais sustentável.

2.3 CONFORTO TÉRMICO

Durante muito tempo, o conceito das coberturas ajardinadas foi usado em diversos países como forma de prevenir a entrada e saída de calor no edifício. No verão, as plantas das coberturas verdes diminuem a radiação solar nos edifícios através do fenômeno de evapotranspiração. Esta situação permite que haja um arrefecimento global da área da cobertura que propicia um decréscimo na energia utilizada no esfriamento mecânico do edifício. No Inverno, o isolamento térmico proporcionado pela camada de terra vegetal, permite uma diminuição no decréscimo de energia necessária ao aquecimento mecânico do edifício (SILVA, 2011).

Para Velazquez (2005), o telhado verde age como isolante térmico, devido à sua espessura, pois em sua composição tem-se diversas camadas, como membranas de impermeabilização, drenagem, substrato e materiais vegetais. Todas essas camadas agem como uma barreira resistente na transmissão de energia, reduzindo a necessidade do condicionamento de ar em estações mais quentes e diminuindo a necessidade da calefação nas mais frias.

A proposta de avaliação de conforto térmico apresentada pela norma americana STANDARD 55 (2010, p.5) é identificar condições térmicas aceitáveis para a maioria dos ocupantes de espaços internos, já que “é difícil satisfazer a todos os ocupantes em um espaço, visto que existem grandes variações fisiológicas e psicológicas entre os ocupantes de um espaço”.

Para esta norma existem alguns fatores principais a serem considerados ao se fazer uma análise de conforto térmico. Os seis fatores principais que devem ser abordados quanto a definição das condições de conforto térmico são: taxa metabólica, isolamento roupas, temperatura radiante, temperatura do ar, velocidade do ar, umidade do ar” STANDARD 55 (2010, p.5).

A temperatura do ar corresponde àquela que se encontra ao redor do corpo humano. São importantes o estudo e a análise dela, pois através dela é possível

determinar a troca de calor por convecção entre o indivíduo e o ambiente para atingir o conforto térmico (FROTA, 2007; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS, 2014; XAVIER, 1999).

Já a velocidade do ar é um indicador que leva em consideração a magnitude da velocidade do fluxo de ar no local de medição dentro de um ambiente. Ela interfere diretamente na transferência de calor através de convecção e evaporação de um indivíduo no ambiente, portanto, é de extrema importância o seu estudo. (FROTA, 2007; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS, 2014; XAVIER, 1999).

Enquanto que a umidade do ar é o peso que o vapor de água possui em um determinado volume de ar, sua importância para o conforto térmico se dá a partir do fato dela possuir ligação direta com as trocas de evaporação realizadas pelo ser humano em um ambiente (FROTA 2007; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS, 2014; XAVIER, 1999).

A partir disto é justificável a importância do conforto térmico e a influência que ele exerce em um ambiente, uma vez que é a partir dele que um indivíduo pode ter uma condição melhor para exercer suas atividades cotidianas. Essas condições propiciam que o indivíduo ao exercer suas atividades se encontrem dentro de um estado de satisfação térmica, satisfação esta que é possível notar através de um melhor desempenho de suas atividades (LAMBERTS, 2014).

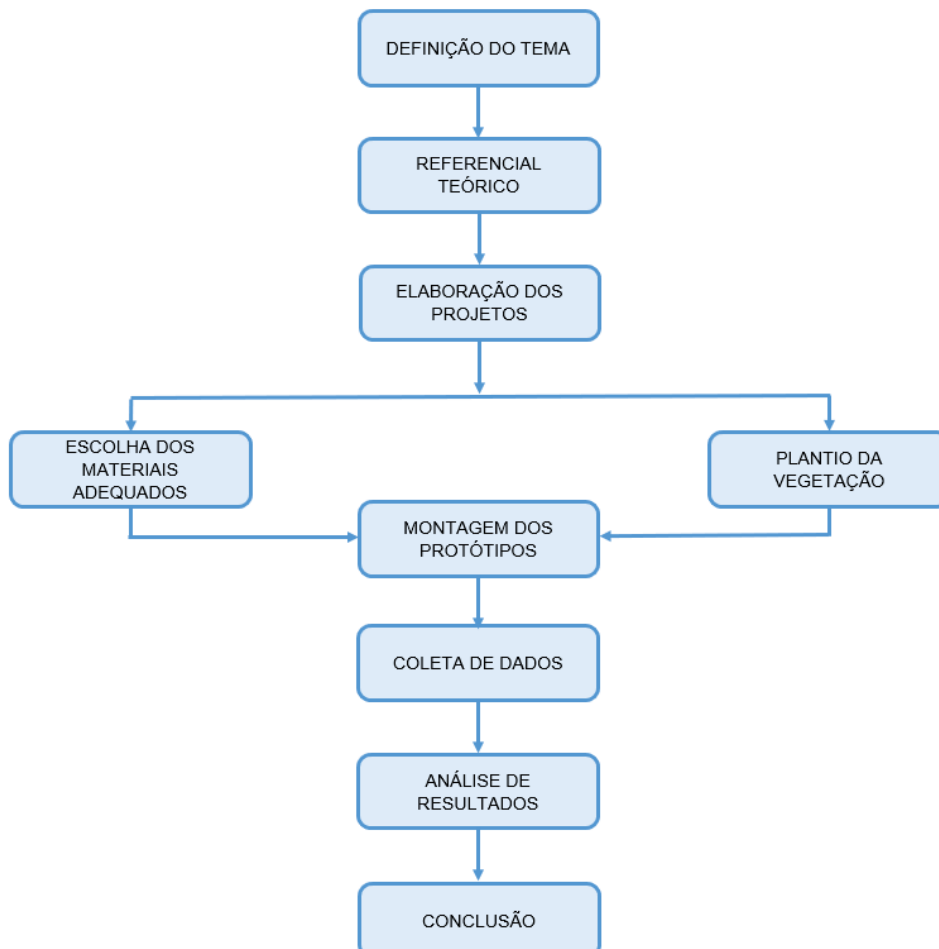
3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo é dedicado a descrição dos métodos a serem utilizados para o experimento proposto pela pesquisa. A partir de protótipos de alvenaria, sendo um deles utilizado para a implantação do telhado verde e o outro para a implantação de telhado convencional de telha cerâmica na cidade de Toledo – PR. O experimento foi realizado no espaço da UTFPR– Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Toledo, localizada na Rua Cristo Rei, 19, Toledo/Pr.

Segundo dados do Climate, Toledo está localizado na zona de clima subtropical de verão quente e abafado. Ao longo do ano, de maneira geral, a temperatura varia entre 10°C a 30°C, raramente inferior a 3°C ou superior a 34°C.

A Figura 14 apresenta o fluxograma das etapas que foram desenvolvidas durante o estudo.

Figura 14: Fluxograma base da pesquisa



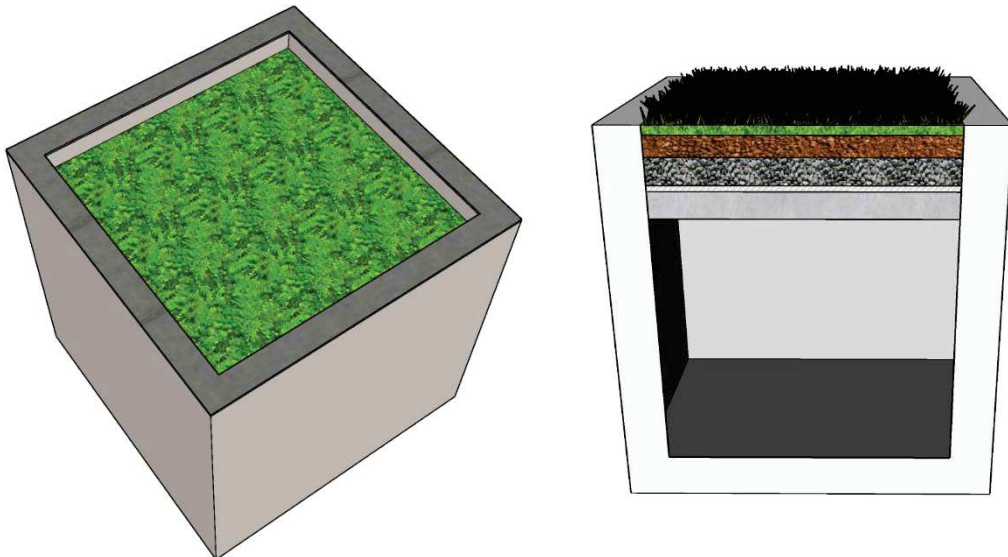
Fonte: Autoria própria (2018).

3.1. MONTAGEM DOS TELHADOS

Para atender os objetivos propostos, foi executada a estrutura de telhado verde e telhado convencional em escala reduzida em protótipos de alvenaria já existentes na UTFPR - campus Toledo. A localização desses protótipos está num espaço livre de sombreamento dentro do campus.

Na Figura 15-A é possível visualizar o projeto esquemático do protótipo com cobertura de telhado verde, e na Figura 15-B visualiza-se um corte esquemático das camadas deste telhado.

Figura 15: Protótipo com telhado verde. (A) Perspectiva do protótipo com telhado verde. (B) Corte esquemático do protótipo com telhado verde.



Fonte: Autoria própria (2018).

Esse protótipo já existente, possui dimensões de aproximadamente 1,0m x 1,0m e 1,0m de altura, e uma pequena abertura de 0,40m x 0,30m para facilitar a colocação dos sensores de temperatura em seu interior. Em uma das paredes foram feitas aberturas para que haja a drenagem do excesso de água pluvial.

A Figura 16 ilustra cada uma das etapas na execução do telhado verde.

Figura 16: Etapas da construção do telhado verde



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a primeira camada de proteção da cobertura anti-raízes ou de impermeabilização, foi instalada uma lona plástica preta. Em seguida, na camada 2 foi disposta a camada de drenagem com argila expandida com uma espessura de aproximadamente 3cm. Na terceira camada foi colocada uma manta geotêxtil com a função de conter o substrato da camada 4.

O substrato utilizado foi um substrato apropriado para plantas escolhidas para a cobertura do tipo extensiva devido às dimensões do protótipo, uma vez que a vegetação neste tipo de telhado é de menor porte. Na quinta camada, foi plantada de maneira uniforme uma gramínea com característica perene, sendo esta adaptada

à região e com baixa necessidade de manutenção, porém com grande adaptabilidade ao clima da cidade.

Na Figura 17 apresenta o protótipo com o telhado verde concluído, 20 dias após a montagem.

Figura 17: Protótipo com telhado verde

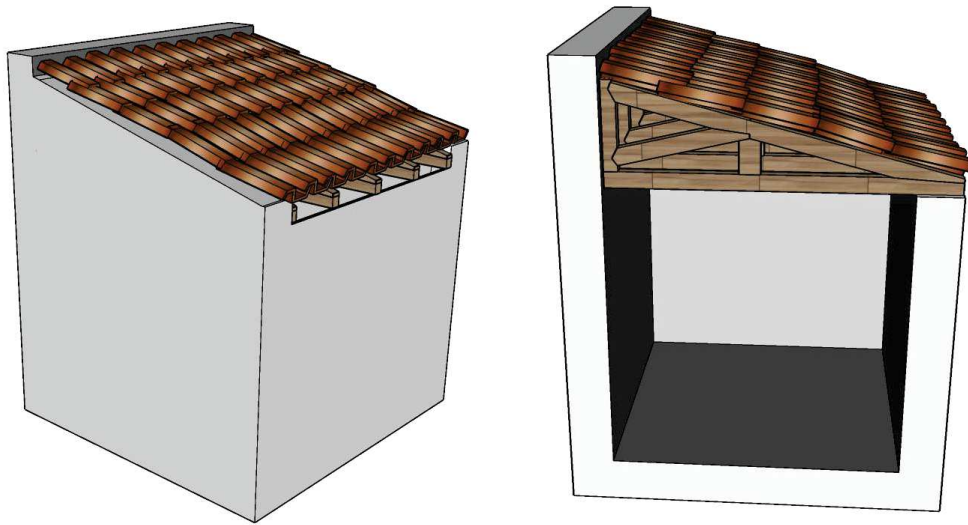


Fonte: Autoria própria (2019).

Para a cobertura tradicional, foi utilizado uma cobertura de telha cerâmica do tipo romana que de acordo com a ABNT (NBR 13582/2002), a inclinação mínima para este tipo de cobertura é de 30%. Para a fixação dela foi necessário instalar caibros e ripas, nas quais serviram de apoio para as telhas, e estas conduziam a água diretamente para uma calha instalada.

Na Figura 18-A é possível visualizar em perspectiva a proposta do protótipo em alvenaria, com a vista frontal do protótipo com cobertura de telhado cerâmica, e na Figura 18-B visualiza-se um corte esquemático deste telhado.

Figura 18: Protótipo com telhado convencional. (A) Perspectiva do protótipo com telha cerâmica. (B) Corte esquemático do protótipo com telha cerâmica



Fonte: Autoria própria (2018).

Este protótipo já existente, possui dimensões de aproximadamente 1,0m x 1,0m e 1,0m de altura, e uma pequena abertura de 0,40m x 0,30m para facilitar a colocação dos sensores de temperatura em seu interior. A Figura 19 apresenta o protótipo depois de instalado o telhado convencional.

Figura 19: Protótipo com telhado convencional



Fonte: Autoria própria (2019).

Depois de organizados os protótipos e instalado os sensores a pesquisa deu início à coleta de dados.

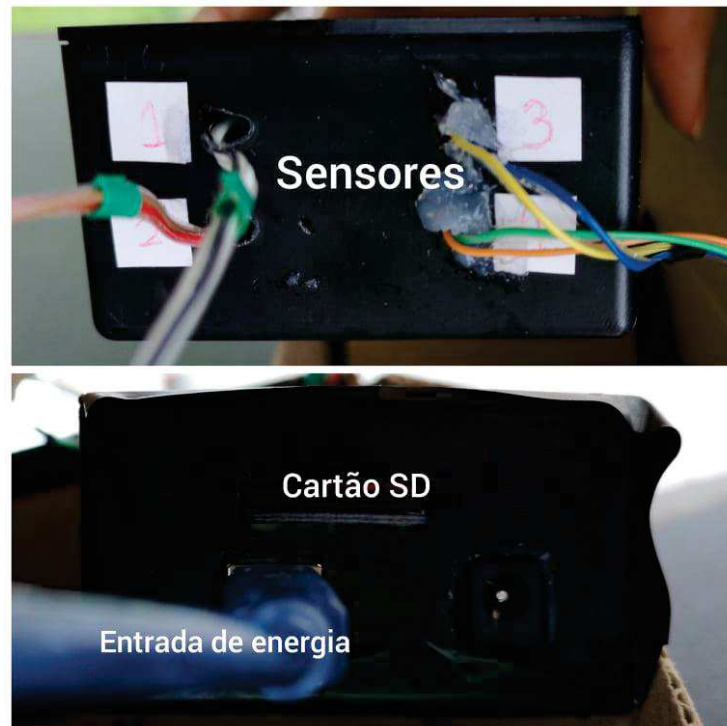
3.2. COLETA DE DADOS

Para validade da análise, os protótipos tanto de telhado verde quanto o convencional estão próximos um ao outro, expostos às mesmas condições ambientais, para verificar se a variação de temperatura interna entre eles é significativa.

A coleta de dados foi feita a partir do dia 01 até o dia 30 do mês de abril de 2019, sendo as medidas coletadas de forma automatizada de 15 em 15 minutos, 24 horas por dia. A medição fez uso de um registrador de dados com 4 sensores termistores NTC de 10k ohm, que foram inseridos no lado interno dos telhados, sendo dois sensores para cada tipo de cobertura.

Para efetivar as medições foi utilizado um controlador Arduino Uno R3, acoplado a um Data Logger Shield (que possui um relógio e um gravador de cartão SD) da Figura 20.

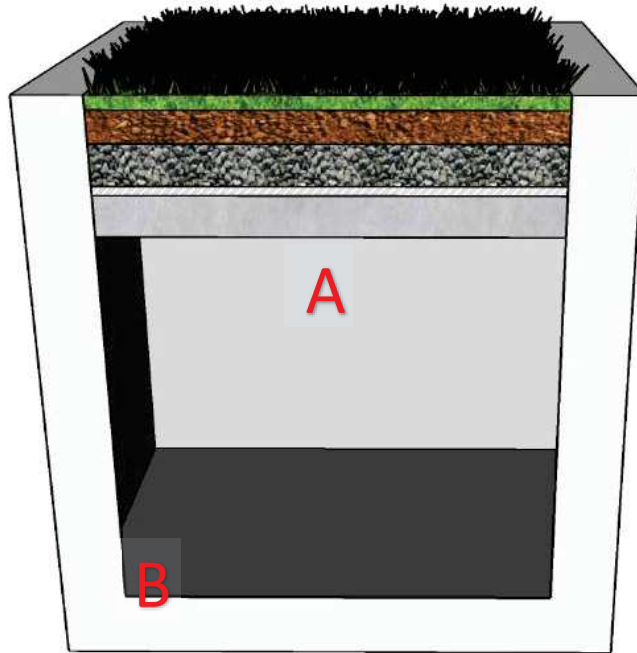
Figura 20: Controlador Arduino Uno R3



Fonte: Autoria própria (2019).

Na Figura 21 mostra a localização dos sensores do telhado verde.

Figura 21: Posicionamento dos sensores no telhado verde



Fonte: Autoria Própria (2019).

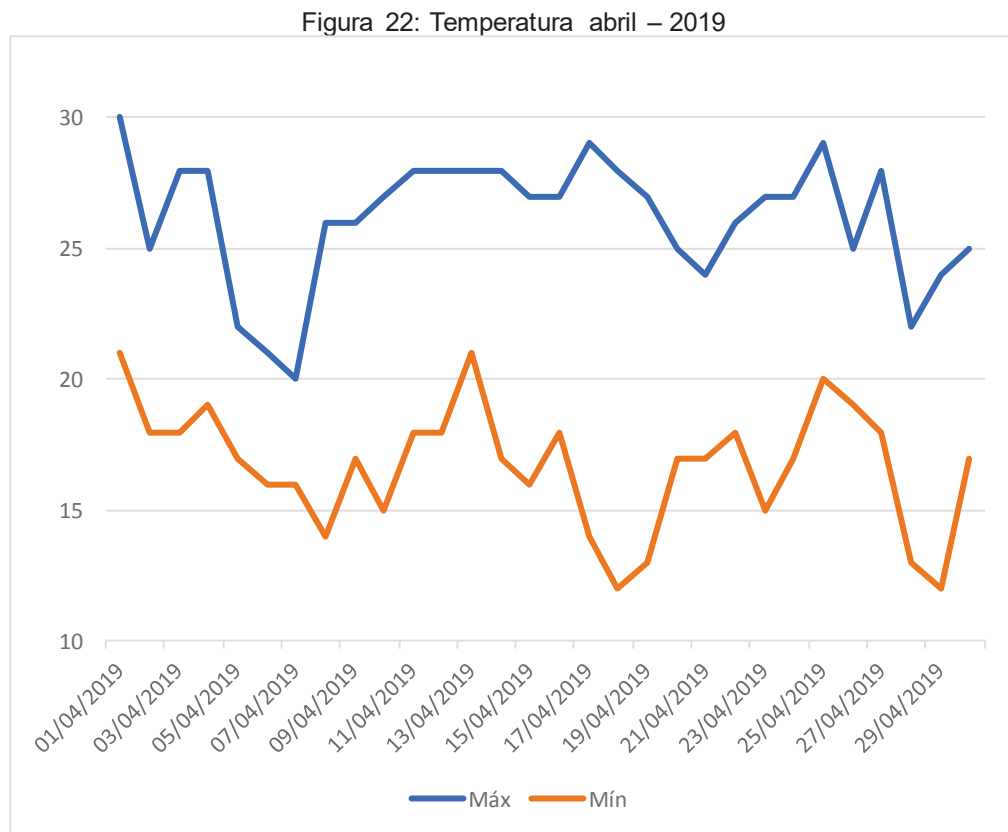
Foram colocados um sensor em cada protótipo logo abaixo dos telhados verde e das telhas romanas no local indicado pela letra A da Figura 21, e os outros dois sensores foram colocados perto da superfície do chão de cada protótipo conforme ilustra a letra B da Figura 21.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais permitiram avaliar e comparar o comportamento térmico para dois sistemas de cobertura durante o mês de abril para a cidade de Toledo/Pr. Todos os dados utilizados para análises e geração de gráficos se encontram nos Apêndices A e B.

4.1. COMPORTAMENTO TÉRMICO PARA O PERÍODO DE REFLEXÃO

O período da coleta de dados corresponde ao outono e no gráfico 1 da Figura 22, apresenta as temperaturas máximas e mínimas da cidade de Toledo segundo dados do Simepar, para o mês de abril (01/04/19 – 00:00hrs à 30/04/19 – 00:00hrs) de 2019.



Nota-se que as temperaturas variam no intervalo de 12°C a 30°C, intervalo maior que a média histórica que é de 11°C a 23°C, segundo o Simepar configurando um período atípico.

4.2. ADAPTAÇÃO DA GRAMA AO SISTEMA DO TELHADO

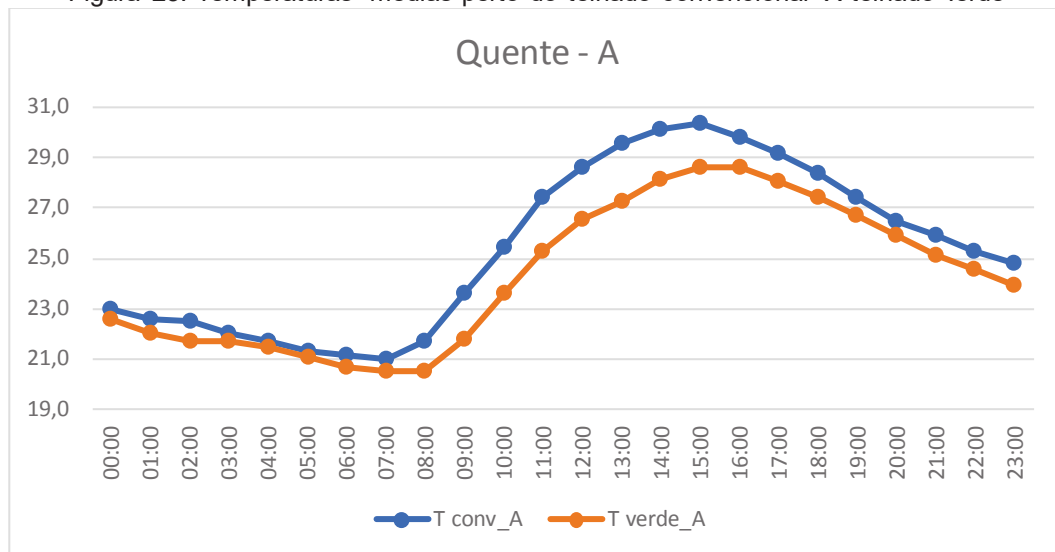
A grama escolhida para o telhado verde do tipo extensivo, conhecida como grama esmeralda, de nome científico *Zoysia japônica* da família *Poaceae*, não apresentou resistência quanto a adaptação no protótipo de telhado verde. A cobertura verde foi regada algumas vezes nos primeiros dias em que foi plantada e na sequência obteve crescimento satisfatório, fato positivo para a pesquisa. Durante o período do experimento não houve necessidade de realizar poda na vegetação, embora as raízes tenham se desenvolvido a vegetação não necessitou de uma manutenção expressiva haja visto seu porte de forração.

4.3. COMPARAÇÃO DAS TEMPERATURAS INTERNAS DOS DIAS MAIS QUENTES E DIAS MAIS FRIOS ENTRE OS TELHADOS

Para fazer uma comparação das temperaturas internas entre os telhados convencional e verde, foram selecionados os cinco dias mais quentes do período de coleta de dados, sendo estes: 01 de abril, 15 de abril, 19 de abril, 24 de abril e 25 de abril, a fim de representar de forma mais próxima as características reais dos dias de maior temperatura da região nesta época.

Inicialmente foi feita uma média aritmética para cada tempo coletado entre os cinco dias de dados. Como os dados foram coletados a cada 15 minutos pelo Arduino, foi feita organização de cada quatro dados, obtendo dessa forma, a temperatura média de hora em hora (Apêndice C). Esses dados resultaram no gráfico 2 (Figura 23), na qual apresenta as comparações de temperaturas médias por hora do sensor localizado internamente (A), logo abaixo dos telhados convencional e verde.

Figura 23: Temperaturas médias perto do telhado convencional X telhado verde

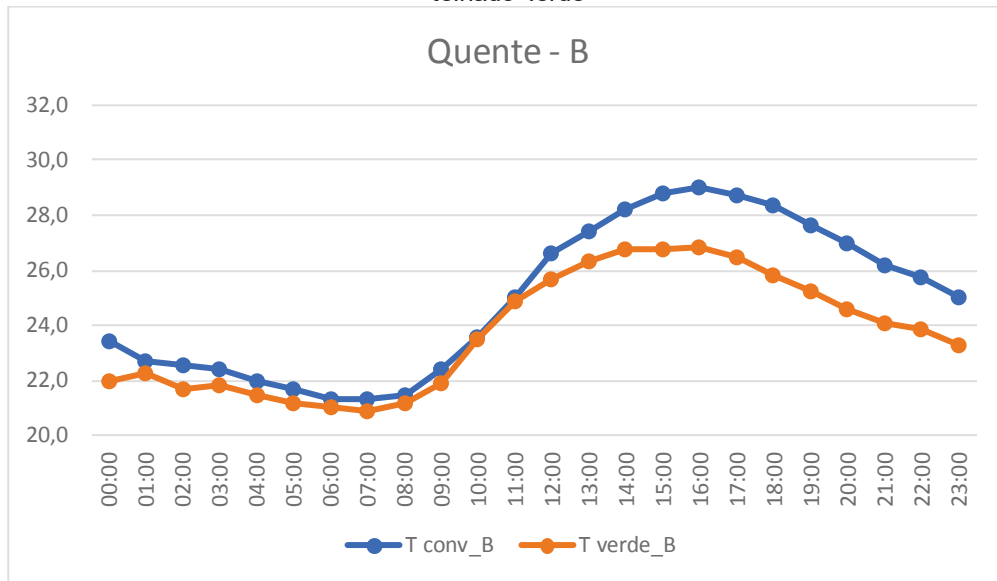


Fonte: Autoria própria (2019).

Foi possível observar que o telhado convencional, revestido de telha cerâmica romana, sofre maiores variações de temperatura ao longo do dia. A maior temperatura média atingida no ponto A foi de 30,4°C por volta das 15h00, e a menor de 21,0°C por volta das 7h00, resultando numa amplitude de 9,4°C. Já o telhado verde teve uma amplitude de variação menor, 8,2°C. A temperatura média mais alta atingida pelo telhado verde foi de 28,7°C às 16h00, enquanto a mais baixa foi de 20,5°C às 7h00.

As temperaturas coletadas pelos outros dois sensores localizados no centro geométrico dos protótipos (B), também sofreram variações semelhantes, conforme se apresenta no gráfico 3 (Figura 24).

Figura 24: Temperaturas médias no centro geométrico dos protótipos do telhado convencional X telhado verde



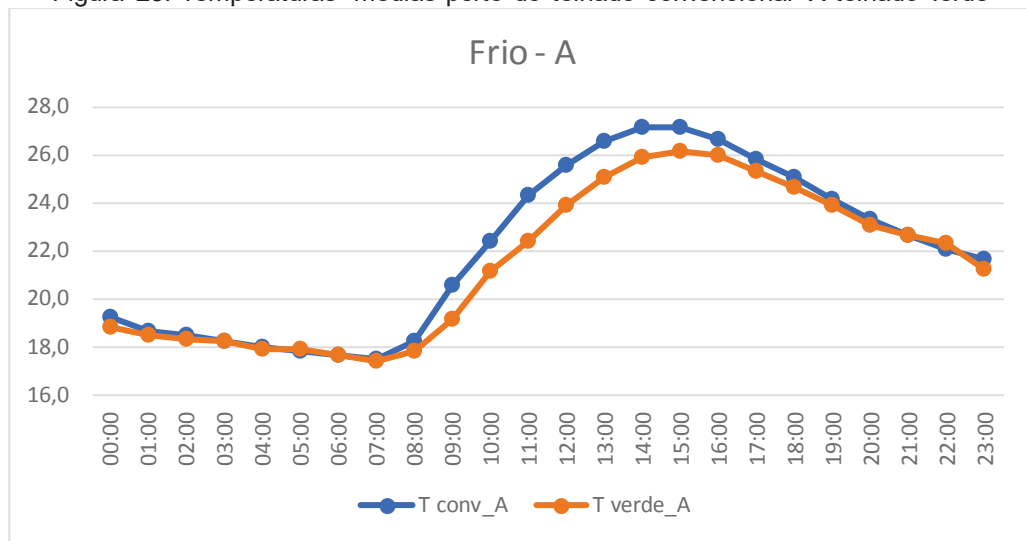
Fonte: Autoria própria (2019).

É possível notar pelo Gráfico 3, que para o telhado convencional, a temperatura média mais alta no ponto B foi de 29,1°C às 16h00, a mais baixa foi de 21,4°C entre 6h00 às 7h00, com uma variação de 7,7°C. Já a cobertura verde teve uma temperatura média alta de 26,9°C às 16h00, com a mais baixa às 7h00 de 20,9°C, obtendo dessa forma, uma amplitude de 6,0°C apenas.

A mesma análise feita com os dias mais quentes foi feita para os dias mais frios (Apêndice C), comparando as temperaturas internas entre os telhados convencional e verde, foram selecionados os cinco dias mais frios do período de coleta de dados, sendo estes: 08 de abril, 09 de abril, 18 de abril, 29 de abril e 30 de abril, a fim de representar de forma mais próxima as características reais dos dias de menor temperatura da região nesta época.

No gráfico 4 (Figura 25) é possível verificar as temperaturas médias para os sensores localizados na parte superior do protótipo – rente aos telhados (A), estes dados foram encontrados com o mesmo tratamento de média aritmética que para os dias quentes.

Figura 25: Temperaturas médias perto do telhado convencional X telhado verde

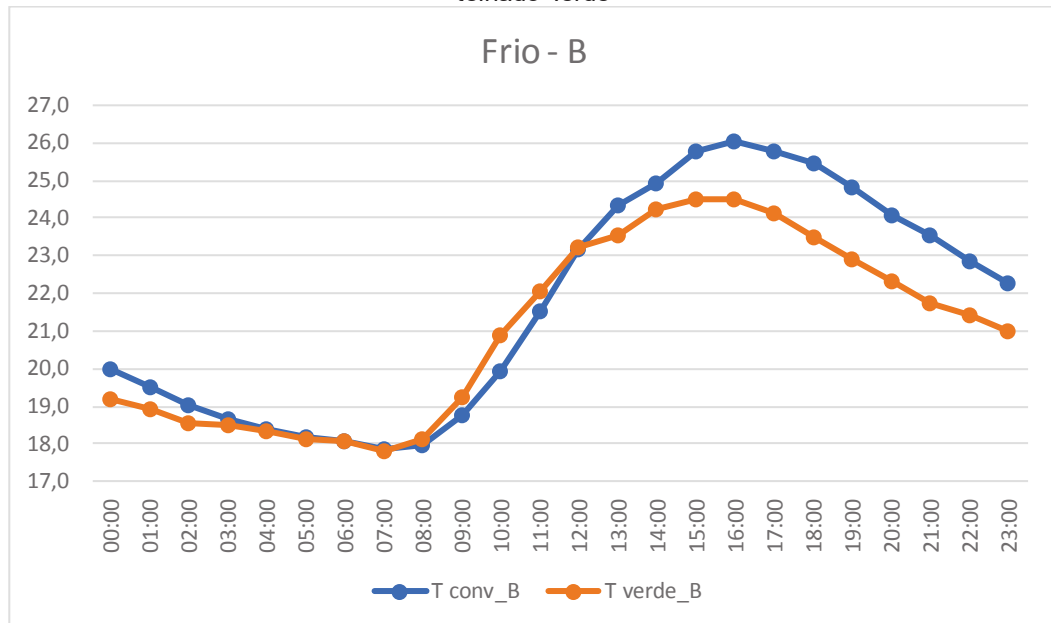


Fonte: Autoria própria (2019).

Pelo gráfico 4 é possível verificar que a temperatura média máxima atingida pelo telhado convencional para os sensores localizados no centro geométrico (B) foi de 27,2°C entre as 14h00 e 15h00, e para a temperatura média mais baixa foi de 17,5°C às 7h00, obtendo assim, uma amplitude térmica de 9,7°C. Já para o telhado verde, a temperatura média mais alta foi de 26,2°C às 15h00 e a mais baixa foi de 17,4°C às 7h00, com uma variação de 8,8°C.

Durante os dias mais frios representados pelo gráfico 5 (Figura 26), nota-se que, para o telhado convencional, a temperatura média mais alta foi de 26,1°C às 16h00, a mais baixa foi de 17,9°C às 7h00, com uma variação de 8,2°C. Já a cobertura verde teve uma temperatura média alta de 24,5°C às 16h00, com a mais baixa às 7h00 de 17,8°C, obtendo dessa forma, uma amplitude de 6,7°C apenas.

Figura 26: Temperaturas médias no centro geométrico dos protótipos do telhado convencional X telhado verde



Fonte: Autoria própria (2019).

Em dias quentes, foi encontrada uma diferença média de 0,8°C com desvio padrão de 0,66 para o sensor localizado na parte superior do telhado, e 1°C de diferença média com desvio padrão de 0,85 para o sensor localizado no centro geométrico. Já para dias frios, a diferença média para o sensor A foi de 0,4°C com desvio padrão de 0,61, e 0,7°C com desvio padrão de 0,86 para sensor B. Assim, pode-se notar que para dias mais quentes, o telhado convencional é mais eficiente.

Outra observação importante é que a temperatura média tanto logo abaixo dos telhados, quanto nos centros geométricos dos protótipos, mostra que na maior parte do tempo, nos dias de calor ou de frio, a cobertura verde permanece com temperaturas próximas ou abaixo da cobertura convencional. Devido à nossa região possuir temperaturas elevadas na maior parte do ano e, devido também às preocupações atuais com as mudanças climáticas que estão aumentando as temperaturas de forma expressiva, considera-se que o controle de temperatura no caso do uso do telhado verde contribui de forma favorável à nossa situação local.

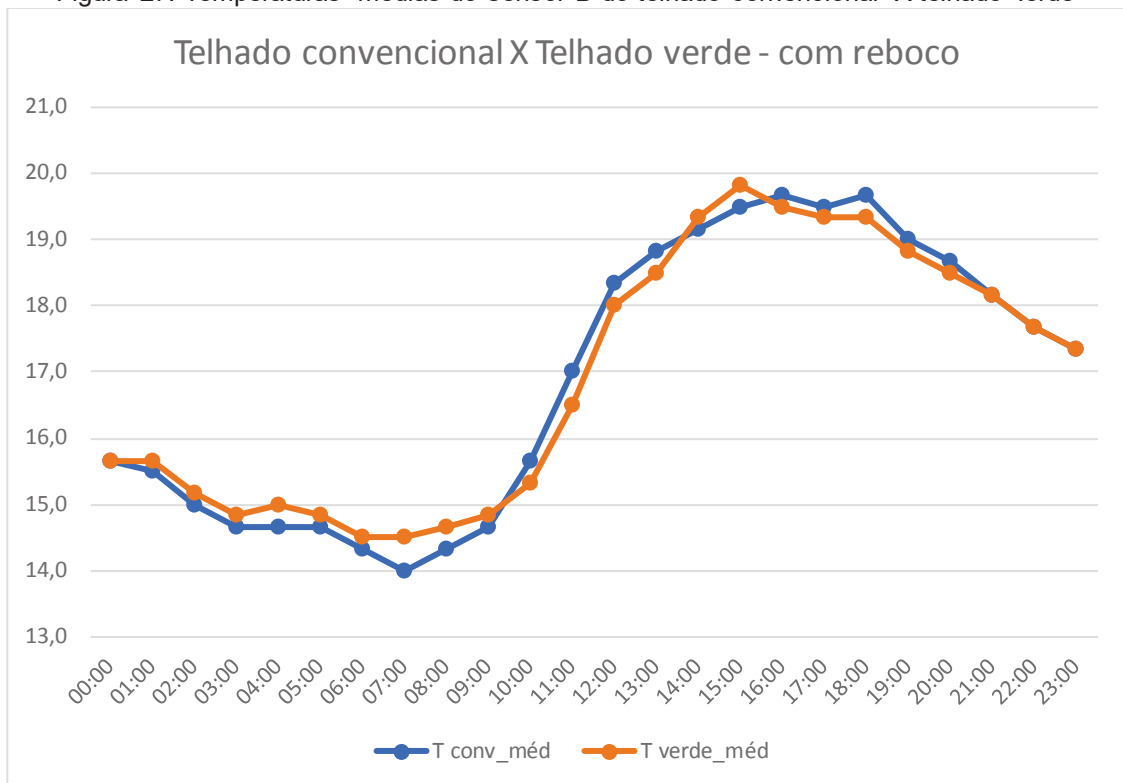
O período das 13h00 até 23h00 é o período onde é possível verificar no sensor localizado no centro geométrico do protótipo, a maior diferença na temperatura média entre o telhado convencional e o telhado verde, dessa forma, é possível concluir que durante o dia, o telhado verde é mais eficiente, contribuindo para aproximar o ambiente da zona de conforto térmico.

Já durante o período da madrugada até de manhã, entre as 0h00 até 12h00, na qual as temperaturas estão dentro de uma faixa entre 17°C a 21°C. Percebe-se que não há muita diferença nas temperaturas médias entre os dois tipos de telhados, pois no inverno, ou em temperaturas baixas, a cobertura verde retarda as perdas de calor dos ambientes internos para o exterior da edificação.

Os resultados obtidos estão de acordo com outros trabalhos semelhantes como Vecchia (2005) e Vacilikio (2011), os quais também notaram que o telhado verde reduziu significativamente as temperaturas máximas durante o dia, como também demorou mais para esfriar durante a noite. É importante ressaltar que as paredes do protótipo de telhado convencional estavam revestidas com reboco, já as paredes de telhado verde estavam somente chapiscadas durante o período da coleta desses dados, uma vez que esses protótipos foram utilizados da forma que se encontravam no campus.

Foi notado que mesmo apenas com uma camada bruta do revestimento, a cobertura verde atingiu uma melhora significativa na temperatura interna do ambiente. Posteriormente a coleta desses dados no mês de abril, foi feito então um reboco no protótipo de telhado verde, igualando ao protótipo de telhado convencional e assim, coletou-se novos dados nos dias 14 de maio, 15 de maio e 16 de maio (Apêndice D) do ponto geométrico dos protótipos, notou-se o comportamento representado no gráfico 6 (Figura 27) das temperaturas médias por hora.

Figura 27: Temperaturas médias do sensor B do telhado convencional X telhado verde



Como nos dias da coleta de dados após o reboco, houve chuva e frente fria, as temperaturas médias foram todas abaixo de 21°C. Assim, percebe-se que não houve diferença significativa no comportamento da cobertura verde para dias frios, sendo a parte cinza da estrutura do protótipo com ou sem o revestimento final. Demonstrando que para dias mais frios, a temperatura do telhado verde está próxima ou um pouco acima do telhado convencional, pois a cobertura verde tende a retardar as perdas de calor dos ambientes internos.

5. CONCLUSÃO

Após realizada a pesquisa foi possível verificar que os resultados obtidos foram favoráveis ao telhado verde. Este fato contribui para pesquisas sobre Eficiência Energética com foco na racionalização da energia. Pode-se confirmar algumas das vantagens citadas pela bibliografia como verificar o potencial superior do conforto térmico em ambientes com telhado verde em comparação com um telhado convencional. Considera-se que a contribuição positiva está vinculada à qualidade de execução do sistema do telhado verde, ou seja, desde que o sistema seja planejado e implantado corretamente.

O conhecimento sobre as questões que envolvem o conforto térmico é relevante quando se deseja ter ambientes com temperaturas mais agradáveis ao ser humano, influenciando na diminuição da utilização de ar condicionado. Assim, através dos dados obtidos, observou-se que o telhado verde tem um papel de atenuar o aumento das temperaturas internas durante o dia, principalmente durante o período da tarde, quando comparado com o protótipo de cobertura de telha cerâmica. Essa diferença ficou clara para o dia 01 de abril de 2019, quando a temperatura máxima atingida pelo protótipo de telhado convencional atingiu 29°C e do telhado verde a 26°C para o sensor localizado no centro geométrico, atingindo uma amplitude de 3°C. Ainda durante o período do experimento, foi possível verificar que o telhado verde demorou mais a resfriar que o telhado convencional, além de esfriar menos. Durante as madrugadas, do período das 0h00 até as 9h00 essa constatação fica mais evidente.

Em síntese, no período de 2 meses em que o experimento foi realizado, pode-se constatar a superioridade do sistema de cobertura verde em relação ao sistema convencional. E, ainda que o telhado verde extensivo embora tenha a vegetação de pequeno porte já contribui de forma significativa ao controle ambiental interno das edificações. Sendo assim, sugere-se como estudos futuros a exploração de outros sistemas de maior dimensão como o sistema intensivo para que se possa verificar se há ampliação da eficácia do sistema de cobertura.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE Standard 55-1992**. Atlanta, 2010. Acesso em: 26 ago. 2018.

ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. Acesso em: 26 ago. 2018.

ARRUDA, J.; MARY, W.; MORAES, M. F.; PIMENTEL DA SILVA, L. **TELHADOS VERDES: Ferramenta potência para geração de renda em áreas de fragilidade social**. In: ENEPEA-Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, 2008, Curitiba-Paraná. IX ENEPEA, 2008. Acesso em: 26 ago. 2018.

ARQUITETURA. **Telhado Verde e redução de IPTU**. Disponível em: <<http://2arquitetura.blogspot.com/2013/05/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

BALDESSAR, Sílvia Maria Nogueira. **Telhado Verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Universidade Federal do Paraná, 2012, Curitiba – Paraná. Acesso em: 26 ago. 2018.

BEM PARANÁ. Telhados Verdes têm benefícios ambientais e econômicos. Disponível em: <https://www.bemparana.com.br/noticia/telhados-verdes-tem-beneficios-ambientais-e-economicos#.XRwJy-hKjIU>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

BENETTI PAISAGISMO. **Telhado Verde**. Disponível em: <<http://www.benettipaisagismo.com.br/telhado-verde/benetti-paisagismo.php>>. Acesso em: 06 mar. 2018.

CECCHIN, Maiara. **Os telhados verdes como alternativa ao meio urbano**. 2010. Disponível em: <www.faculdedombosco.edu.br/>. Acesso em: 03 set. 2018.

CIA ECOLÓGICA. **Telhados Verdes**. Disponível em: <<https://paoeecologia.wordpress.com/2011/08/29/telhados-verdes-fotos/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

CLIMATE. **Clima**: Toledo. [S.l.]. 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/31828/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simas. **Em busca de uma arquitetura sustentável**. Rio de Janeiro, Ed. Revan, 2ª ed., 2011. Acesso em: 26 set. 2018.

DICAS ARQUITETURA. **Os Jardins Suspensos da Babilônia**. Disponível em: <<https://dicasarquitetura.com.br/os-jardins-suspensos-da-babilonia/>>. Acesso em: 26 set. 2018.

ECOTELHADO. **Nova Iorque terá o maior Telhado Verde do Mundo**. Disponível em:<<https://ecotelhado.com/>> . Acesso em: 26 ago. 2018.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Terezinha Ramos. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2007. 243 p. Acesso em: 06 set. 2018.

GETTER, K.L.; ROWE, D.B. **The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Developments**. HortScience: American Society for Horticultural Science. Michigan: AshsPublications, 2006, p. 1276-1285. Acesso em: 07 set. 2018.

GIVONI, B. **Climate and Architecture**. 2º ed. London: Applied Science, 1976 (reprinted 1981). Architectural Science Series. Acesso em: 07 set. 2018.

GOMES, A. D. N.; BALBINO, E.; RIQUEIRA, L. T.; APARECIDO, M. **Uma breve análise sobre a eficiência do telhado verde como alternativa ecológica para as construções civis**. Universidade do Grande ABC, curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Santo André, 2011. Acesso em: 08 set. 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/>>. Acesso em 21 set 2018.

GREEN ROOF SERVICE. **Tipos de telhado verde**. Disponível em: <<http://www.greenroofservice.com>>. Acesso em: 03 set. 2018.

HENEINE, Maria Cristina Almeida De Souza. **Cobertura Verde (Monografia)**. Belo Horizonte: Universidade federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2008. Acesso em: 21 set. 2018.

HEWAGE, Kasun; BIANCHINI, Fabricio. **How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. Building and Environment.** Canadá, V 48 Pg 57 a 65. Ago, 2011. Disponível em: 115 Acesso em: 17 out. 2018.

HOLANDA, M. **Villa Ronde.** Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/01-80129/villa-ronde-ciel-rouge>>. Acesso em: 04 set. 2018.

IBGE. **População rural e urbana.** Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: 04 set. 2018.

IGRA. International Green Roof Association. Disponível em: <<http://www.igraworld.com>>. Acesso em: 13 mai. 2019

ISO Standard 7730 (2005). **Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**, Geneva International Standards Institution, 2005. Acesso em: 04 set. 2018.

JORNAL O GLOBO. **Selo verde para prédios.** Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/economia/rio20/prefeito-rebate-critica-ao-projeto-de-selo-verde-para-predios-5169637>>. Acesso em: 04 set. 2018.

KHAN, S. M. ; SIMPSON, R. W. **Effect of a heat island on the meteorology of a complex urban airshed.** Boundary Layer Meteorology, v.1, 2001. Acesso em: 26 ago. 2018.1

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; ASSUNÇÃO PAVA, V. L.; TAVARES, S. **Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics. In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture.** PLEA, 18., 7-9 de nov. de 2001, Florianópolis. Proceedings. 2001. Acesso em: 26 ago. 2018.

LAMBERTS, Roberto. et al. **Conforto e Stress Térmico.** Florianópolis, 2014, 83 p. Apostila do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – Departamento de Engenharia Civil da UFSC. Acesso em: 04 set. 2018.

LE CORBUSIER. **Reflexões sobre a arte.** Revista do Ministério da Educação e Saúde, Rio de Janeiro, p.2, 1949. Acesso em: 06 set. 2018.

MINKE, Genot. **Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo : Editorial Fin de Siglo, 2004. Acesso em: 13 set. 2018.

NIARCHOU, A. **Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance**. Energy and Buildings. 2001. Acesso em: 13 mar. 2018
 NRCA, National Ruffing Contractors Association (EUA) – **NRCA Green Roof Systems Manual**. 2007. Disponível em: < <http://www.nrca.net/>> Acesso em: 12 out. 2017.

OLGYAY, V. **Design with Climate**. Princeton University Press, New Jersey, 1963. Acesso em: 12 out. 2018.

OLGYAY, V. **Clima y Arquitectura em Colombia**. Universidad del Valle. Fcaultad de Arquitectura. Cali, Colombia, 1968. Acesso em: 26 set. 2018.

PENSAMENTO VERDE. **Quais as vantagens e desvantagens do telhado verde?**. Disponível em: . Acesso em: 26 set. 2018.

Pouey, M. T.F. **Coberturas verdes: analise de desempenho térmico**. Paper do VII do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis. 1998. Acesso em: 13 set. 2018.

ROMERO, Marcelo de Andrade. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000. Acesso em: 13 out. 2018.

RUBATINO ARQUITETURA. **Ministério da Educação e Saúde de Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://www.rubatinoarquitetura.com.br/2016/08/27/os-jardins-de-burle-marx/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

SAVI, A. S. **Telhados verdes: Uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba**. Curitiba. 2015. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0239.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado Verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Construção Civil)- Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte , 2011. Acesso em: 13 set. 2018.

SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná**. Disponível em: < <http://www.simepar.br/>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

SNODGRASS, Edmund C.; McINTYRE, Linda. **The Green Roof Manual. A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance**. Timber. Acesso em: 23 ago. 2018.

SONNE, J. **Evaluating Green Roof Energy Performance**. ASHRAE Journal, Florida. Florida, v.48, 2006. Acesso em: 13 set. 2018.

STANDARD 55. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2010. Acesso em: 23 ago. 2018.

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q. de; BEZERRA, S. M. da C.; GHISI, E. **Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, abr./jun. 2017. Acesso em: 12 out. 2018.

XAVIER, Antônio Augusto de Paula. **Condições de conforto térmico para Estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**. 1999. 198 p. Dissertação apresentada ao Curso de Pós - Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1999. Acesso em: 12 out. 2018.

VECCHIA, Francisco Arthur da Silva. **Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVLs) aplicada aos climas tropicais**. In: PLURIS 2005 – 1º Congresso Luso Brasileiro para planejamento urbano regional integrado sustentável, 2005, São Carlos. Anais do PLURIS 2005. Acesso em: 26 fev. 2018.

VACILIKIO, Douglas V. **Comparação das Temperaturas Internas de Ambientes com Telhado Verde e Convencional**. 2011. 42 f. Monografia. (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Coordenação de Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2011. Acesso em: 13 mai. 2019

VELAZQUEZ, L. S. **Organic greenroof architecture: sustenaible design for the new millennium**. Environmental Quality Management, Hoboken, vol.14, nº4, Summer, 2005. Acesso em: 13 set. 2018

APÊNDICE A

DATA	Dados coletados		Média histórica	
	Máximo	Mín	Máx	Mín
01/04/19	30	21	23	14
02/04/19	25	18	23	13
03/04/19	28	18	23	13
04/04/19	28	19	23	13
05/04/19	22	17	23	13
06/04/19	21	16	23	13
07/04/19	20	16	23	13
08/04/19	26	14	22	13
09/04/19	26	17	22	13
10/04/19	27	15	22	13
11/04/19	28	18	22	13
12/04/19	28	18	22	12
13/04/19	28	21	22	12
14/04/19	28	17	22	12
15/04/19	27	16	22	12
16/04/19	27	18	21	12
17/04/19	29	14	21	12
18/04/19	28	12	21	12
19/04/19	27	13	21	12
20/04/19	25	17	21	12
21/04/19	24	17	21	12
22/04/19	26	18	21	12
23/04/19	27	15	21	12
24/04/19	27	17	20	12
25/04/19	29	20	20	12
26/04/19	25	19	20	11
27/04/19	28	18	20	11
28/04/19	22	13	20	11
29/04/19	24	12	20	11
30/04/19	25	17	20	11

Fonte: Simepar (2019).

*Temperaturas em °C

APÊNDICE B
Dias quentes

Dados de 01/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	23	24	23	22	09:45	24	23	22	22	19:30	27	28	27	24
00:15	23	24	23	22	10:00	24	23	23	22	19:45	27	27	26	24
00:30	23	24	23	22	10:15	24	24	23	23	20:00	26	27	26	24
00:45	23	23	23	22	10:30	25	24	24	23	20:15	26	27	26	24
01:00	22	23	22	23	10:45	25	24	24	23	20:30	26	27	26	24
01:15	23	23	22	23	11:00	25	24	24	24	20:45	26	27	26	24
01:30	23	23	22	23	11:15	26	25	25	24	21:00	26	26	25	23
01:45	23	23	22	22	11:30	26	25	25	24	21:15	26	26	25	23
02:00	23	23	22	22	11:45	27	25	26	25	21:30	26	26	25	23
02:15	23	23	22	22	12:00	26	25	26	25	21:45	26	26	25	23
02:30	23	23	22	22	12:15	27	26	26	25	22:00	25	26	25	23
02:45	23	23	22	22	12:30	27	27	27	25	22:15	25	26	24	23
03:00	23	23	22	23	12:45	28	27	27	26	22:30	25	26	24	23
03:15	23	23	23	22	13:00	28	27	27	26	22:45	26	26	24	23
03:30	22	23	22	22	13:15	28	27	27	26	23:00	25	25	24	23
03:45	22	23	22	23	13:30	28	28	27	25	23:15	25	25	24	23
04:00	22	22	22	22	13:45	29	27	28	26	23:30	25	25	24	23
04:15	21	23	22	22	14:00	29	28	28	26	23:45	25	25	24	23
04:30	22	23	22	22	14:15	29	28	28	26					
04:45	22	22	22	22	14:30	29	29	28	26					
05:00	22	22	22	21	14:45	29	29	28	26					
05:15	22	22	21	21	15:00	29	29	28	26					
05:30	22	22	22	22	15:15	29	29	28	26					
05:45	22	22	22	22	15:30	29	29	29	26					
06:00	22	22	21	22	15:45	29	28	28	26					
06:15	22	22	21	22	16:00	29	29	28	26					
06:30	22	22	21	21	16:15	28	29	28	26					
06:45	21	22	21	22	16:30	29	29	28	26					
07:00	21	22	21	21	16:45	28	29	28	26					
07:15	22	22	21	22	17:00	28	29	28	26					
07:30	22	22	21	21	17:15	28	29	28	25					
07:45	21	22	21	21	17:30	28	28	27	25					
08:00	22	22	21	21	17:45	28	29	28	25					
08:15	22	22	21	22	18:00	28	28	27	24					
08:30	23	22	21	21	18:15	28	28	28	25					
08:45	23	22	21	22	18:30	28	28	27	25					
09:00	24	22	22	22	18:45	28	28	27	25					
09:15	24	23	22	22	19:00	28	27	27	24					
09:30	23	23	22	22	19:15	27	28	27	24					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias quentes

Dados de 15/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	23	24	23	22	09:45	25	23	23	23	19:30	28	28	27	26
00:15	23	24	23	22	10:00	25	24	23	24	19:45	27	28	27	25
00:30	23	24	23	22	10:15	26	24	24	24	20:00	27	27	26	24
00:45	23	23	23	22	10:30	26	24	24	24	20:15	27	28	26	24
01:00	22	23	22	23	10:45	27	24	25	25	20:30	27	27	26	24
01:15	23	23	22	23	11:00	27	25	25	25	20:45	27	27	26	24
01:30	23	23	22	23	11:15	28	25	25	25	21:00	27	27	26	24
01:45	23	23	22	22	11:30	28	25	26	25	21:15	26	27	25	24
02:00	23	23	22	22	11:45	29	26	26	26	21:30	26	26	25	24
02:15	23	23	22	22	12:00	29	26	27	26	21:45	26	26	25	24
02:30	23	23	22	22	12:15	29	27	27	26	22:00	26	26	25	24
02:45	23	23	22	22	12:30	30	27	27	26	22:15	26	26	25	24
03:00	23	23	22	23	12:45	30	27	27	26	22:30	26	26	25	24
03:15	23	23	23	22	13:00	30	27	27	26	22:45	26	26	25	23
03:30	22	23	22	22	13:15	31	27	28	26	23:00	25	26	24	24
03:45	22	23	22	23	13:30	30	28	27	27	23:15	25	26	24	23
04:00	22	22	22	22	13:45	31	28	28	26	23:30	25	26	24	23
04:15	21	23	22	22	14:00	31	28	28	27	23:45	25	25	24	24
04:30	22	23	22	22	14:15	31	28	28	27					
04:45	22	22	22	22	14:30	31	28	29	27					
05:00	22	22	22	21	14:45	30	28	28	27					
05:15	22	22	21	21	15:00	31	28	28	27					
05:30	22	22	22	22	15:15	31	29	29	27					
05:45	22	22	22	22	15:30	31	29	29	26					
06:00	22	22	21	22	15:45	31	29	29	27					
06:15	22	22	21	22	16:00	31	29	29	27					
06:30	22	22	21	21	16:15	31	29	29	27					
06:45	21	22	21	22	16:30	31	29	29	27					
07:00	21	22	21	21	16:45	31	29	29	27					
07:15	22	22	21	22	17:00	31	29	29	27					
07:30	22	22	21	21	17:15	30	29	28	26					
07:45	21	22	21	21	17:30	30	29	28	26					
08:00	22	22	21	21	17:45	30	29	28	26					
08:15	22	22	21	22	18:00	30	29	28	26					
08:30	23	22	21	21	18:15	29	29	28	26					
08:45	23	22	21	22	18:30	29	29	28	25					
09:00	24	22	22	22	18:45	29	29	27	26					
09:15	24	23	22	22	19:00	29	28	27	26					
09:30	24	23	23	23	19:15	28	28	27	25					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias quentes

Dados de 19/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	22	23	22	21	09:45	25	22	22	22	19:30	28	28	27	26
00:15	22	23	22	21	10:00	25	22	22	22	19:45	28	28	27	25
00:30	22	23	22	21	10:15	26	22	23	23	20:00	27	28	26	25
00:45	22	23	21	21	10:30	27	23	24	23	20:15	28	27	25	24
01:00	22	22	21	22	10:45	27	24	24	24	20:30	27	28	26	25
01:15	22	22	21	21	11:00	28	24	24	25	20:45	27	27	26	24
01:30	22	22	21	21	11:15	29	24	25	25	21:00	27	27	26	24
01:45	22	23	21	21	11:30	29	25	26	25	21:15	27	27	25	24
02:00	21	22	21	20	11:45	30	25	26	25	21:30	26	27	25	24
02:15	22	22	20	20	12:00	30	26	26	26	21:45	26	27	25	24
02:30	22	22	20	20	12:15	30	27	26	26	22:00	26	26	25	24
02:45	21	21	21	20	12:30	30	26	27	26	22:15	26	26	25	24
03:00	21	22	21	21	12:45	30	27	27	26	22:30	26	26	24	24
03:15	21	21	20	20	13:00	30	27	27	26	22:45	25	26	24	24
03:30	21	22	21	20	13:15	30	27	27	27	23:00	25	26	24	23
03:45	21	21	20	20	13:30	30	27	28	27	23:15	25	26	24	23
04:00	21	21	19	20	13:45	30	27	28	26	23:30	25	25	24	23
04:15	21	21	20	20	14:00	31	27	28	26	23:45	25	25	24	23
04:30	21	21	20	20	14:15	31	28	28	27					
04:45	21	21	20	20	14:30	31	28	28	27					
05:00	20	21	20	20	14:45	31	28	29	27					
05:15	20	21	19	20	15:00	32	29	28	27					
05:30	20	21	20	20	15:15	31	28	29	27					
05:45	20	21	20	20	15:30	31	29	29	27					
06:00	20	21	19	19	15:45	31	29	29	27					
06:15	20	21	19	20	16:00	31	29	29	27					
06:30	20	20	19	20	16:15	31	30	29	28					
06:45	20	21	20	20	16:30	31	29	29	27					
07:00	20	21	19	20	16:45	31	29	29	27					
07:15	20	21	19	20	17:00	31	29	28	27					
07:30	20	20	19	20	17:15	30	29	28	27					
07:45	20	21	19	20	17:30	30	29	28	27					
08:00	20	21	19	20	17:45	30	28	28	26					
08:15	21	21	19	20	18:00	30	29	28	26					
08:30	22	21	20	21	18:15	30	29	27	26					
08:45	22	21	20	20	18:30	29	29	27	26					
09:00	23	21	20	20	18:45	29	29	27	26					
09:15	23	21	21	21	19:00	29	28	27	25					
09:30	24	22	21	22	19:15	28	28	27	25					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias quentes

Dados de 24/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	23	23	22	22	09:45	24	23	22	23	19:30	27	27	26	25
00:15	22	23	22	22	10:00	24	23	23	24	19:45	26	26	26	25
00:30	23	23	22	22	10:15	25	23	23	23	20:00	26	26	26	25
00:45	23	22	22	22	10:30	25	24	24	23	20:15	26	26	26	25
01:00	22	22	22	21	10:45	26	24	24	24	20:30	26	26	25	25
01:15	22	22	22	22	11:00	26	25	24	24	20:45	25	26	26	25
01:30	22	22	22	22	11:15	27	25	25	25	21:00	25	25	25	24
01:45	22	22	22	22	11:30	27	25	25	25	21:15	25	25	25	24
02:00	22	22	22	22	11:45	28	26	26	25	21:30	25	25	25	24
02:15	22	22	21	21	12:00	28	26	25	24	21:45	25	25	24	24
02:30	22	22	22	22	12:15	28	26	26	25	22:00	25	25	24	24
02:45	22	22	21	22	12:30	29	27	26	26	22:15	25	25	24	24
03:00	22	22	21	22	12:45	29	27	27	26	22:30	24	24	24	23
03:15	22	22	22	22	13:00	29	27	27	26	22:45	24	24	24	24
03:30	22	22	21	22	13:15	30	27	27	26	23:00	24	24	24	23
03:45	22	22	22	22	13:30	30	28	27	27	23:15	24	24	23	23
04:00	22	22	22	22	13:45	31	28	28	27	23:30	24	24	23	23
04:15	22	21	21	21	14:00	31	28	28	27	23:45	24	24	23	23
04:30	22	22	22	21	14:15	30	29	28	27					
04:45	22	22	21	22	14:30	30	28	29	27					
05:00	21	22	21	21	14:45	30	28	28	27					
05:15	21	22	21	22	15:00	31	29	29	28					
05:30	21	21	21	22	15:15	30	28	29	27					
05:45	21	21	21	22	15:30	31	29	29	27					
06:00	21	21	21	21	15:45	31	29	29	28					
06:15	21	21	21	21	16:00	30	29	29	27					
06:30	21	21	21	21	16:15	30	29	29	27					
06:45	21	21	21	21	16:30	29	29	29	27					
07:00	21	21	20	21	16:45	29	29	29	27					
07:15	21	21	21	21	17:00	29	29	29	27					
07:30	21	21	21	21	17:15	28	29	28	27					
07:45	21	21	20	21	17:30	28	28	28	26					
08:00	20	21	21	21	17:45	28	28	28	27					
08:15	21	21	21	21	18:00	28	28	28	26					
08:30	21	21	20	21	18:15	27	28	27	26					
08:45	22	22	20	21	18:30	27	28	27	27					
09:00	22	22	21	21	18:45	27	27	27	26					
09:15	23	23	21	21	19:00	27	27	27	26					
09:30	23	23	22	21	19:15	27	27	26	25					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias quentes

Dados de 25/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	24	24	23	23	09:45	24	23	23	23	19:30	27	28	27	26
00:15	24	24	23	23	10:00	25	23	23	23	19:45	27	28	27	27
00:30	24	24	23	22	10:15	25	24	23	25	20:00	27	27	26	26
00:45	24	24	23	23	10:30	26	24	24	24	20:15	26	27	26	26
01:00	24	24	23	23	10:45	26	24	25	24	20:30	26	27	26	25
01:15	23	23	23	23	11:00	27	25	25	25	20:45	26	27	26	25
01:30	23	23	23	23	11:15	27	25	25	25	21:00	26	27	26	26
01:45	23	23	23	23	11:30	26	26	26	25	21:15	26	27	25	25
02:00	23	23	22	23	11:45	28	26	26	26	21:30	26	26	25	25
02:15	23	23	23	23	12:00	27	27	26	26	21:45	25	26	25	25
02:30	23	23	23	23	12:15	28	27	27	26	22:00	25	27	25	25
02:45	23	23	22	22	12:30	29	27	27	26	22:15	25	26	25	25
03:00	22	23	22	22	12:45	29	27	27	26	22:30	25	26	25	25
03:15	22	23	22	22	13:00	29	28	27	26	22:45	25	26	25	24
03:30	22	22	22	22	13:15	29	28	27	27	23:00	25	25	25	24
03:45	22	22	22	22	13:30	30	28	27	27	23:15	25	25	25	24
04:00	22	22	22	22	13:45	29	28	27	27	23:30	25	25	24	24
04:15	22	22	22	22	14:00	29	28	28	27	23:45	25	25	24	24
04:30	22	22	22	22	14:15	30	28	28	27					
04:45	22	22	22	22	14:30	30	29	28	27					
05:00	22	22	21	22	14:45	29	29	28	27					
05:15	22	22	21	21	15:00	30	29	28	27					
05:30	22	22	21	21	15:15	30	29	28	27					
05:45	21	22	21	21	15:30	30	29	29	26					
06:00	21	21	21	20	15:45	29	29	28	27					
06:15	22	21	21	22	16:00	29	29	28	27					
06:30	21	21	21	21	16:15	29	29	29	27					
06:45	21	21	21	21	16:30	29	29	28	27					
07:00	21	21	21	21	16:45	29	29	28	27					
07:15	21	21	21	21	17:00	29	29	28	27					
07:30	21	21	21	21	17:15	29	29	28	27					
07:45	21	21	21	21	17:30	29	29	28	28					
08:00	21	21	20	21	17:45	29	28	28	27					
08:15	21	21	21	21	18:00	28	28	28	26					
08:30	22	21	21	22	18:15	28	28	28	27					
08:45	22	22	21	22	18:30	28	28	27	26					
09:00	23	22	21	21	18:45	28	28	27	26					
09:15	23	22	22	22	19:00	27	28	27	26					
09:30	24	22	22	23	19:15	27	28	26	26					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

APÊNDICE B
Dias frios

Dados de 08/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	19	19	18	19	09:45	21	19	19	20	19:30	24	24	24	22
00:15	18	19	18	19	10:00	21	19	20	20	19:45	23	24	23	22
00:30	19	19	18	18	10:15	22	19	21	21	20:00	23	24	23	22
00:45	18	19	18	18	10:30	21	20	21	21	20:15	23	24	23	22
01:00	18	19	18	18	10:45	22	20	21	21	20:30	22	23	23	22
01:15	18	19	18	18	11:00	22	20	21	21	20:45	22	23	23	21
01:30	18	18	17	18	11:15	22	21	22	21	21:00	22	23	22	21
01:45	18	18	18	18	11:30	23	21	22	21	21:15	22	23	22	22
02:00	18	18	18	18	11:45	23	21	22	21	21:30	22	23	22	21
02:15	18	18	18	18	12:00	24	21	23	22	21:45	22	23	22	21
02:30	18	18	18	18	12:15	24	22	23	22	22:00	21	22	21	21
02:45	18	18	18	17	12:30	24	22	23	22	22:15	21	22	22	20
03:00	18	18	17	18	12:45	24	22	23	22	22:30	21	22	21	20
03:15	18	18	18	18	13:00	24	23	24	22	22:45	22	22	21	21
03:30	18	18	18	18	13:15	24	23	24	23	23:00	21	22	21	20
03:45	18	18	18	18	13:30	25	23	24	22	23:15	21	21	21	20
04:00	18	18	18	18	13:45	26	24	24	23	23:30	21	22	21	20
04:15	18	18	18	18	14:00	26	23	24	23	23:45	21	21	20	20
04:30	18	18	18	18	14:15	26	24	24	23					
04:45	18	18	18	18	14:30	26	24	25	24					
05:00	18	18	18	18	14:45	25	24	25	22					
05:15	17	18	17	18	15:00	26	24	25	23					
05:30	18	17	17	18	15:15	26	24	25	25					
05:45	18	18	17	18	15:30	27	25	25	24					
06:00	17	18	18	17	15:45	27	25	25	24					
06:15	18	18	17	18	16:00	26	25	26	24					
06:30	18	18	18	17	16:15	26	25	26	24					
06:45	18	18	17	18	16:30	26	25	25	24					
07:00	18	18	18	18	16:45	26	25	26	24					
07:15	18	18	17	18	17:00	25	25	25	25					
07:30	18	18	18	18	17:15	26	25	26	23					
07:45	18	18	18	18	17:30	25	25	25	23					
08:00	18	18	17	18	17:45	25	25	25	24					
08:15	19	18	18	18	18:00	25	25	25	23					
08:30	19	18	18	18	18:15	24	25	25	23					
08:45	19	18	18	18	18:30	24	25	25	23					
09:00	19	18	18	18	18:45	24	25	24	23					
09:15	20	19	19	19	19:00	24	24	24	23					
09:30	20	18	19	19	19:15	23	24	24	22					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias frios

Dados de 09/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	21	21	21	20	09:45	22	20	20	21	19:30	26	26	25	23
00:15	21	21	20	21	10:00	22	20	20	20	19:45	25	26	25	23
00:30	21	21	20	20	10:15	23	20	22	21	20:00	25	26	25	23
00:45	21	21	20	19	10:30	23	20	22	21	20:15	25	26	24	23
01:00	20	21	20	20	10:45	24	21	22	22	20:30	25	26	24	23
01:15	20	21	20	20	11:00	24	21	22	22	20:45	24	25	24	22
01:30	20	21	20	20	11:15	25	22	22	23	21:00	24	25	24	22
01:45	20	21	20	19	11:30	25	22	23	23	21:15	24	25	24	22
02:00	20	21	20	19	11:45	26	23	23	23	21:30	24	25	24	22
02:15	20	20	20	19	12:00	26	23	24	23	21:45	24	25	23	22
02:30	20	20	20	20	12:15	27	24	24	24	22:00	24	24	23	22
02:45	20	20	19	20	12:30	27	24	24	24	22:15	24	25	23	22
03:00	20	20	20	19	12:45	27	24	25	24	22:30	24	24	23	22
03:15	20	20	20	20	13:00	28	25	25	24	22:45	24	24	23	22
03:30	20	20	19	19	13:15	27	25	26	24	23:00	23	24	23	21
03:45	20	20	20	20	13:30	27	25	25	24	23:15	23	24	22	22
04:00	19	20	19	19	13:45	28	25	25	25	23:30	23	24	22	22
04:15	20	20	19	19	14:00	28	25	27	25	23:45	23	23	22	22
04:30	19	20	19	20	14:15	29	26	26	25					
04:45	19	20	19	19	14:30	29	26	26	25					
05:00	19	20	19	19	14:45	29	26	26	25					
05:15	19	20	19	19	15:00	28	26	26	24					
05:30	19	19	19	19	15:15	28	26	27	25					
05:45	19	19	19	18	15:30	29	27	27	25					
06:00	19	19	19	19	15:45	29	27	27	25					
06:15	18	19	18	19	16:00	29	27	27	26					
06:30	18	19	19	19	16:15	29	26	27	24					
06:45	18	19	18	19	16:30	28	27	27	25					
07:00	18	19	18	19	16:45	28	27	27	25					
07:15	18	19	18	19	17:00	28	27	27	25					
07:30	18	18	18	18	17:15	28	27	27	25					
07:45	18	19	18	18	17:30	27	27	27	25					
08:00	18	19	18	18	17:45	27	27	27	24					
08:15	19	19	18	18	18:00	28	27	27	24					
08:30	19	19	18	19	18:15	27	27	26	24					
08:45	20	19	18	19	18:30	27	26	26	24					
09:00	20	19	19	19	18:45	27	26	26	24					
09:15	21	19	19	19	19:00	26	26	26	24					
09:30	21	19	20	20	19:15	26	26	26	24					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias frios

Dados de 18/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	21	22	19	19	09:45	22	20	19	20	19:30	26	26	25	23
00:15	20	21	19	19	10:00	22	20	20	21	19:45	26	26	24	23
00:30	20	21	19	19	10:15	23	20	21	21	20:00	26	26	24	23
00:45	20	21	19	19	10:30	23	21	21	22	20:15	26	25	24	23
01:00	20	21	19	19	10:45	24	21	22	22	20:30	25	25	24	22
01:15	19	21	19	19	11:00	25	21	22	22	20:45	25	25	24	22
01:30	20	20	19	19	11:15	25	22	22	22	21:00	24	25	23	22
01:45	19	20	18	19	11:30	25	22	23	22	21:15	25	25	23	22
02:00	19	20	19	18	11:45	26	22	23	23	21:30	24	24	24	22
02:15	19	20	18	18	12:00	26	24	24	23	21:45	24	24	23	22
02:30	19	20	18	18	12:15	27	24	23	24	22:00	24	24	23	22
02:45	19	20	18	18	12:30	27	24	24	24	22:15	24	24	23	22
03:00	19	20	18	18	12:45	27	24	24	24	22:30	23	24	23	21
03:15	18	19	18	18	13:00	28	24	25	24	22:45	23	24	22	22
03:30	18	20	18	18	13:15	28	24	25	24	23:00	23	24	23	22
03:45	18	19	18	18	13:30	28	25	25	24	23:15	23	23	22	21
04:00	18	19	17	18	13:45	29	25	25	24	23:30	23	23	22	21
04:15	18	19	18	18	14:00	29	25	26	24	23:45	23	23	22	21
04:30	18	19	17	18	14:15	29	25	26	25					
04:45	18	19	17	17	14:30	30	25	26	25					
05:00	17	19	17	18	14:45	29	26	27	25					
05:15	18	19	17	17	15:00	29	25	26	26					
05:30	18	18	17	17	15:15	29	26	27	26					
05:45	17	19	17	17	15:30	29	26	27	25					
06:00	17	19	17	17	15:45	29	26	27	25					
06:15	17	18	17	17	16:00	29	26	27	25					
06:30	18	18	17	17	16:15	29	27	27	25					
06:45	17	18	16	17	16:30	29	27	27	25					
07:00	17	18	16	17	16:45	29	27	27	25					
07:15	17	18	17	17	17:00	29	27	26	25					
07:30	17	18	17	18	17:15	28	27	26	25					
07:45	17	18	16	17	17:30	28	27	26	25					
08:00	17	18	17	18	17:45	28	27	26	25					
08:15	18	18	17	18	18:00	28	27	26	24					
08:30	18	18	17	17	18:15	28	27	26	24					
08:45	19	18	17	18	18:30	27	27	26	24					
09:00	19	19	18	18	18:45	27	26	25	24					
09:15	20	19	18	19	19:00	27	27	25	24					
09:30	21	20	19	20	19:15	26	26	25	23					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias frios

Dados de 29/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	18	19	19	20	09:45	21	18	19	19	19:30	21	23	23	22
00:15	18	19	19	19	10:00	21	18	19	19	19:45	22	23	23	22
00:30	18	19	19	19	10:15	21	19	20	20	20:00	21	22	22	22
00:45	18	19	19	19	10:30	22	19	21	21	20:15	21	22	22	21
01:00	18	19	18	19	10:45	22	20	21	21	20:30	21	22	22	22
01:15	18	19	18	18	11:00	22	20	21	21	20:45	21	22	22	21
01:30	18	18	18	19	11:15	23	21	21	21	21:00	20	22	22	21
01:45	18	18	18	18	11:30	25	21	22	21	21:15	20	22	22	19
02:00	17	18	18	19	11:45	24	21	23	22	21:30	21	21	21	21
02:15	18	18	18	18	12:00	24	22	23	22	21:45	20	21	19	21
02:30	18	18	18	19	12:15	24	22	23	23	22:00	20	21	19	21
02:45	18	18	18	18	12:30	24	22	24	23	22:15	20	21	19	21
03:00	18	18	18	18	12:45	25	23	24	23	22:30	20	21	19	20
03:15	17	17	18	18	13:00	26	24	24	23	22:45	19	21	19	20
03:30	17	18	18	18	13:15	25	24	24	23	23:00	19	20	19	20
03:45	17	18	18	18	13:30	26	24	24	23	23:15	19	20	19	20
04:00	17	17	17	18	13:45	27	24	25	23	23:30	19	20	18	21
04:15	17	17	18	18	14:00	26	24	25	23	23:45	19	20	18	20
04:30	17	17	17	18	14:15	26	25	25	24					
04:45	17	17	17	18	14:30	26	25	25	24					
05:00	16	17	17	17	14:45	27	25	26	25					
05:15	17	17	18	18	15:00	27	26	26	24					
05:30	17	17	17	18	15:15	26	26	26	24					
05:45	17	17	17	18	15:30	26	26	27	24					
06:00	17	17	17	18	15:45	25	26	26	24					
06:15	17	17	17	18	16:00	24	26	26	24					
06:30	17	17	17	18	16:15	24	26	26	24					
06:45	17	17	17	17	16:30	24	26	25	24					
07:00	16	16	16	17	16:45	24	25	25	24					
07:15	17	17	17	16	17:00	24	25	25	24					
07:30	17	17	17	17	17:15	23	25	25	23					
07:45	16	16	17	18	17:30	23	25	24	23					
08:00	16	16	17	17	17:45	23	24	24	23					
08:15	16	16	17	17	18:00	23	24	24	23					
08:30	17	17	17	18	18:15	22	24	24	23					
08:45	17	17	17	17	18:30	22	24	24	23					
09:00	19	17	17	17	18:45	22	24	23	22					
09:15	19	17	17	18	19:00	22	24	23	22					
09:30	19	17	18	19	19:15	22	23	23	22					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

Dias frios

Dados de 30/04/2019														
Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.		Horário	T. C.		T. V.	
	A	B	A	B		A	B	A	B		A	B	A	B
00:00	19	20	18	19	09:45	23	20	22	21	19:30	23	24	22	23
00:15	19	20	18	19	10:00	22	20	22	21	19:45	24	25	22	23
00:30	18	19	18	19	10:15	23	20	21	21	20:00	23	24	22	23
00:45	19	20	18	20	10:30	24	21	23	20	20:15	23	24	22	23
01:00	18	19	18	19	10:45	24	21	23	22	20:30	23	24	22	23
01:15	18	19	18	20	11:00	24	22	23	22	20:45	23	24	22	23
01:30	18	19	18	19	11:15	25	22	24	23	21:00	23	24	22	23
01:45	18	19	18	19	11:30	26	23	24	23	21:15	23	24	26	23
02:00	18	19	17	19	11:45	26	23	24	24	21:30	23	24	21	24
02:15	18	19	18	19	12:00	26	24	24	23	21:45	22	23	24	22
02:30	18	19	18	19	12:15	26	24	25	24	22:00	22	23	27	22
02:45	18	19	18	19	12:30	26	24	25	24	22:15	22	23	24	22
03:00	18	18	18	19	12:45	27	24	26	24	22:30	22	23	27	23
03:15	18	18	17	19	13:00	27	25	27	24	22:45	22	23	24	22
03:30	18	18	18	19	13:15	27	25	27	24	23:00	22	23	21	21
03:45	18	18	18	19	13:30	26	25	26	24	23:15	22	23	23	22
04:00	18	18	18	19	13:45	26	25	27	24	23:30	23	22	24	22
04:15	18	18	18	19	14:00	26	25	28	25	23:45	22	23	22	22
04:30	18	18	18	19	14:15	26	25	27	24					
04:45	18	18	18	18	14:30	26	25	27	24					
05:00	19	18	19	19	14:45	26	26	27	25					
05:15	18	18	19	18	15:00	25	26	26	23					
05:30	18	18	19	19	15:15	26	26	26	24					
05:45	18	18	19	19	15:30	26	26	26	25					
06:00	18	18	19	19	15:45	26	26	26	25					
06:15	18	18	19	19	16:00	26	26	25	25					
06:30	18	18	18	19	16:15	26	26	25	25					
06:45	18	18	18	19	16:30	26	26	25	24					
07:00	18	18	18	19	16:45	25	26	24	24					
07:15	18	18	18	18	17:00	25	25	24	24					
07:30	18	18	18	18	17:15	25	25	24	24					
07:45	18	18	18	18	17:30	25	25	23	24					
08:00	18	18	19	19	17:45	24	25	24	24					
08:15	19	18	19	19	18:00	24	25	23	24					
08:30	20	18	20	19	18:15	24	25	23	24					
08:45	20	19	20	19	18:30	24	25	23	24					
09:00	21	19	20	19	18:45	24	25	23	23					
09:15	21	19	21	20	19:00	24	25	23	24					
09:30	22	19	22	20	19:15	24	24	23	24					

Fonte: Autoria Própria (2019).

*T.C.: telhado convencional; T.V.: telhado verde.

**Temperaturas em °C

APÊNDICE C
Dias quentes

Horário	Telhado convencional		Telhado verde	
	A	B	A	B
	00:00	23.5	23.0	22.0
01:00	22.7	22.6	22.3	22.0
02:00	22.6	22.5	21.7	21.7
03:00	22.4	22.0	21.9	21.7
04:00	22.0	21.7	21.5	21.5
05:00	21.7	21.4	21.2	21.1
06:00	21.4	21.2	21.1	20.7
07:00	21.4	21.0	20.9	20.5
08:00	21.5	21.8	21.2	20.6
09:00	22.4	23.7	21.9	21.8
10:00	23.6	25.5	23.5	23.6
11:00	25.1	27.4	24.9	25.3
12:00	26.6	28.7	25.7	26.6
13:00	27.5	29.6	26.4	27.3
14:00	28.2	30.1	26.8	28.2
15:00	28.8	30.4	26.8	28.6
16:00	29.1	29.8	26.9	28.7
17:00	28.8	29.2	26.5	28.1
18:00	28.4	28.4	25.8	27.4
19:00	27.7	27.5	25.3	26.8
20:00	27.0	26.5	24.6	25.9
21:00	26.2	25.9	24.1	25.1
22:00	25.8	25.3	23.9	24.6
23:00	25.1	24.8	23.3	24.0

Fonte: Autoria Própria (2019).

*Temperaturas em °C

Dias frios

Horário	Telhado convencional		Telhado verde	
	A	B	A	B
	00:00	20.0	19.3	19.2
01:00	19.5	18.7	18.9	18.5
02:00	19.1	18.6	18.6	18.4
03:00	18.7	18.3	18.5	18.3
04:00	18.4	18.1	18.4	17.9
05:00	18.2	17.9	18.1	17.9
06:00	18.1	17.7	18.1	17.7
07:00	17.9	17.5	17.8	17.4
08:00	18.0	18.3	18.1	17.9
09:00	18.8	20.6	19.3	19.2
10:00	20.0	22.5	20.9	21.2
11:00	21.6	24.3	22.1	22.5
12:00	23.2	25.6	23.2	23.9
13:00	24.4	26.6	23.6	25.1
14:00	25.0	27.2	24.3	25.9
15:00	25.8	27.2	24.5	26.2
16:00	26.1	26.7	24.5	26.0
17:00	25.8	25.8	24.2	25.3
18:00	25.5	25.1	23.5	24.7
19:00	24.8	24.2	22.9	23.9
20:00	24.1	23.4	22.3	23.1
21:00	23.6	22.7	21.8	22.7
22:00	22.9	22.1	21.4	22.3
23:00	22.3	21.7	21.0	21.3

Fonte: Autoria Própria (2019).

*Temperaturas em °C

APÊNDICE D

Horário	Temperatura média do Telhado Convencional	Temperatura média do Telhado Verde
00:00	15.7	15.7
01:00	15.5	15.7
02:00	15.0	15.2
03:00	14.7	14.8
04:00	14.7	15.0
05:00	14.7	14.8
06:00	14.3	14.5
07:00	14.0	14.5
08:00	14.3	14.7
09:00	14.7	14.8
10:00	15.7	15.3
11:00	17.0	16.5
12:00	18.3	18.0
13:00	18.8	18.5
14:00	19.2	19.3
15:00	19.5	19.8
16:00	19.7	19.5
17:00	19.5	19.3
18:00	19.7	19.3
19:00	19.0	18.8
20:00	18.7	18.5
21:00	18.2	18.2
22:00	17.7	17.7
23:00	17.3	17.3

Fonte: Autoria Própria (2019).

*Temperaturas em °C