

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE TELHADO VERDE NA PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARANIÁÇU-PR

ORO, José Henrique Ferreira.¹
SOUZA, Cássia Rafaela Brum.²

RESUMO

O artigo expõe a capacidade e as vantagens do telhado verde, os benefícios decorrentes do aumento das áreas verdes, os efeitos estéticos e de lazer proporcionados pela vegetação, a composição do telhado verde e a sua carga estrutural e os diversos benefícios ao meio ambiente e a população, podendo conceder um maior conforto e bem estar aos moradores e a sociedade. Este artigo tem como propósito esclarecer quais seriam os benefícios da implantação do telhado verde levando em consideração o conforto térmico, mostrando como é possível diminuir os picos de energia que temos durante o dia e ter uma temperatura mais próxima a zona de conforto e consequentemente diminuir o consumo de energia durante os dias de maior temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado Verde, Engenharia Sustentável, Sustentabilidade na Construção Civil, Eficiência Energética.

1. INTRODUÇÃO

As questões socioambientais são aspectos inerentes ao funcionamento do sistema terrestre, primeiro, deve-se compreender que a Terra é um sistema singular que está aberto para a troca de energia e matéria. Atualmente as atividades econômicas e humanas são capazes de promover profundas transformações no sistema global em uma escala complexa. Estas questões devem ser abordadas de um ponto de vista estruturado, porém, uma das maiores dificuldades verificadas quanto às políticas públicas tem sido a carência de conhecimento sobre como funciona os sistemas socioambientais (ALVAREZ e MOTA, 2010).

Segundo dados do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) de 2007, as emissões anuais de gases de efeito estufa aumentaram cerca de 70% entre 1970 e 2004, as concentrações tem-se elevado desde 1750 e esse aumento da concentração de gás carbônico deve-se principalmente ao uso de combustíveis fósseis, porém as mudanças no uso da terra também causaram uma contribuição significativa.

De acordo com o Boletim Mensal de Energia, referente a janeiro de 2019, publicado pelo Ministério de Minas e Energia, a participação das fontes renováveis representam 83% da capacidade de geração de energia elétrica, em comparação com o mesmo mês do ano anterior houve

¹Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário FAG. E-mail: josee_henrique@hotmail.com.

²Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura UNIOESTE, Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Centro Universitário FAG. E-mail: cassiarbrum@hotmail.com.

um acréscimo de 5.240 MW, sendo 3.046 MW de geração de fonte hidráulica, 2.113 MW de fonte eólica e 1.322 MW de fonte solar, ao mesmo tempo, houve um decréscimo de 1.241 MW de fontes térmicas (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2019).

Sobre esses aspectos, o uso da técnica do telhado verde vem se destacando como uma opção para compensar a falta de áreas verdes nos centros urbanos, dentre alguns benefícios do telhado verde podemos citar o seu poder de minimização do aquecimento global, devido ao fato de que a vegetação aplicada sobre a cobertura realiza o processo de fotossíntese, purificando e filtrando o ar ao redor da edificação, realiza o processo de isolamento termoacústico, diminuindo altas frequências sonoras dentro de edifícios (FRANÇA, 2012).

Com essas informações, a justificativa para a realização dessa pesquisa é devido ao fato de que o tema sustentabilidade cada dia tem sido mais discutido e notabilizado por pessoas e empresas que estão interessadas, principalmente, na preservação do meio, portanto, ideias que envolvam parâmetros de sustentabilidade estão se espalhando por diversas regiões.

Nesse sentido, realizar este trabalho acadêmico se justifica pelo fato de que as coberturas verdes se tornaram uma forma favorável para utilização em telhados devido as suas vantagens ambientais como a purificação do ar, reduzindo a necessidade de climatização nos ambientes, em especial no verão.

Além das vantagens ambientais, também é possível citar que o telhado verde melhora o isolamento acústico, proporciona proteção pluvial, proteção estrutura, valorização do imóvel e a utiliza água da chuva.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: Qual será o benefício da implantação de telhado verde na Prefeitura Municipal de Guaraniaçu-PR?

Esta pesquisa estará limitada ao estudo da implantação de telhado verde na Prefeitura Municipal localizada no centro da cidade de Guaraniaçu, Paraná. O estudo de viabilidade técnica será realizado por meio de estudo teórico através de bibliografias, não ocorrendo testes experimentais.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho terá como objetivo geral avaliar a utilização do telhado verde na edificação focando na sua eficiência energética e conforto térmico dos ambientes.

Salienta-se que para que este trabalho científico possa ter pleno êxito, os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- a) Analisar as temperaturas obtidas com o auxílio de revisão bibliográfica com o objetivo de se obter qual o real poder de absorção de calor pelo telhado verde;
- b) Embasar teoricamente telhado verde e sua eficiência energética analisando qual a sua influência na temperatura do ambiente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordado o contexto histórico do telhado verde, aspectos sustentáveis, a composição do telhado verde e qual a sua influência na temperatura do ambiente.

2.1.1 Contextualização: contexto histórico e aspectos sustentáveis

Segundo Quintella (2012), a origem do telhado verde se deu há muitos séculos, aproximadamente 600 a.C., na antiga Mesopotâmia, região onde hoje se encontra o Iraque, as edificações que comportavam os chamados Jardins Suspensos (Figura 01), se chamavam Zigurates e o mais famoso, localizado na Babilônia era o Etemenanki, que tinha 91 metros de altura e uma base de 91x91m. O mais conservado dos antigos Zigurates é o de Nanna, na antiga cidade de Ur.

Figura 01: Edificação que comportava o Jardim Suspenso.



Fonte: Gouvêa (2012).

Na década de 1960, o interesse nos telhados verdes reapareceu no Norte da Europa devido as preocupações com a qualidade do ambiente urbano e o desaparecimento das áreas verdes no espaço urbano, já na década de 80, o governo alemão estimulou o desenvolvimento de coberturas verdes através de leis municipais, estaduais e federais, estímulo que foi responsável pelo crescimento de 15 a 20% ao ano, durante os anos 90 os fabricantes europeus começaram a levar essa ideia ao mercado Norte Americano, porém a entrada nesse mercado foi difícil, pois a população não tinha informações sobre esse sistema e os habitantes não tinham interesse em investir em tecnologias verdes (QUINTELLA, 2012).

Segundo o dicionário Aurélio (FERREIRA, 2009), sustentabilidade é um conceito que está relacionado a diversos aspectos da sociedade, que tem como objetivo suprir as necessidades do presente buscando não afetar as próximas gerações.

Os projetos urbanísticos que tem se baseado na sustentabilidade e na reabilitação ecológica tem como objetivo evitar o consumo excessivo dos recursos naturais, reduzirem os custos com energia elétrica e recuperar o meio ambiente com suas características de origem (ARAÚJO, 2007).

Segundo Heywood (2017), os três pilares da sociedade são conhecidos como os “três es”, economia, equidade e meio ambiente, pensando em uma edificação economicamente viável e

funcional. Toda a população tem a oportunidade de se beneficiar, tanto a geração presente, como a futura, um bom projeto deve ser duradouro, procurando sempre proteger e aprimorar o ambiente e o ecossistema.

Em 1968 com a formação do Clube de Roma o movimento ambientalista começou a se orientar, uma organização não governamental internacional que tinha como foco principal os problemas mundiais, através de cientistas, pesquisadores, empresários e chefes de estado foi possível, em 1972, uma de suas contribuições mais importantes intitulada de *Limits to Growth*, ou seja, Limites ao Crescimento, que pela primeira vez trouxe um estudo em escala global da capacidade de carregamento ecológico do planeta até o ano de 2100 (KEELER e VAIDYA, 2018).

Na mesma época do lançamento de *Limits to Growth*, foi realizada a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972, em Estolcomo. Após essa conferência, outras foram realizadas em vários países com diferentes resultados, no entanto, a maioria resultou na criação de agências de proteção ambiental, levando a criação de vários tratados internacionais (KEELER e VAIDYA, 2018).

Logo, é de grande importância o conhecimento e a divulgação dos benefícios da utilização de telhados verdes em edificações, sendo uma tecnologia que tem uma possibilidade real da minimização dos impactos ambientais causados por diversos fatores, é uma opção de se fazer um ambiente sustentável sem causar prejuízo algum ao meio ambiente (FRANÇA, 2012).

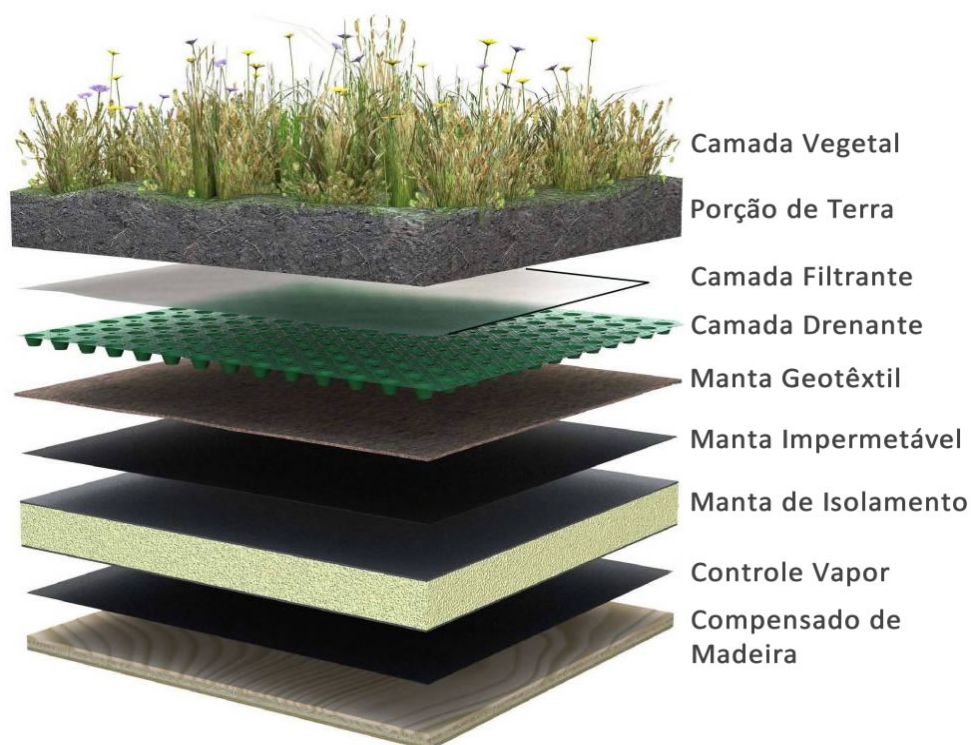
2.1.2 Composição do telhado verde

De acordo com Lara (2017), existem dois tipos de telhados verdes, são denominados de intensivos e extensivos. No caso do telhado intensivo, ele é mais espesso e tem maior capacidade para suportar maior quantidade de variedade de vegetação, a altura delas pode variar de 15 cm a 40 cm, e a sua espessura mínima para instalação é de 20 cm, porém, é um modelo bem mais pesado e requer uma manutenção mais rigorosa, a carga média que é considerada é de 300 kg/m². O telhado extensivo é mais leve e mais fino, a sua espessura fica em mínima fica em torno de 8 cm, a altura da vegetação varia entre 6 cm a 20 cm, é o modelo mais viável financeiramente, entretanto, não suporta tanta carga de águas pluviais. A sua carga média fica entre 60 kg/ m² e 150 kg/ m².

Ainda segundo Lara (2017), considerando uma construção com aplicação típica, a montagem do telhado verde (Figura 2) pode ser executada diretamente sobre uma laje, com a aplicação das camadas sendo executadas conforme a sequência a seguir:

1. Utilizar uma manta sintética com o intuito de possibilitar uma camada impermeabilizante. Essa etapa tem a função de proteger a laje de futuras infiltrações;
2. De acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve é necessário uma camada de isolamento térmica, o material utilizado pode ser poliestireno extrudado;
3. É necessário uma camada drenante para escoar a água, é possível realizar essa camada com brita, argila expandida ou manta drenante de poliestireno;
4. Uma camada filtrante, que serve para reter partículas do solo e pode ser feita com geotêxtil;
5. Substrato orgânico com boa drenagem, de preferência um solo não argiloso com boa composição mineral de nutrientes para melhor desenvolvimento das plantas;
6. Vegetação, a escolha é realizada de acordo com o clima local, o tipo de substrato e principalmente, plantas que não são exigentes a umidade e resistem bem ao estresse hídrico.

Figura 2: Montagem do telhado verde.



Fonte: Lara (2017).

Os telhados verdes ainda podem ser definidos como acessíveis e inacessíveis, sendo que o telhado acessível é uma área aberta ao público, como jardim suspenso ou um terraço, esse tipo de telhado proporciona diversos benefícios sociais aos usuários e agrega valor comercial ao edifício, já os inacessíveis não permitem a circulação de pessoas (ARAÚJO, 2007).

2.1.3 Influência do telhado verde na temperatura do ambiente

Segundo Araújo (2007), com a presença dos telhados verdes nos edifícios é possível melhorar o conforto térmico do mesmo, proporcionando maior conforto aos usuários, é possível também melhorar o entorno das edificações com telhado verde, pois a tendência é que essas áreas fiquem mais úmidas devido a presença das plantas, consequentemente melhorando o clima local e a qualidade do ar.

De acordo com Savi (2015), com a implantação de telhados verdes e jardins, o clima iria melhorar devido ao fato de que as plantas realizariam a purificação do ar, reduziriam o pó e teria um melhor controle da variação das temperaturas nos centros urbanos, se o telhado verde fosse instalado em no mínimo 20% das coberturas, teríamos um clima urbano mais saudável.

Um espaço verde é capaz de absorver maior quantidade de radiação solar e emitir uma menor parcela de calor que qualquer outra superfície construída, isso se deve ao fato de que as folhas usam a energia absorvida para seu processo metabólico, e outros materiais transformam a energia absorvida em calor (ROMERO, 2000).

Segundo uma pesquisa realizada pelo NRC (Conselho Nacional de Pesquisa), situado em Ottawa no Canadá em 2003, que analisou as temperaturas de flutuação em dois telhados, um com cobertura vegetal extensiva e outro sem cobertura, os pesquisadores Liu e Baskaran comprovaram a sua eficiência apresentando resultados de que o telhado sem cobertura vegetal chegou a mais de 70° C no verão, já o telhado verde esporadicamente alcançou 30° C.

Portanto, de acordo com Catuzzo (2014), com o uso do telhado verde é possível reduzir o efeito do calor, e também, o uso de energia, pois esse tipo de cobertura tem um excelente desempenho térmico, consequentemente, reduzindo os gastos com ar condicionado em comparação com os telhados convencionais.

3. METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado quais foram os métodos utilizados para a realização da pesquisa, qual foi o instrumento utilizado para a coleta de dados, o local da pesquisa e o método de abordagem da pesquisa.

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

O estudo em questão trata-se de um levantamento da estrutura disponível e medições das temperaturas internas para verificar quais seriam os benefícios da implantação de telhado verde da Prefeitura Municipal de Guaraniaçu, localizada no centro da cidade de Guaraniaçu, Paraná.

A pesquisa foi realizada pelo método qualitativo, pois foram levantadas as temperaturas internas e externas, e as umidades relativas do ar na edificação por meio de medição *in loco*, posteriormente esses dados foram quantificados com o auxílio de revisão bibliográfica. Após a coleta de dados foi realizado um estudo com o auxílio de pesquisas já realizadas e livros que tem como objetivo a comparação da variação de temperatura interna de dois ambientes revestidos com telhados diferentes com o intuito de analisar a viabilidade técnica para a implantação do telhado verde com a compreensão de quais serão os seus benefícios.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo foi realizado em uma Prefeitura Municipal, localizada no centro da cidade de Guaraniaçu, Paraná. A Prefeitura tem em torno de 24 funcionários, o atendimento a população é realizado no período matutino e vespertino, oferecendo atendimento para toda a população do município. Dentro do prédio está localizado o gabinete do Prefeito Municipal, a Secretaria Municipal de Administração e Planejamento e a Secretaria das Finanças.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

Os dados necessários para o estudo foram coletados no local da edificação, para a coleta das temperaturas internas e as umidades relativas do ar, foi utilizado um termo higrômetro e um Datalogger, que em todas as medições ficaram posicionados a uma altura de 1,5m do chão, as visitas necessárias para a obtenção dos dados foram realizadas entre os meses de agosto e setembro de 2019.

As visitas foram realizadas semanalmente, os responsáveis pela liberação do estudo foram previamente avisados, as visitas foram realizadas durante o período matutino e vespertino, todas nos mesmos horários.

3.1.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados, foi realizada a respectiva análise por meio da revisão bibliográfica relacionando as temperaturas obtidas com a capacidade de absorção da radiação solar, diminuindo as temperaturas dos ambientes.

Os dados foram analisados visando o aumento da qualidade ambiental do edifício buscando comprovar os benefícios da instalação, visando que, futuramente, com as conclusões obtidas com esse estudo se busque políticas públicas dentro do município com o intuito de incentivar a implantação do telhado verde em obras públicas e privadas.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Os dados coletados permitiram avaliar quais seriam os benefícios da instalação de telhado verde no comportamento da edificação, os dados foram coletados durante os meses de agosto e setembro. Os dados foram coletados em duas etapas, a primeira teve início no dia 01/08/2019 e término no dia 29/08/2019, já a segunda etapa teve início no dia 14/09/2019 e término no dia 30/09/2019.

4.1 COMPORTAMENTO TÉRMICO PARA O PRIMEIRO PERÍODO DE ANÁLISE

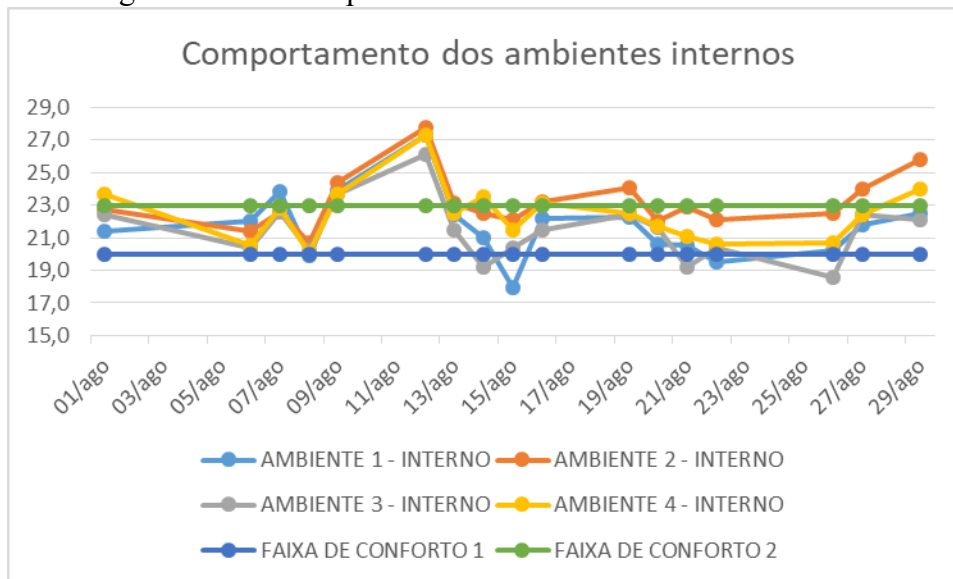
O período da coleta de dados corresponde ao inverno (21/07/2019 – 12h54min à 23/09/2019 – 04h50min), por se tratar de ambientes que exigem solicitação intelectual a faixa de conforto considerada está entre 20°C à 23°C segundo a NR 17 – Ergonomia (Portaria MTb nº 876/2018).

Foram analisados 4 (quatro) ambientes na Prefeitura Municipal, o ambiente 1 (um) trata-se do salão principal da Prefeitura, onde ocorre o atendimento inicial ao público e está localizado a mesa da Assessoria de Comunicação e do Vice-Prefeito e secretário municipal de Administração e Planejamento, o ambiente 2 (dois) trata-se da sala do secretário municipal de Finanças, o ambiente 3 (três) é o gabinete do Prefeito Municipal e o ambiente 4 (quatro) é a sala do setor responsável pelas licitações.

Considerando a coleta realizada manualmente com o termo higrômetro, foram realizadas coletas no período matutino e vespertino, no período matutino as medições ocorreram das 10h às 10h30min, já no período vespertino das 15h às 15h30min. No período da manhã foram realizadas 17 (dezoito) coletas e no período da tarde 15 (quinze) coletas, as coletas foram realizadas no mês de agosto de 2019, nesse período foram monitorados as seguintes variáveis dos 4 (quatro) ambientes analisados: temperatura do ambiente (°C) e umidade relativa do ar (%).

Após analisar o gráfico com o monitoramento da temperatura (figura 3) no período matutino, o pior ambiente, que se trata da sala do secretário municipal de Finanças, o mesmo encontrou-se fora da zona de conforto 7 (sete) vezes.

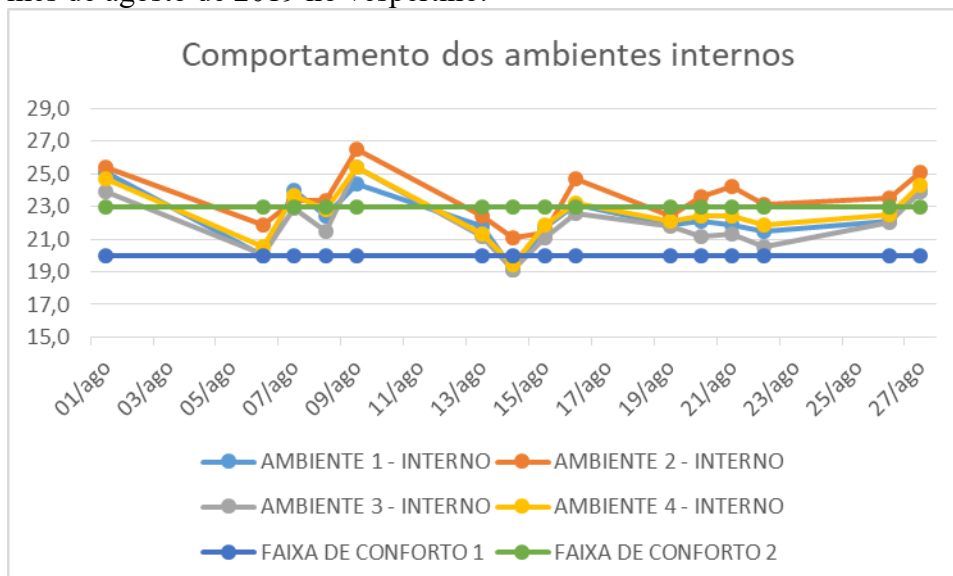
Figura 3: gráfico com o monitoramento da temperatura dos ambientes internos analisados durante o mês de agosto de 2019 no período matutino.



Fonte: Autor (2019).

Já no período vespertino esse ambiente esteve 10 (dez) vezes fora da zona de conforto, conforme a Figura 4.

Figura 4: gráfico com o monitoramento da temperatura dos ambientes internos analisados durante o mês de agosto de 2019 no vespertino.



Fonte: Autor (2019).

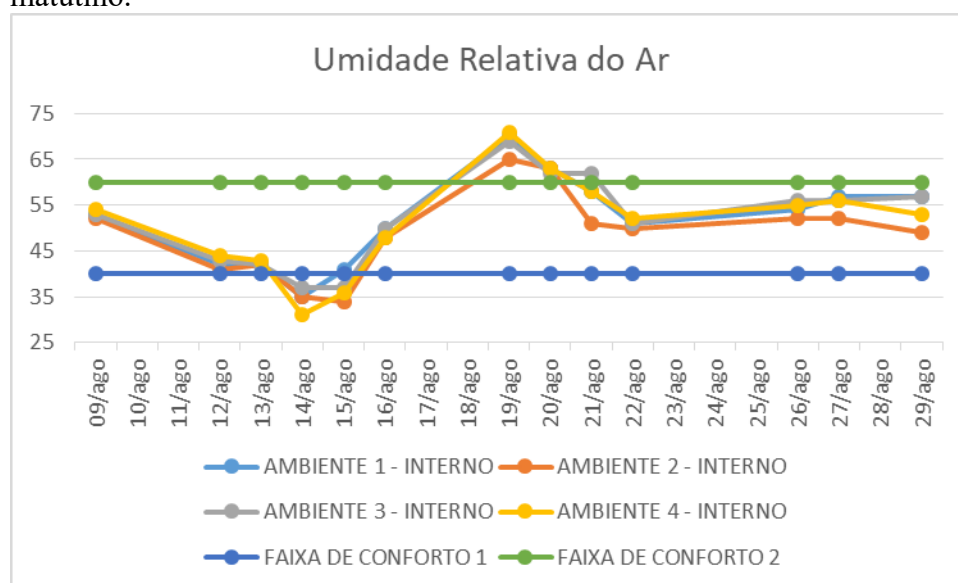
4.2 COMPORTAMENTO DA UMIDADE RELATIVA DO AR NO PERÍODO ANALISADO

O índice mais conhecido para descrever o conteúdo de vapor d'água é a umidade relativa do ar – UR%, a UR indica quão próximo o ar está da saturação ao invés de indicar a real quantidade de vapor d'água no ar (GRIMM, 1999).

A Figura 5 apresenta a UR interna dos ambientes analisados durante o período matutino e a Figura 6 durante o período vespertino, podemos observar que alguns dias os índices estiveram fora da zona de conforto que segundo Olgyay (1973) compreende entre 40% a 60%.

Analisando os gráficos, observou-se que o Gabinete do Prefeito Municipal esteve durante 5 (cinco) dias fora da zona de conforto em relação a UR no período matutino durante o período de coleta, no total, foram realizadas 13 (treze) medições no período.

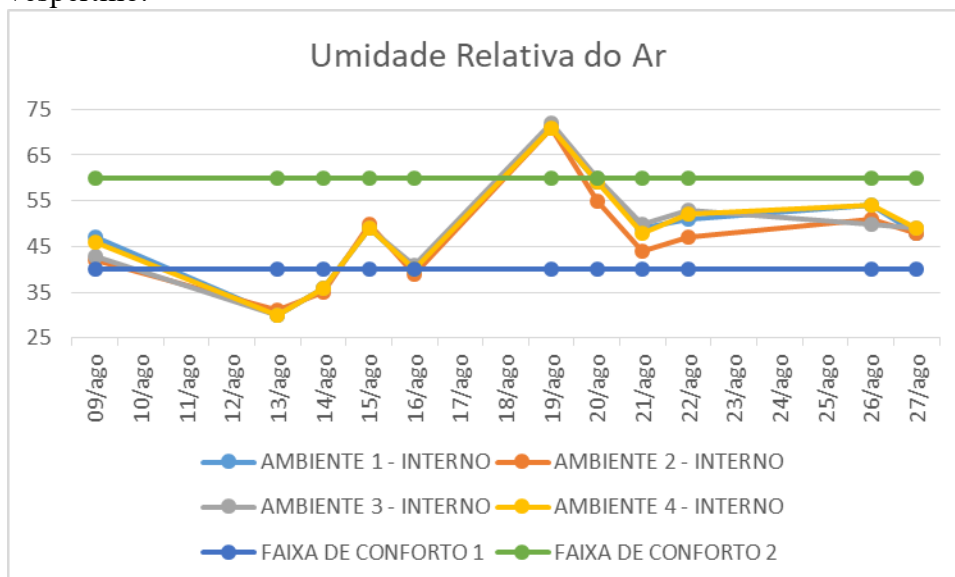
Figura 5: gráfico com a umidade relativa do ar (%) nos ambientes analisados durante o período matutino.



Fonte: Autor (2019).

Já no período vespertino, o pior ambiente em relação a UR trata-se da sala do secretário municipal de Finanças, que durante as 11 (onze) medições que foram realizadas no período, esteve fora da zona de conforto durante 4 (quatro) dias.

Figura 6: gráfico com a umidade relativa do ar (%) nos ambientes analisados durante o período vespertino.



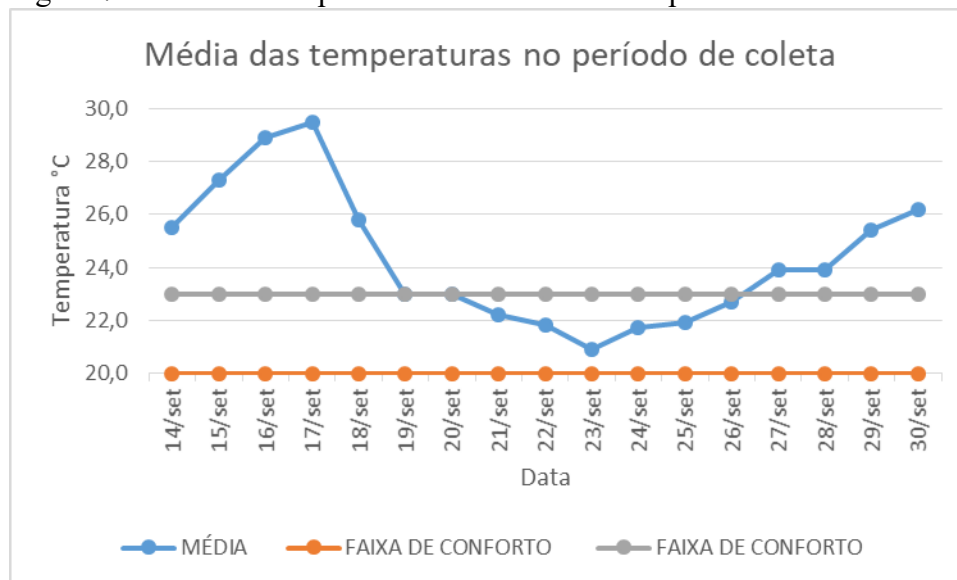
Fonte: Autor (2019).

4.3 COMPORTAMENTO TÉRMICO PARA O SEGUNDO PERÍODO DE ANÁLISE

No dia 14/09/2019 iniciou-se a segunda parte da coleta de dados, que ocorreu até o dia 30/09/2019, que corresponde a instalação do Datalogger mod. HT-810 no ambiente principal da Prefeitura Municipal, o qual monitorou as variáveis 24 horas por dia.

A Figura 7 apresenta a temperatura média do ambiente analisado durante o período de coleta. Observando a média das temperaturas do ambiente, o mesmo esteve 9 (nove) dias fora da zona de conforto em relação a temperatura.

Figura 7: média das temperaturas interna durante o período de coleta.

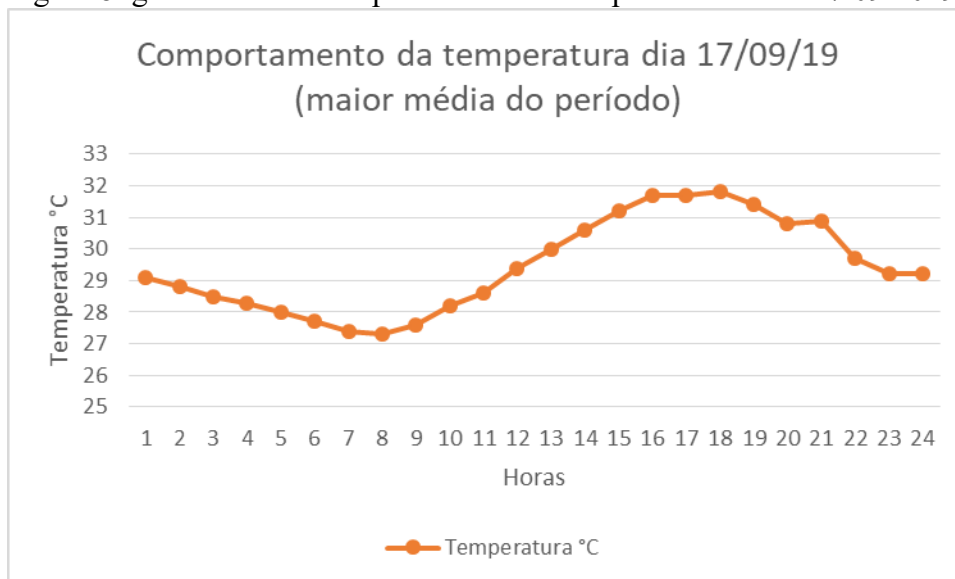


Fonte: Autor (2019).

Verificando as temperaturas médias diárias, foi utilizado como parâmetro de análise o dia mais quente e o mais frio do período analisado, respectivamente dia 17/09/2019 e 23/09/2019.

Para a análise, obteve-se o gráfico apresentado na Figura 8 com o comportamento térmico do dia 17/09/2019 (dia com maior média de temperatura no período analisado), no qual, após análise, observou-se uma significativa mudança nos picos de temperatura, de acordo com as pesquisas de Souza (2016), esse fato deve-se ao fato do telhado convencional ficar exposto a céu aberto, perder calor para o meio mais rapidamente, sendo assim, o telhado verde demora mais tempo para aquecer se comparado ao telhado convencional, porém se mantém mais tempo aquecido.

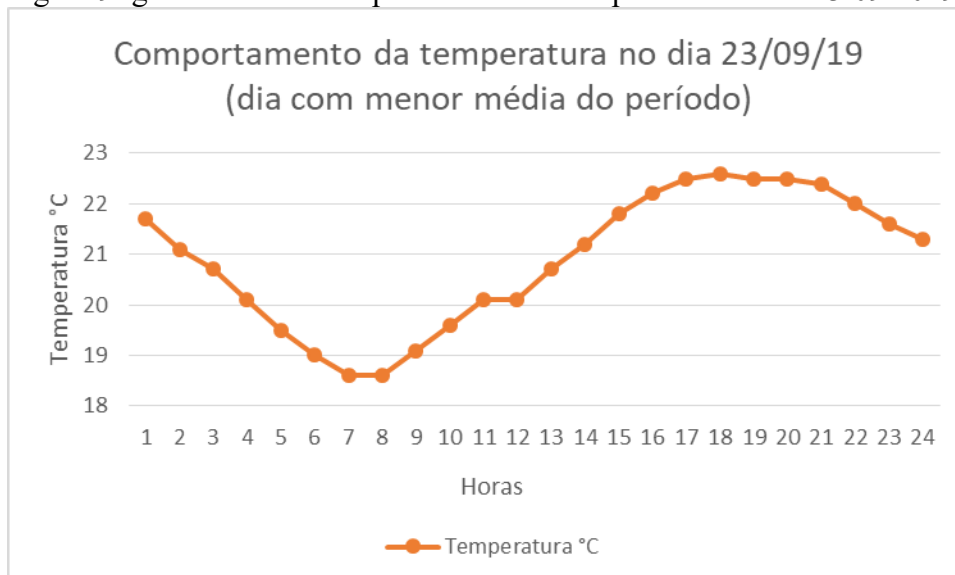
Figura 8: gráfico com o comportamento da temperatura no dia 17/09/2019.



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 9 é apresentado o gráfico com o comportamento térmico do dia 23/09/2019 (dia com menor média de temperatura no período analisado), novamente, é possível observar uma significativa mudança nos picos de temperatura.

Figura 9: gráfico com o comportamento da temperatura no dia 23/09/2019.



Fonte: Autor (2019).

De acordo com Yannas e Maldonado (1995), a inércia térmica ajuda no atraso e na diminuição dos picos de calor externos devido ao fato de armazenar calor dentro da estrutura da edificação, ela atua como um dissipador de calor, evitando a oscilação e os picos durante o dia e

dissipando o calor mais tarde. Inércia térmica é a capacidade de uma edificação de armazenar e liberar calor, Souza (2016), em seu experimento observou que o telhado convencional tem um aporte de calor horas antes do telhado verde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo explorar e apresentar os benefícios do telhado verde, realizando gráficos de temperatura de ambientes com telhado convencional, conhecendo as variáveis do telhado verde podemos ter ambientes com temperaturas mais agradáveis, adotando o telhado verde é possível diminuir as medidas utilizadas para refrigeração, ou seja, o uso de ar condicionado.

Através deste artigo é possível analisar que com o emprego do telhado verde seria possível obter vários benefícios, dentre eles a estabilização da temperatura em dias de grande amplitude, diminuindo os picos de energia durante o dia, amenizando as temperaturas em dias quentes, portanto, o telhado verde é uma boa opção como meio alternativo para melhor conforto térmico.

De acordo com este estudo, foi possível notar que o telhado verde é uma opção eficaz para amenizar as temperaturas internas dos ambientes pois o mesmo possui uma contribuição térmica mais significativa para a redução da temperatura interna.

Em relação a estrutura disponível para instalação é recomendado um estudo com especialistas na área estrutural para verificar a necessidade de reforço estrutural para suportar o acúmulo de sobrecargas na base, além de estruturas para evitar tensões de deformação e o deslizamento dos materiais.

Por fim, ressalta-se a importância do conhecimento e da conscientização da sociedade na utilização desta técnica, principalmente em grandes centros urbanos com a aglomeração de edificações, onde encontra-se os polos de ilha de calor, estimulando e incentivando a construção desta cobertura e da prática sustentável no país.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2007. Monografia (Obtenção do título de Engenheiro Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007.

BIANCHI, R. **Telhado Verde: como montar o seu usando sistemas prontos**. 2017. Disponível em: <<https://arquiteturaeconstrucao.abril.com.br/sustentabilidade/como-montar-o-seu-telhado-verde-usando-sistemas-prontos/>> Acesso em: 01 out. 2019.

BRUM, C. R. S. **Telhado Verde e sua Contribuição para a Redução da Temperatura Ambiente em Construções para Cascavel – PR**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2016.

CATUZZO, H. **Estudos sobre as Condições Termohigrométricas quando utilizado os Telhados Verdes**. 2014. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, 2014.

CORBELLA, O e YANNAS, S. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos – Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003.

GOUVÊA, M. C. P. **A Origem dos Telhados Verdes**. Disponível em <<http://telhadoscriativos.blogspot.com/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>> Acesso em: 02 abr. 2019.

GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica – Notas de aula: Prof. Alice Marlene Grimm. Primeira versão eletrônica**. 1999. Departamento de física UFPR. Disciplina Básica da Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap5/cap5-5.html>> Acesso em: 01 out. 2019.

HEYWOOD, H. **101 Regras Básicas para Edifícios e Cidades Sustentáveis**. Tradução: SALVATERRA, A. São Paulo: Editora Gustavo Gili, SL, 2017.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Livro 7. Brasília: Ipea, 2010.

KEELER, M e VAIDYA, P. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. 2ª edição. Tradução: SALVATERRA, A. Porto Alegre: Editora Bookman, 2018.

LARA, L. C. **Como construir um telhado verde. Conheça todos os detalhes**. Disponível em: <<http://44arquitetura.com.br/2017/09/telhado-verde-como-construir/>> Acesso em: 02 abr. 2019.

Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro** – **Janeiro/2019.** Disponível em
<<http://www.mme.gov.br/documents/1138781/0/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Janeiro+-+2019.pdf/06f9d12f-7ec4-4dd6-add2-74a8c46a62bb>> Acesso em: 02 abr. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA. NR 17. Ergonomia. **Segurança e medicina do trabalho.** 1990.

SAVI, A. C. **Telhados Verdes: Uma Análise da Influência das Espécies Vegetais no seu Desempenho na Cidade de Curitiba.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2015.

UCZAI, P. **Energias Renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade.** Brasília: Câmara dos Deputados, 2012. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudos/pdf/energias-renovaveis-pdf>> Acesso em: 02/04/2019. Acesso em: 02. abr. 2019.