



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U. nº 198, de 14/10/2016
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

Gessika Sanches Rodrigues

ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE DUAS RESIDENCIAS
NO DISTRITO DE TAQUARUÇU, PALMAS-TO.

Palmas – TO

2021

Gessika Sanches Rodrigues
ESTUDO COMPARATIVO DE DUAS RESIDENCIAS NO DISTRITO DE
TAQUARUÇU, PALMAS-TO.

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e.: Hider Cordeiro Morais

Palmas – TO

2021

Gessika Sanches Rodrigues
ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DAS RESIDÊNCIAS NO DISTRITO
DE TAQUARUÇU, PALMAS-TO.

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e.: Hider Cordeiro Moraes

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.e. Hider Cordeiro Moraes

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Dra. Nome do 1º Avaliador ou Avaliador Interno

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a M.e Nome do 2º Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado forças, saúde e perseverança durante todo o curso.

A minha família por todo suporte, compreensão e ajuda desde o começo da minha caminhada, a vocês devo minha vida, porque sei que nada disso teria acontecido sem o auxílio de vocês, minhas irmãs que suportaram os meus momentos de estresse que são todos os dias, e não é fácil eu sei, muito obrigada.

Aos meus amigos que a universidade me presenteou, ao Jhonatan Lucena que suportou os dias de surtos, tirando sempre um tempo para fazer aquela chamada de horas, a Ana Clara Craveiro que com toda calma ou não, vinha com a frase que é a cara dela, “vai da certo” e que sempre ajudava muito, a Dayane Junker que nos alegrava sempre, e claro auxiliou sempre que precisei, obrigada amigos por todas as conversas e risadas compartilhadas, vocês foram responsáveis por proporcionar alegria durante todo o período.

A todos que auxiliaram desde o início, vocês são extremamente importante e sou muito grata por tudo.

LISTA DE TABELAS E GRAFICOS

Tabela 1 - Condutividade térmica dos materiais.....	12
Quadro 1- Tipos de telhado verde.....	21
Quadro 2 - Dias analisados no telhado convencional.....	36
Quadro 3 - Dias analisados no telhado verde.....	36
Gráfico 1- Aferição de temperatura mês de agosto, telhado verde.....	37
Gráfico 2- Aferição de temperatura mês de agosto, telhado convencional.....	38
Gráfico 3- Aferição de temperatura mês de setembro, telhado convencional.....	38
Gráfico 4- Aferição de temperatura mês de setembro, telhado verde.....	39
Gráfico 5- Aferição de temperatura mês de outubro telhado convencional.....	40
Gráfico 6- Aferição de temperatura mês de outubro, telhado verde.....	40
Gráfico 7: Aferição de temperatura meses estudados.....	42

LISTA DE FIGURAS E FOTOS

Figura 1 – Temperatura média prevista (°C)	12
Figura 2 – Sombreamento na residência.....	16
Figura 3 – Aberturas quanto a ventilação.....	17
Figura 4- Condições mínimas de uma cobertura.....	18
Figura 5- Camadas do telhado verde.....	20
Quadro 1- Tipos de telhado verde.....	21
Figura 6- Característica do telhado verde.....	24
Figura 7- Condutividade telhado convencional.....	26
Figura 8: Fluxograma processo de pesquisa.....	27
Figura 9: Imagem de satélite dos estudos de caso A e B.....	29
Figura 10: Planta baixa da residência A.....	30
Foto 1 - Imagem da estrutura com telhado verde.....	30
Figura 11: Planta baixa da residência B.....	31
Figura 12: Planta superior da residência B	31
Foto 2: Imagem da estrutura com telhado convencional.....	32
Figura 13: Fluxograma de análise das variáveis.....	32
Foto 3: Termômetro usado em campo.....	33

RESUMO

Nos últimos anos a população vem crescendo gradativamente o que acarreta no aumento das construções e das cidades, aumentando a urbanização e assim atingindo as condições ambientais nas áreas urbanas. Com isto vem a crescente busca por tecnologias que proporcionasse alternativas viável para amenizar esses impactos. O objetivo do trabalho é analisar o telhado verde em relação ao convencional através de medições in loco como ambos se comporta quando comparado as temperaturas internas com a externa. Analisou-se todas as variáveis embasada na NBRR 15220, os dados coletados foram comparados entre as duas estruturas e verificou que chegou a diferença de temperatura variando entre 1°C a 2°C. Os resultados obtidos comprovam a eficiência das coberturas verdes e fortalecem a demanda por incentivos para sua utilização nos centros urbanos, visando fornecer alternativas sustentáveis para a construção urbana. Desta forma, este trabalho fornece um índice de informações sobre os benefícios do uso de telhados verdes, proporcionando temperatura amena.

Palavras chaves: Telhado verde, telhado convencional, cobertura verde, desempenho térmico, telhado cerâmico.

ABSTRACT

In recent years, the population has been growing gradually, which leads to an increase in buildings and cities, increasing urbanization and thus reaching environmental conditions in urban areas. With this comes the growing search for technologies that would provide viable alternatives to mitigate these impacts. The objective of the work is to analyze the green roof in relation to the conventional one through in loco measurements, as both behave when comparing the internal and external temperatures. All variables based on NBRR 15220 were analyzed, the collected data were compared between the two structures and it was found that the temperature difference ranged from 1°C to 2°C. The results obtained prove the efficiency of green roofs and strengthen the demand for incentives for their use in urban centers, aiming to provide sustainable alternatives for urban construction. Thus, this work provides an index of information about the benefits of using green roofs, providing a mild temperature.

Keywords: Green roof, conventional roof, green roof, thermal performance, ceramic roof.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.2 JUSTIFICATIVA	10
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1. Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 TAQUARUÇU DISTRITO DE PALMAS-TO	11
2.2 HABITAÇÃO	12
2.2.1 Desempenho térmico	13
2.3 CONFORTO TÉRMICO	14
2.3.1 Envoltória da edificação	15
2.4 TIPOS DE COBERTURA	18
2.4.1 TELHADO VERDE	19
2.4.2 TIPOS DE COBERTURA VERDE	21
2.4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS	23
2.5. TELHADO CONVENCIONAL	24
2.5.1 Vantagens e desvantagens	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE ESTUDO) E PROCESSO DE PESQUISA .	27
3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	28
3.3 RESIDENCIAS	29
3.4 PROCESSO	32
3.5 CRITERIO DE COLETA	33
3.6 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS, ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO, REGISTRO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS	34
3.6.1 Equipamento utilizado	34
3.6.2 Coleta de imagens	34
3.6.3 Projeto arquitetônico das residências	34
3.6.4 Tabela de aferição de temperatura	34
3.6.5 Gráficos pra apresenta o desempenho térmico das residências.	35
3.6.6 Benefícios	35
4 RESULTADOS E DISCURSÕES	36
4.1 ANALISE DOS RESULTADOS	36

5 CONCLUSÃO	44
6. REFERENCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o crescimento da construção favorece graves impactos ambientais devido à não adoção de práticas sustentáveis, bem como a falta de planejamento devido o ambiente natural que será modificada para a montagem das edificações, tornando-se mais uma questão socioambiental que vai contribuir para habitação de forma prejudicial.

Segundo Graff 2020 o Brasil apresenta um significativo déficit habitacional. Estudos e discussões sobre o projeto da habitação social apontam para a reavaliação dos parâmetros de análise do desempenho térmico em alguns casos, podem desconsiderar as características climáticas da região de implantação e, como consequência, um desempenho térmico insatisfatório do ambiente construído. Independente do lugar, o projeto com um desempenho térmico satisfatório deve respeitar diretrizes e orientações segundo estratégias e conceito da arquitetura bioclimática.

O procedimento metodológico para o estudo e análise do desempenho térmico tem como norma a NBR 15575 e referencial teórico acerca de discussões e adequação sobre a compatibilidade dessa norma às reais características do lugar. A mesma tem como o objetivo de estabelecer os requisitos dos usuários para os ambientes habitacionais. O desempenho é considerado pela norma como o “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas”. Dessa forma, dentre os requisitos de habitabilidade, é estabelecido o desempenho térmico, que visa garantir ao usuário condições térmicas adequadas para o desenvolvimento das suas atividades na habitação.

Essa busca surgiu devido a crescente na construção de prédios e obras de pavimentação com a utilização de asfalto e concreto é necessário anteriormente todo um processo de derrubada ou corte de árvores, como também a retirada de gramados para a implantação da mesma. Além disso, devido à incidência dos raios solares nas coberturas de concreto e pavimentação ocasiona um maior aquecimento da temperatura na região ou área local, se caso fosse aplicado uma cobertura vegetal observaria um melhor conforto térmico (MORAES, 2013).

Morais 2013 continua a afirmar que baseado na análise acima, uma situação semelhante parece quando comparamos telhados convencionais que são responsáveis por mais aquecimento e possivelmente formação de ilhas de calor, um dos fatores que pode afetar negativamente o conforto térmico, bem como piorar o

aquecimento global, por um telhado verde, que, além de aumentar a quantidade de áreas verdes, contribui para menos aquecimento proporcionando benefícios socioambientais. Entre outros fatores que tornam um edifício confortável, podemos citar principalmente a temperatura ambiente interna.

Na análise dos dados, este trabalho visa avaliar a variação da temperatura no interior dos ambientes com telhado de verde, e telhado tradicional (telha cerâmica) o qual os testes mostrarão qual é a melhor escolha quando deseja construir o edifício para evitar despesas futuras com o intuito de proporcionar uma melhor sensação de aconchego e bem-estar no lar, garantindo uma combinação de aspectos sociais, econômicos e ambientais, pilares básicos do desenvolvimento sustentável. No entanto será usado métodos estatísticos básicos de engenharia civil para filtragem e observação valores encontrados usando ferramentas computacionais e gráficas para melhor apresentação e compreensão por parte da pesquisa realizada.

1.2 JUSTIFICATIVA

O fato do tema ainda ser pouco conhecido pela população faz com que haja a necessidade de um estudo que proporcione maior conhecimento sobre a importância do desempenho térmico para uma edificação, sendo capaz de fornecer dados os quais podem auxiliar na escolha do tipo de cobertura e conseqüentemente em uma opção que possa acarretar em uma melhor qualidade de vida ao seu ocupante, além de possibilitar uma possível redução das tarifas de energia, devido a não utilização de equipamentos elétricos climatizastes proporcionar conforto térmico para os ambientes da residência.

Discute-se, que uma residência o qual proporciona melhor desempenho térmico ao proprietário conseqüentemente auxilia tanto na economia de energia melhorando a eficiência energética da residência quanto na qualidade de vida do mesmo, podendo assim dizer que o mau desempenho pode prejudicar a saúde do morador o qual implica nos requisitos adequados à saúde pública, observando a necessidade de comparar a diferença entre cobertura verde e o método convencional de cobertura (telha cerâmica), e assim chegar as conclusões de qual telhado proporciona o melhor desenvolvimento térmico.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Analisar o desempenho térmico de uma residência com telhado verde e outra com telhado convencional (telha cerâmica) em Taquaruçu distrito do município de Palmas-TO.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Coletar os dados internos de cada residência e comparar com os externos.
- ✓ Monitorar as variações de temperatura periodicamente entre a residência de telhado verde e o telhado convencional;
- ✓ Avaliar os resultados do telhado verde em relação ao convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

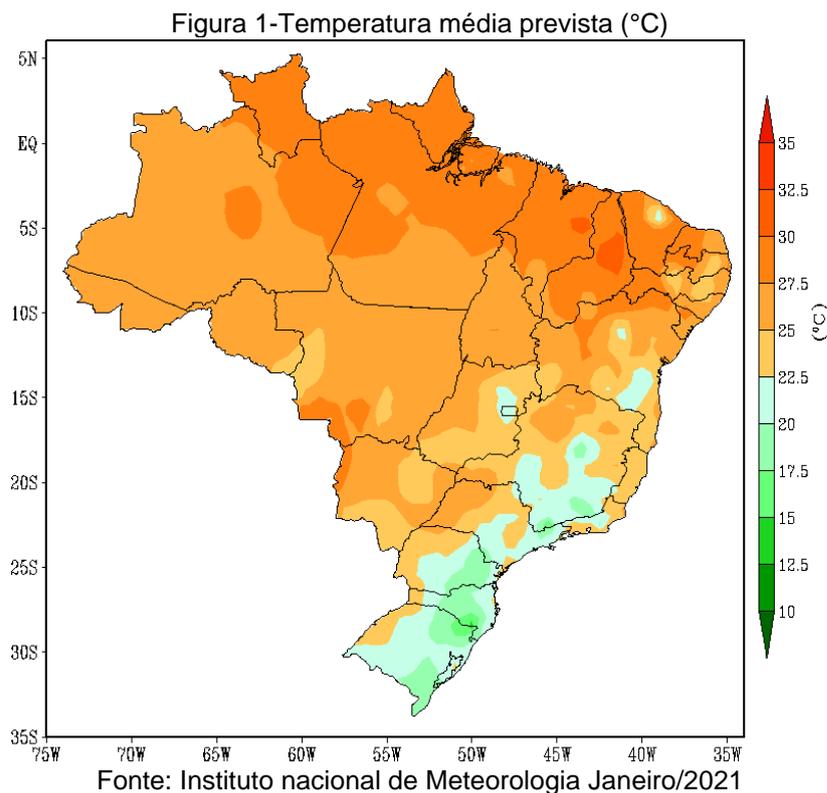
2.1 TAQUARUÇU DISTRITO DE PALMAS-TO

Taquaruçu é um distrito do Município de Palmas, capital do Estado do Tocantins, e possui um conjunto paisagístico diverso, mesclando elementos do Cerrado, da Caatinga e da Floresta Amazônica (MILAGRES, SOUZA E SOUZA; 2010).

Segundo Portal Ferias (2020) o distrito está localizado na região central do município de Palmas, possui uma área total de 363.918.45 ha. Possui clima ameno, uma média de 25°C, extensa área verde, diversos ribeirões, córregos, corredeiras, cachoeiras, pedras, picos e trilhas.

O Estado do Tocantins onde o objeto de estudo está localizado possui uma média geral de temperatura do ar de 24,9°C, tem como característica duas estações no ano, verão e inverno. Os meses mais quentes são agosto, setembro e outubro, com valores médios respectivos de 26,6°C; 27,7°C e 26,4°C. Já os meses com temperaturas menores são: janeiro (23,9°C), fevereiro (23,9°C) e março (24°C).

Segundo Lombard (2005) e França (2000) o grande influenciador nos fatores naturais e as altas temperaturas no estado são a utilização do fogo para manejo de áreas agrárias que em muitas vezes causa a queima de área verde não planejada, possibilitando as altas temperaturas no estado e conseqüentemente a índices elevados de calor nas habitações com mostra a Figura 1.



2.2 HABITAÇÃO

Desde os primórdios da civilização a busca por proteção tornou-se essencial devido a necessidade de abrigos que pudesse proteger os povos tanto em espaços naturais como cavernas, arvores ou até mesmo as copas das arvores. (ABIKO,1995)

Este abrigo se tornou cada vez mais elaborado, e no entanto, continuava primordialmente com a sua função básica, isto é, constituía-se em um espaço que protege o homem dos intrusos e das intempéries. (ABIKO,1995)

Para Andreolii 2017, embora as casas mais tradicionais sejam as casas de alvenaria e as edificações feitas com elementos de concreto armado, novas tendências arquitetônicas e estruturais surgem a cada dia e se desenvolvem constantemente no mercado de construção civil no Brasil

Para Arantes 2013, estas habitações são concebidas levando-se em conta, apenas, a forma, dimensões e quantidades de ambientes o que não é o suficiente para que os usuários de uma edificação tenham suas necessidades supridas e, conseqüentemente, sua plena satisfação com os espaços garantida.

Deste modo, cita-se como um dos requisitos fundamentais para a criação de espaços, sejam destinados à moradias, lazer ou trabalho, com boas

condições de habitabilidade ou permanência, a necessidade da aplicação de conceitos que proporcionem bons índices de conforto ambiental no interior dessas construções. Devesse buscar, para projetos destinados aos mais diferentes fins e públicos, soluções que amenizem sensações humanas indesejadas, estando estas associadas ao prazer e funcionalidade. (ARANTES, 2013 sem paginação).

Já para Andreoli 2017 no decorrer dos anos as construções residenciais e comerciais começaram a evoluir de forma a atender a buscar meios que atenda às necessidades requeridas pelas pessoas, de acordo com a finalidade de sua ocupação, e assim conseguirem melhoria no conforto de suas residências.

2.2.1 Desempenho térmico

Para Andreoli 2017 desempenho térmico das edificações depende das características dos componentes que compõem a estrutura, da densidade de carga interna, do padrão de uso, do fator de proteção.

Segundo a NBR 15220-2 (2005) os elementos construtivos se comportam termicamente em função de suas propriedades térmicas, a transmitância essencial para a transmissão de calor é que os corpos tenham temperaturas diferentes. Na Tabela 1 é apresentado a condutividade termica de alguns materiais.

Tabela 1- Condutividade térmica dos materiais

Materiais	Condutivida de térmica	Materiais	Condutivida de térmica
Aço	50,00	Cobre	398,00
Água	0,61	Concreto armado	1,28
Alumínio	237,00	Concreto armado (adensado)	1,75
Ar	0,026	Concreto com argila expandida	0,85
Argamassa de gesso	0,53	Cortiça em placas	0,04
Argamassa de gesso e cal	0,70	Feltro	0,05
Bloco de concreto	0,91	Ferro	80,00

Borracha	0,16	Fibra de vidro	0,03
Chumbo	35,00	Gesso em placas	0,35
Cimento Portland	0,29	Lã de rocha	0,032
Madeira	0,20	La de vidro	0,037
Madeira aglomerada	0,05	Latão	109,00
Madeira pinho	0,13	Pedra (ardósia)	2,10
Poliuretano	0,02	Pedra (granito)	3,50
Prata	426,00	Poliestireno (isopor)	0,033
Tijolo cerâmica	0,46	Terra	1,50
Tijolo maciço de barro	0,72	Tijolo de vidro	0,80
vidro	0,80	Tijolo de concreto celular	0,30

Fonte: Ebanataw 2005

A difusividade é uma variável mais importante para o controle térmico das construções do que a condutividade, porque expressa que rapidamente um corpo se ajusta por inteiro a temperatura de seu entorno. Materiais de baixa difusividade retardam a transferência de variação externas de temperatura para o interior das construções proporcionando melhor conforto térmico a residência. (PROTALAB, 2003)

2.3 CONFORTO TÉRMICO

Para Lamberts (2005) o conforto térmico é tomado como uma sensação humana, e depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos.

Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio; já os fatores fisiológicos referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e os fatores psicológicos, que são aqueles que relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo. (LAMBERTS, 2005 sem paginação)

Já Augusto (2001) afirma que os tipos de conforto é fruto de vários parâmetros e não apenas da sensação humana, esses fatores podem estar ligados tanto as características de cada ser humano como atividade, aclimação, roupa e etc. Como aos fatores naturais, radiação solar, umidade relativa movimento e temperatura do ar.

Como foi comentado por Lamberts (2005) e Augusto (2001) são muitos os fatores relacionados a sensação térmica podendo ser eles, fatores físicos variando de cada pessoa como fatores naturais relacionados a incidência solar de cada cidade.

Uma das preocupações quanto as altas temperaturas no estado são os ambientes fechados, que se não controladas, podem gerar um esforço excessivo das pessoas que ali se encontram, sobrecarregando seu organismo, e conseqüentemente interferindo no seu desempenho. Com as variações climáticas que sofremos, geramos a necessidade de projetarmos ambientes que proporcionem conforto para o desenvolvimento de nossas atividades habituais (LOPES, CASTRO E SILVA)

Segundo Rios (1999) para melhor desempenho das atividades humanas o excesso de calor produzido deverá ser eliminado e a temperatura do corpo deverá ser mantida constante para possibilitar qualidade na execução das atividades humanas.

Como foi mencionado por Rios (1999) o alto índice de calor prejudica a qualidade de vida do ser humano, podendo influencia no desempenho de suas atividades humanas, para avaliar esse desempenho térmico a NBR 15220-3/2005 determina que realizado na fase de projeto, faz-se o uso de simulações computacionais e análises dos processos construtivos, enquanto que para a construção finalizada, podem ser realizadas medições in loco de temperatura.

2.3.1 Envoltória da edificação

Segundo o manual para aplicação do RTQ-C (PROCEL, 2014), a envoltória é comparada com a pele da edificação. Consiste no conjunto de elementos construtivos que estão em contato com o meio exterior, que compõem os fechamentos dos ambientes internos em relação ao ambiente externo.

Para a definição da envoltória, o meio externo exclui a parcela construída no subsolo da edificação, referindo-se exclusivamente às partes construídas acima do solo. Independentemente do material ou função de uma edificação, todos os elementos que estão acima do nível do solo e com contato com o exterior, ou com outro edifício pertencem à envoltória, ou seja, trata-se do conjunto formado pelas fachadas e pela cobertura de um edifício. Estas

superfícies podem ser compostas por elementos opacos ou transparentes. RTQ-C (PROCEL, 2014)

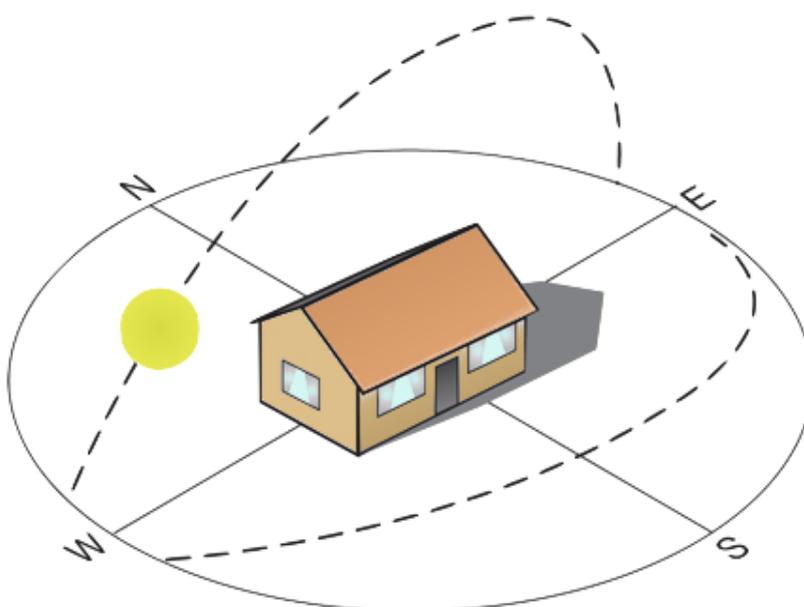
2.3.1.1 Sombreamento

Segundo Marques (2012) o sombreamento é uma das estratégias bioclimáticas mais indicadas para o Brasil onde o clima tropical é predominante. Para amenizar a incidência solar que é característica deste tipo de clima Mascarello 2005 afirma que a necessidade do estudo da geometria solar o qual pode auxiliar na implantação do edifício quanto aos lados que a maior concentração de sol, podendo direcionar os faces que a carga térmica é menor como mostra a figura 2.

Para Marques (2012) quando as temperaturas estão dentro ou acima da zona de conforto, a penetração da radiação solar vai contribuir para o desconforto dos usuários, tanto térmico, onde a radiação absorvida pelas superfícies do ambiente vai levar a um aumento da temperatura do ar, como também lumínico, onde a alta intensidade de radiação solar direta pode causar ofuscamento.

A função dos elementos de proteção solar é eliminar estes dois efeitos, porém sem deixar afetar outros fatores como: a manutenção da ventilação natural e a visibilidade de zonas da abóbada celeste, que possibilita o uso da luz difusa do céu para a iluminação natural e a visão do exterior, a proteção solar ideal é aquela que proporciona o equilíbrio entre a necessidade de sombreamento, o ganho solar e a iluminação natural (MARQUES 2012, pagina 52).

Figura 2 - Sombreamento na residência



Fonte: Arquitetura Sustentável 2020

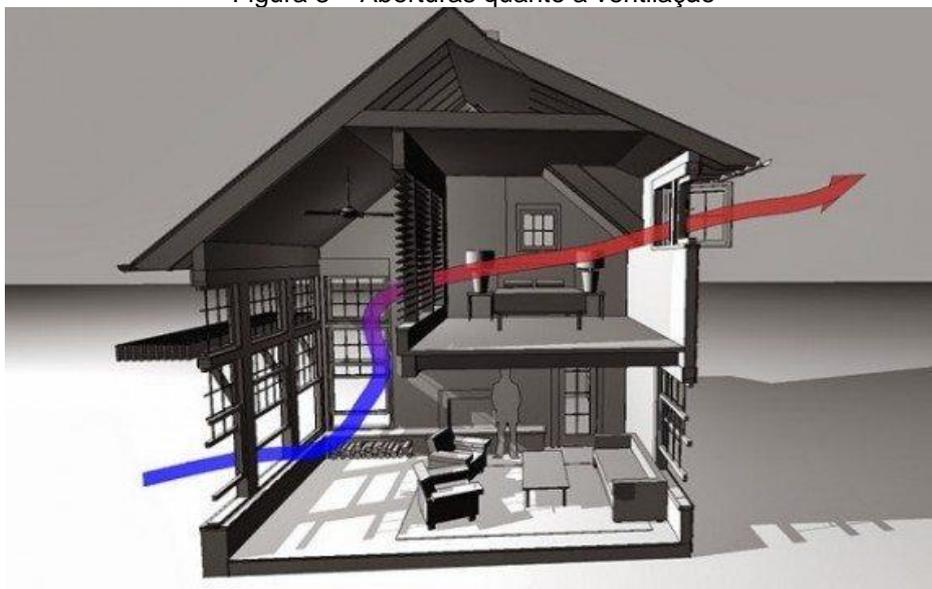
2.3.1.2 Aberturas

Segundo Andrease e Versage (2004) as aberturas proporcionam a entrada do ar o que influencia na melhoria do ambiente quanto ao seu conforto térmico, pois através delas consegue-se que a temperatura interna se iguale a externa.

A ventilação é um dos recursos naturais mais eficazes, quando se busca obter conforto ambiental e eficiência energética das edificações. A força dos ventos promove a movimentação do ar através do ambiente, produzindo a ventilação denominada ação dos ventos e o efeito da diferença de densidade provoca o chamado efeito chaminé. Esses dois mecanismos podem agir de maneira separada ou de forma combinada, dependendo das condições atmosféricas, do projeto e da localização do edifício. (SOUSA E RODRIGUES, 2012 pg. 190)

Nesse contexto, a proteção contra a radiação solar é indispensável para todas as orientações, quando a concepção do projeto é planejada conforme a localização geográfica e a trajetória solar, a edificação pode trazer resultados mais eficientes e um resultado plástico e formal mais interessante (BARBOSA, 2017 pg. 18).

Figura 3 – Aberturas quanto a ventilação



Fonte: Dicas de arquitetura 2014

2.3.1.3 Paredes de vedação

Para Kappaun (2012) a globalização da arquitetura faz com que edificações sejam reproduzidas em diversas partes do mundo com os mesmos materiais e tecnologias e cada vez mais os sistemas construtivos devem ser repensados de forma a incluir as considerações energéticas e ambientais no projeto.

O desempenho de um edifício está relacionado com as características dos elementos, conhecer as propriedades térmicas dos materiais e fechamento estabelece estratégias para que o edifício possa responder de maneira eficiente as variações do clima. (KAPPAUN, 2012 sem paginação)

Ambientes que não possuem o tipo de alvenaria adequada ao seu clima geram problemas de conforto térmico devido á perda, ou ganho excessivo de calor, o que acontece em regiões com clima predominantemente quente seco e quente e úmido. (GOMES, 2015 pg. 15)

2.4 TIPOS DE COBERTURA

Para Savi (2012) telhado surge com a função de revestir a edificação contra a ação de intempéries e assume ainda a função de isolar a edificação de poeiras e entrada de pequenos animais, assim como garantir proteção acústica a edificação.

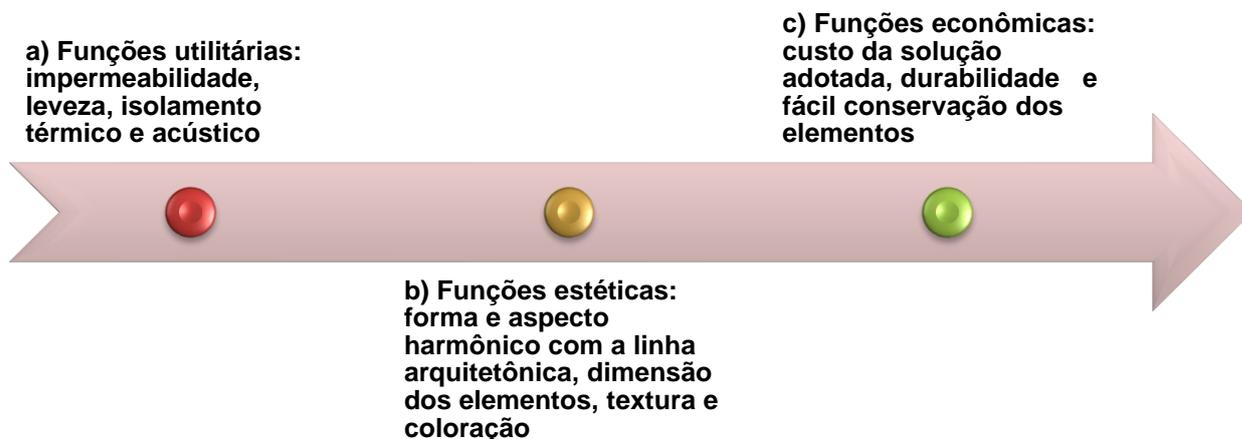
Os primeiros abrigos eram simples, geralmente estruturados em madeira ou pedra com cobertura em palha, o suficiente para suprir a demanda naquele período. Entretanto com o tempo, foram criadas novas necessidades e com o desenvolvimento de novas técnicas construtivas, evolui-se a forma de projetar e construir o espaço. (SAVI, 2012).

Para Machado (2018) as telhas constituem em um elemento construtivo fundamental dos telhados sendo a sua escolha o primeiro passo para um projeto adequado.

A seleção do tipo de telha define automaticamente qual será a inclinação do telhado além de ser fator determinante para garantir que haja resistência às intempéries, influir no comportamento termoacústico, estética, durabilidade, resistência mecânica e economia da cobertura. Dada a diversidade de materiais existentes no mercado fica evidente que, além de ter critérios estabelecidos para uma escolha adequada, é necessário que se conheça as características. (MACHADO, 2018)

Para Moraes (2013) as coberturas têm como função principal a proteção das edificações, contra a ação das intempéries, atendendo às funções utilitárias, estéticas e econômicas. Em síntese, as coberturas devem preencher as seguintes condições.

Figura 4- Condições mínimas de uma cobertura.



Fonte: MORAIS 2013, elaborado pelo autor.

A cobertura é a parte da edificação mais exposta à radiação solar, transmitindo essa carga térmica aos ambientes, o que tem influência direta sobre o consumo de energia devido ao condicionamento e ventilação artificial do ar e conforto térmico dos usuários (NARANJO et al., 2011).

Segundo Sebra e Mendonça (2011) há disponíveis no mercado diversos tipos de cobertura para serem utilizadas na construção civil, uma delas muito conhecida é o telhado convencional, consiste na utilização de telha cerâmica como material de cobertura, entretanto com a crescente preocupação com a diminuição dos recursos naturais e com a modernização do setor, há a necessidade de se utilizar soluções construtivas sustentáveis. Neste contexto Lopes (2007) ressalta que surgiu então como alternativa o telhado verde ou eco telhado, que embora seja uma técnica antiga, só atualmente começou a ter maior visibilidade no Brasil.

2.4.1 TELHADO VERDE

Segundo Corrent e Lemhmann (2017) o telhado verde caracteriza-se como um sistema de arquitetura que permite o cultivo e o crescimento de plantas sobre uma laje inclinada ou plana impermeabilizada. Todavia, alguns cuidados adicionais devem ser tomados, entre eles: a escolha das plantas, a resistência e capacidade estrutural da edificação e o dimensionamento do telhado.

O uso de telhados verdes remonta há muitos séculos. Os primeiros sistemas utilizavam técnicas primitivas e eram necessárias grandes camadas de terra. Com a evolução das tecnologias foi se reduzindo as espessuras das coberturas verdes e criando novas técnicas para a aplicação das mesmas,

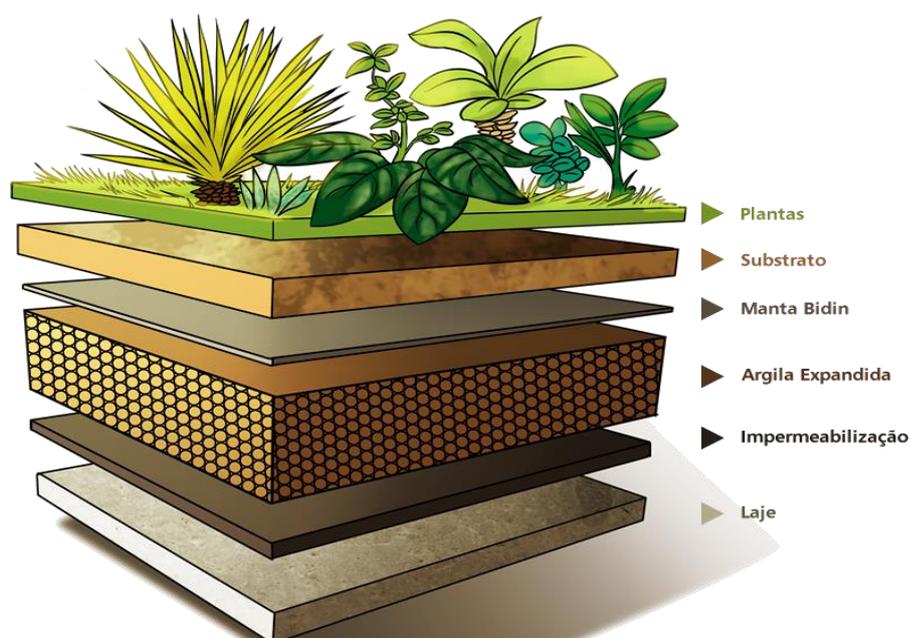
com o modernismo novas formas foram difundidas, entretanto os problemas com patologias foram frequentes. (SAVI, 2012. Pg 19)

A tecnologia permitiu que novas técnicas fossem descobertas e técnicas já existente fossem melhoradas para aprimoramentos dos tipos de cobertura.

Para Corrent e Lemhmann (2017) a construção de um telhado verde são poucas as dificuldades, é composto por vegetação, terra tecido permeável, sistema de drenagem, barreira contra raízes, membrana a prova de água e o telhado.

Jesus (2018) complementa afirmando que para um sistema de cobertura verde ser eficiente deve-se obedecer a uma estrutura de camadas funcionais como descritas nas Figura 5.

Figura 5- Camadas do telhado verde



Fonte: Base V 2017

2.4.1.1 Vegetação

Para Jesus (2018) escolher a vegetação adequada é fundamental para manter a vida útil da estrutura. A camada de cobertura vegetal deve ser escolhida levando-se em consideração a resistência da estrutura na qual será implementada o telhado verde, além disso, é preciso verificar o clima do local, devendo ser prioritárias as plantas regionais que já estão acostumadas com o clima.

2.4.1.2 Camada de drenagem

Para Melo (2017) a camada de drenagem tem como objetivo encaminhar a água para os drenos, facilitando assim o escoamento da água e impedindo que o solo não fique completamente saturado.

2.4.1.3 Camada Impermeabilizante

Para Jesus (2018) a camada impermeabilizante tem a função de proteger a laje contra infiltrações, pode ser feita de diversas matérias, mas na maioria das vezes, é composta por manta asfáltica. A manta vai filtrar a água fazendo com que partículas de areia e terra ou raízes não passem pela tubulação de queda da água de chuva.

2.4.1.4 Membrana

Essa camada protege a cobertura da construção de possíveis danos provocados pelas raízes das plantas. Sua função é conter a penetração das raízes na impermeabilização e na estrutura. (MELO, 2017)

2.4.2 TIPOS DE COBERTURA VERDE

Esse tipo de estrutura de telhado consiste em camadas a quais dependendo da espessura e o tipo de cobertura vegetal a uma classificação diferente, visto isso viu-se a necessidade de evidenciar os tipos de telhados verdes o qual é dividido em três: Intensivo, extensivo e semi intensivo, como mostra a figura a baixo. (SAVI, 2012. Pg 23)

Quadro 1- Tipos de telhado verde

Itens	Telhado Verde Extensivo	Telhado Verde Semi- intensivo	Telhado Verde Intensivo
Manutenção	Baixa	Periodicamente	Alta
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramado, ervas e arbustos.	Gramado, arbustos e árvores.
Altura do substrato	6 – 20cm	12 – 25cm	15 – 40cm
Peso	60 – 150kg/m ²	120 – 200kg/m ²	180 – 500kg/m ²
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso	Jardim, gramado	Jardim, parque.	Parque, arvores e arbustos.

Fonte: Blogue de Arquitetura Bioclimatica 2016

2.4.2.1 Sistema intensivo

Telhados verdes intensivos são caracterizados por uma camada de substrato maior que das outras duas classificações. Por esse motivo, esse sistema é capaz de suportar vegetações maiores, arbustos e até mesmo, eventualmente, árvores. É caracterizado por uma espessura mínima de telhado de 20 cm possibilitando o cultivo de variadas espécies de vegetação, dentre todos essa é uma tipologia que requer maior manutenção e frequente irrigação (BAR E TAVARES, 2017. sem paginação).

Jobim (2013) pontua que além de maiores cuidados no processo de instalação dos sistemas de drenagem e de impermeabilização. Não são limitados em termos de variedades de plantas, e requerem os mesmos tratamentos paisagísticos que os jardins convencionais.

Jobim (2013) continua a afirmar que essas coberturas podem oferecer espaços verdes acessíveis ao usuário como mostra a figura 6, como se fossem parques, e costumam incluir plantas maiores e arvores, esta estruturação de peso adicional é necessário um reforço estrutural considerável, no qual, resulta em um elevado custo de implantação. Este tipo de cobertura é mais viável em edificações com cobertura planas. Apesar de tudo, são mais atrativos pela altura de vegetação e por possuírem uma diversidade de plantas.

2.4.2.2 Sistema extensivo

São coberturas com vegetação superficial, diferente do intensivo esse tipo de implantação permite a locação em telhados inclinados devido a camada fina de vegetação, necessitando de escoramento específicos caso ultrapasse inclinação de 10 % (TASSI, TASSINARI, PICCILLI E PERSCH, 2013. Sem paginação).

Segundo Saddi e Moura (2010) As coberturas verdes extensivas raramente são abertas à circulação, a menos que sejam previstas passagens, mas por causa do baixo peso tem a vantagem de poderem ser executadas em estruturas existentes, o que não é o caso das coberturas intensivas que devido ao grande peso exigem planejamento anterior à construção. Outra vantagem do tipo extensivo é a pequena necessidade de manutenção. De maneira geral, não é preciso fertilizar nem regar as plantas após seu estabelecimento, que ocorre geralmente a partir do primeiro ano.

Esse método segundo Lamberti (2013) pode ser construído em praticamente todo tipo de cobertura, telhas cerâmicas, de fibrocimento, cobertura de aço e laje.

2.4.2.3 Sistema semi-intensivo

Segundo Heneine (2008) trata-se de uma cobertura que necessita de mais manutenção, maior custo e maior peso são as características para o tipo intermediário de cobertura verde comparado com a extensiva. A profundidade do nível de substrato permite mais possibilidades de design. Essa tipologia permite o plantio de espécies arbustivas e cultivo de alimentos, que possuam espessura entre 12 e 25cm.

2.4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

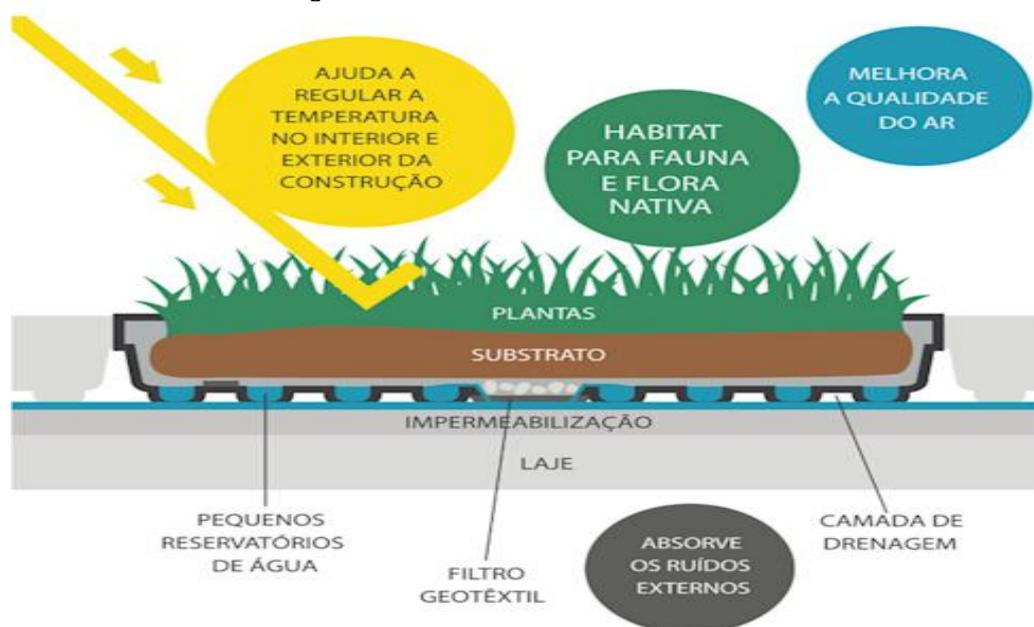
Para Savi o (2012) o uso de telhados verdes remonta há vários séculos, entretanto, a sua introdução no Brasil ainda é muito recente, e vem ganhando popularidade nos 14 últimos anos. A aplicação de coberturas ajardinadas nas cidades contribui para a criação, não apenas do microclima, mas do conforto térmico das edificações, redução das ilhas de calor, filtragem da água e do ar etc.

Segundo Costa 2021 as edificações com esta tecnologia congregam alguns fatores como: eficiência no consumo de energia que, conseqüentemente diminui a zona de calor e o uso do ar condicionado, valorização do imóvel por torná-lo um ponto esteticamente atraente no espaço urbano e, ao mesmo tempo, melhoria na qualidade do ar no seu entorno.

O aumento da área útil dará ainda utilidade a áreas que não poderiam ser aproveitadas. E propiciarão o escoamento da água antes estagnada em vários pontos pela quantidade de concreto presente na cidade que impedem, inclusive, a penetração da água das chuvas no solo provocando poças, nas ruas e calçadas e, em casos mais graves, contribuem para a formação de enchentes (COSTA, 2021)

Costa (2021) afirma que a utilização desse método colabora com a diminuição na zona de calor como mostra a figura 7 a baixo, com isto chegaram a resultados que o telhado verde apresenta uma variação de 2 ° C em seus estudos, o que indica que essa cobertura apresenta melhor desenvolvimento térmico em relação ao telhado convencional.

Figura 6- Característica do telhado verde



Fonte: Homyfi 2018

Segundo Ferreira e Costa (PEREIRA, 2010) a instalação do telhado verde propicia a uma instalação construtiva mais cara, mas rapidamente compensado pela poupança energética. Em contrapartida ele também afirma que.

Custos de manutenção podem ser maiores, dependendo do tipo de cobertura verde escolhida para a estrutura de telhado verde, sistemas de escoamento mais complexos, que saem mais caros em caso de reparação. Alguns tipos de coberturas verdes necessitam de estruturas mais resistentes para suportar o peso adicional da estrutura do telhado verde. (PEREIRA, 2010)

2.5.TELHADO CONVENCIONAL

Para Claros (2017) os telhados coloniais são famosos por possuir um estilo rústico e elegante, que remete aos telhados da época colonial (por isso o nome de telhado colonial). Sua telha possui um canal profundo, que faz alusão a uma barca. Esse formato é ótimo para regiões onde ocorrem muitas chuvas, já que ele facilita o escoamento de água da chuva.

Independentemente do sistema utilizado na produção, para a fabricação de qualquer produto cerâmico se parte de uma mistura de matérias-primas, denominada “massa”, que sofre diversas transformações físico-químicas até alcançar as propriedades necessárias ao produto acabado. As matérias-primas são minerais ou acumulações de rochas com os quais se podem fabricar produtos cerâmicos, em seu

estado natural ou com tratamento prévio. De acordo com seu comportamento quando misturadas com água, se dividem tradicionalmente em matérias-primas plásticas (como os caulins e as argilas) e não plásticas (quartzo e feldspato).(SCHELN, 2016)

Para Flach (2012) os telhados de edificações no Brasil seguem as características dos telhados coloniais portugueses, com telhas cerâmicas apoiadas em estruturas descontínuas de madeira serrada. Porém, em muitos casos outros materiais e outros sistemas construtivos possuem características apropriadas e até melhores que a madeira para fazer a função de estrutura de apoio das telhas. Novas telhas, além de tradicional telha cerâmica portuguesa, também levaram a construção civil a desenvolver novas técnicas para estrutura das telhas.

Para Leves 2020 o telhado convencional é o modelo mais popular e pode ser visto em quase todas as casas pela cidade. Esse tipo pode conter algumas variações no número de águas (que são as inclinações necessárias para o líquido da chuva escorrer para fora da cobertura). Com isso, a sua estrutura pode demandar alguns gastos com materiais essenciais para suportar o peso das telhas, garantindo proteção e segurança para os usuários da edificação.

Nos telhados de uma água, a cobertura é composta por um único caimento. Essa opção é a mais econômica de ser construída, já que a sua estrutura requer apenas o próprio apoio da parede já existente no imóvel.

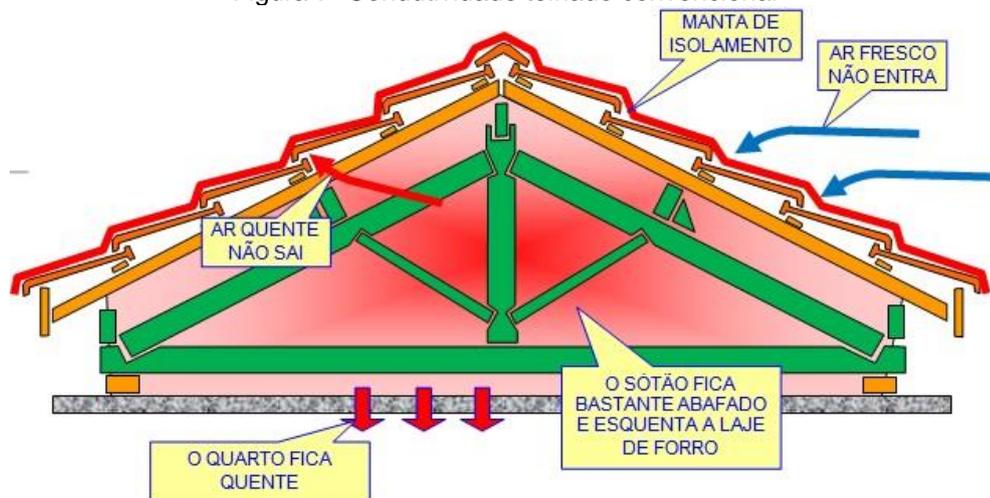
O modelo duas águas são mais indicadas para edificações com mais de 40 m² e que têm a necessidade de realizar o escoamento em ambos os lados. Esse tipo de telhado é dividido por uma linha central conhecida como cumeeira, que serve justamente para unir as telhas e realizar a divisão das águas.

Já os telhados de três ou mais águas são mais indicados para imóveis maiores ou para projetos diferenciados. Quando vistos de cima, o seu formato gera uma forma encantadora e, por isso, é um dos modelos de cobertura convencional mais bonitos. (LEVES, 2020. Sem paginação)

2.5.1 Vantagens e desvantagens

Para Moraes (2013) as edificações que utilizam telhas cerâmicas em suas coberturas são muito comuns, e o seu baixo custo e simplicidade de instalação são as principais vantagens que influenciam na escolha deste tipo de telhado, além de promover um bom conforto térmico na residência por se tratar de um material cerâmico sua característica na retenção da água possibilita melhor desempenho térmico, podendo ser utilizadas tanto em edificações residenciais quanto comerciais e industriais.

Figura 7- Condutividade telhado convencional



Fonte: Ebanataw 2005

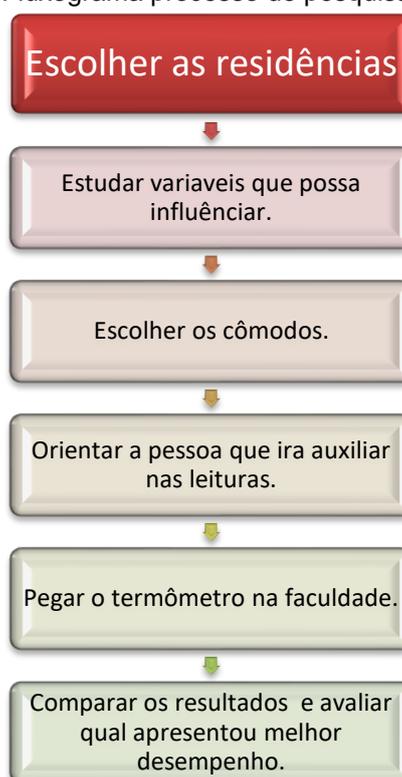
Já Claros (2017) afirma que o custo na instalação é relativamente baixo mais a estrutura interna do telhado colonial também precisa ser reforçada, o que pode gerar um gasto a mais com madeiramento e reforços, as telhas de cerâmica costumam absorver água e ficar com manchas, além de quebrarem mais fácil.

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE ESTUDO) E PROCESSO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa comparativa, o objetivo metodológico utilizado é o dedutivo e a natureza é quali-quantitativa e procedimento estudo de caso. O processo de pesquisa consiste nas seguintes etapas.

Figura 8: Fluxograma processo de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

- 1) Foi realizada então a ida a Taquaruçu distrito de Palmas, escolher as residências o qual serão analisadas, sendo uma de telhado verde e outra de telhado convencional, com as mesmas características estrutural em relação as alvenarias.
- 2) Avaliada as variantes como influencias naturais, presença de córregos, vento e também os arvores o qual possa está proporcionando sombra ou melhoria do clima no local escolhido.
- 3) Nas residências foi escolhido apenas um cômodo de cada casa, buscando semelhança entre eles, tanto nos equipamentos elétricos quanto em aberturas, para proporcionara melhor precisão ao estudo. Exemplo se a sala da residência A apresenta caraterísticas semelhantes ao quarto da residência B os ambientes escolhidos serão a sala do A e o quarto do B.

- 4) Na ida ao local foi levada uma pessoa para auxiliar nas coletas pois são residências diferentes em locais diferentes nos mesmos horários, para isto foi levado o auxiliar no dia da escolha do ambiente para explicar como funcionara a pesquisa e como será feita a coleta para que seja exatamente igual em ambos ambientes.
O qual foi feita na cama com o uso do termômetro pois não necessitou que fosse colocado na parede.
- 5) Foi realizada a ida ao CEULP/ULBRA para pegar os termômetros que foi da mesma marca com as mesmas funções, foi feito um requerimento de empréstimo de equipamento para com a faculdade, o qual foi assinado pelo aluno para retirada dos equipamentos nos dias escolhidos para coleta de dados.
- 6) Nesta coleta foi anexado em uma tabela os resultados com os dias e a hora de cada aferição, identificando cada residência com as especificações “Residência A” e “Residência B” para assim no final conseguir comparar através de gráficos de linha qual residência apresenta melhor conforto térmico ao morador.

3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

O local escolhido para realização da coleta de dados foi duas residências localizadas em Taquaruçu distrito de Palmas Tocantins onde uma contém um telhado verde em toda a cobertura e a outra trata-se de uma edificação com cobertura convencional e telhado verde apenas na área externa.

Sendo a Residência “A” localizada na Rua Marcolino e a Residência “B” na Sexta Avenida como mostra a Figura 9.

Figura 9: Imagem de satélite dos estudo de caso A e B



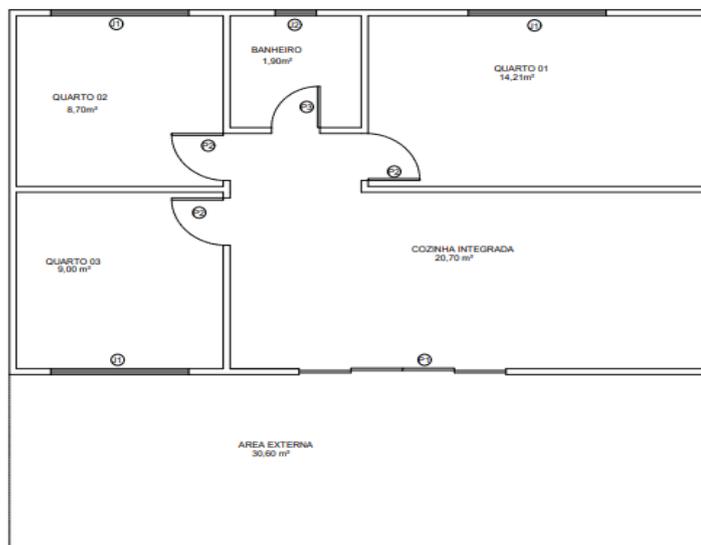
Fonte: Google Earths 2021- Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

3.3 RESIDENCIAS

Os objetos de estudos proposto para este trabalho trata-se de edificações com tipologias diferentes mais que através da pesquisa foram encontradas semelhanças que proporcionaram precisão a coleta dos dados.

O estudo “A” o qual se refere a cobertura verde, tem aproximadamente (10m x 11m), sendo 3 quartos, banheiro social, sala e cozinha integrada, a estrutura é composta por uma laje EPS de 10cm e cobertura extensiva de 8cm, com isto além do peso próprio da laje a um volume de aproximadamente 88m³ de vegetação sobre a estrutura. Para impermeabilização foi utilizado uma emulsão asfáltica, um sistema de impermeabilização que é responsável por preparar a superfície e protegê-la dos ataques de umidade ou infiltração, criando uma película com aderência alta, depois a camada de substrato e a camada de vegetação com planta grama esmeralda, pois possui efeito atapetado com baixa necessidade de poda, o quarto escolhido foi o 01.

Figura 10: Planta baixa da residência A



01 PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100

Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

O material utilizado para vedação é o adobe conhecido por ter bom desempenho térmico pelo fato de ter em sua composição solo e fibras naturais, a presença de vegetação na frente e atrás da residência mais que não proporciona sombreamento na mesma. Em todos os ambientes foram observados que a janelas baixas de até 1,10mx1,80m o que influencia na entrada de vento nos ambientes.

Foto 1 - Imagem da estrutura com telhado verde

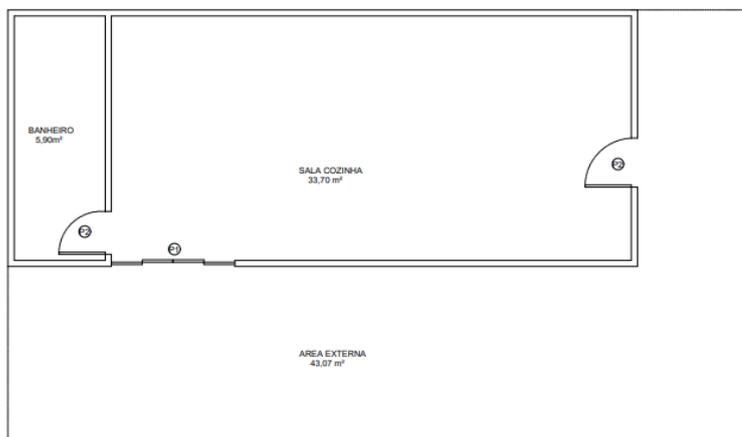


Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

O estudo "B" consiste em uma cobertura com telhado convencional, com cobertura verde apenas na parte externa da residência com (10mx6m), sendo um

sobrado com 2 quartos, banheiro social, sala e cozinha integrada e uma área externa em L o qual tem na cobertura o uso de grama, o ambiente escolhido foi o quarto 01.

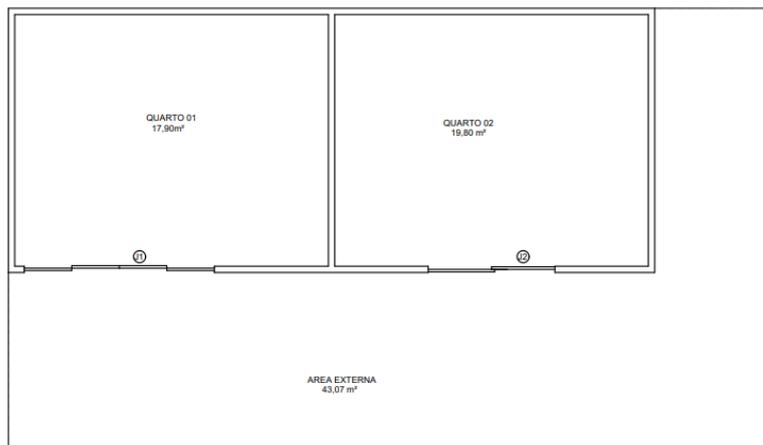
Figura 11: Planta baixa da residência B



03 PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100

Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Figura 12: Planta superior da residência B



02 PAVIMENTO SUPERIO
ESCALA 1:100

Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

O material de vedação é o adobe o mesmo utilizado no caso A dando assim melhor precisão no estudo por se tratar do mesmo método construtivo de vedação, a também a presença de vegetação no estudo B, sendo apenas na lateral da edificação proporcionando sombra em 1 dos quartos e na cozinha. Quanto as aberturas a em todos os quartos janelas baixas de 1,10mx1,80m.

Foto 2: Imagem da estrutura com telhado convencional



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

3.4 PROCESSO

Para realizar o monitoramento das temperaturas foi realizado uma sequência de processos para então chegar aos respectivos resultados como mostra a Figura 12.

Figura 13: Fluxograma de análise das variáveis



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Instalou-se no interior das estruturas, dois termômetros do modelo Hygro-Termometer digital de máxima e mínima, posicionado na cama de cada quarto, local escolhido para aferir as temperaturas sendo estes o que apresentou maior semelhança entre eles.

Foto 3: Termômetro usado em campo



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

As medições de temperatura diárias ocorreram 3 vezes por mês em horários diferentes durante 3 meses. Além de coletas dos dados no interior das residências foram coletados dados meteorológicos da parte externa para comparação dos dados.

Para a análise dos resultados, o Excel foi utilizado como ferramenta de apoio. Desenvolver gráficos e auxiliar na interpretação de dados relacionados aos dados temperatura. Foi analisada então as aberturas e a presença de árvores ou córregos nas residências, ambas têm piscina mais não a presença nascente ou córregos ao redor, todas tem a presença de árvores mais não a de sombreamento nos locais escolhido.

3.5 CRITERIO DE COLETA

As variáveis monitoradas foram as variações diárias de temperatura para relacionar o conforto térmico que o telhado verde e o convencional podem proporcionar.

Foi considerado todos os dias da pesquisa para então compreender como as coberturas se comporta tanto em dias de sol como também os chuvosos, foi então avaliada as variáveis que influenciava na precisão dos dados pois trata-se de estruturas diferentes, baseada nessa análise foi observado o sombreamento, aberturas, presença de córregos ou nascente e material de vedação.

Observando o exterior das edificações não foi visto a presença de sombra, córrego ou nascentes que pudesse influenciar no desempenho das mesmas, foi feito o mesmo com as aberturas, ambos os quartos contem 1 janela baixa e portas do mesmo tamanho, o material de vedação de ambas é o adobe fato que poderia alterar a pesquisa mais que foi descartado por se tratar do mesmo material, outro fato descartado foi a localização dos ambientes pois um está localizado pois a uma distância entre eles de mais ou menos 700m visto também que foi desconsiderado o fato de uma das residências ser um sobrado e o quarto escolhido está na parte superior, quando o outro trata de uma residência térreo e o quarto escolhido está no térreo, o mesmo foi feito para o posicionamento da residência em relação sol.

Para manter os ambientes iguais, as janelas e as portas ficavam fechada durante 10m antes da coleta para manter a temperatura interna sem nenhuma influência do meio externo.

3.6 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS, ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO, REGISTRO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Para este estudo foram utilizar os seguintes instrumentos;

3.6.1 Equipamento utilizado

O equipamento de coleta dois termômetros da marca Hygro- Termometer Clock, o qual faz a coleta de dados da temperatura interna variando entre – 10 °C a 50 °C.

3.6.2 Coleta de imagens

Indo ao local foi feito o registro das residências detalhando os tipos de cobertura, como também imagens dos cômodos escolhidos o qual foram anexados ao estudo.

3.6.3 Projeto arquitetônico das residências.

Por meio deles plantas 2D e 3D da residência foram apresentadas através do Software Revit para auxiliar no entendimento dos locais escolhidos na coleta e com isso observar as semelhanças entre eles.

3.6.4 Tabela de aferição de temperatura

Terá o auxílio de uma tabela para cada residência, o qual é composta por com dia, hora, e a temperatura o qual foi aferida.

3.6.5 Gráficos pra apresenta o desempenho térmico das residências.

Através das tabelas será gerado gráficos de linha, com as colunas dos dias e os valores em Graus Celsius (°C) de cada coleta, para assim no final obter uma média das temperaturas e chegar aos respectivos resultados.

3.6.6 Benefícios

Ao final da pesquisa os dados coletados servirão como fonte para auxiliar em novos projetos que busque por residência que conceda melhor desempenho térmico com o auxílio do tipo de cobertura, e assim poder amenizar o uso de equipamentos conversor de temperatura.

4 RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 ANALISE DOS RESULTADOS

A aferição de temperatura nos ambientes escolhidos para análise forneceram dados quantitativos no decorrer dos dias de cada mês, sendo esses registrados e analisados posteriormente (quadro 1 e quadro 2).

Quadro 2 - Dias analisados no telhado convencional.

TELHADO CONVENCIONAL				
MÊS	DIA	HORÁRIO (h)	Temp. Interna °C	Temp. externa (°C)
AGOSTO	07/08/2021	12:35	34,10	33,00
	12/08/2021	14:50	37,30	36,00
	21/08/2021	14:30	37,10	35,00
	31/08/2021	17:00	36,50	36,00
SETEMBRO	11/09/2021	17:46	37,10	37,00
	15/09/2021	15:02	38,00	37,00
	23/09/2021	15:00	38,00	37,00
	30/09/2021	16:25	35,00	36,00
OUTUBRO	09/10/2021	16:45	29,00	31,00
	13/10/2021	13:25	33,40	33,00
	23/10/2021	15:50	31,00	31,00
	31/10/2021	12:33	29,80	31,00

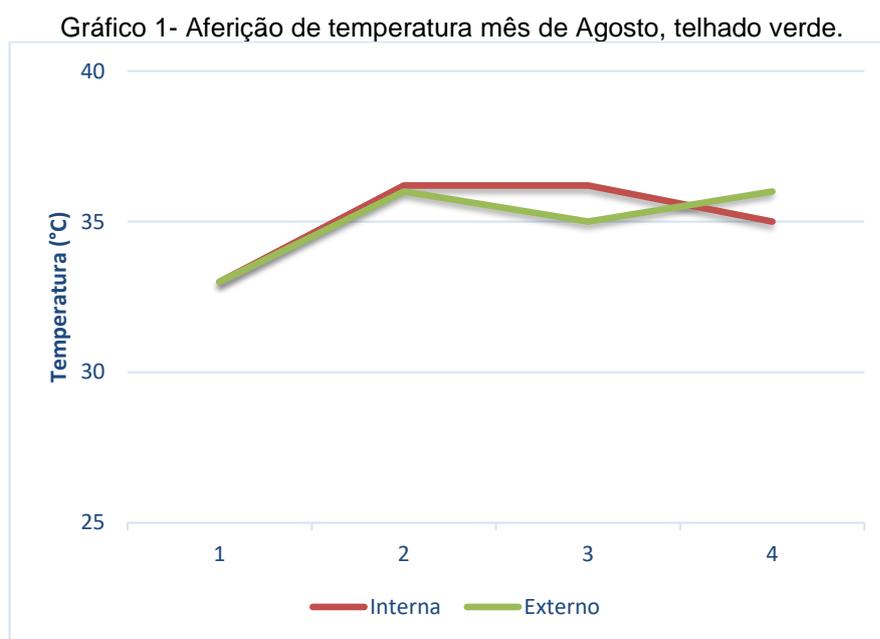
Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Quadro 3 - Dias analisados no telhado verde.

TELHADO VERDE				
MÊS	DIA	HORÁRIO	Temp. interna(°C)	Temp. externa (°C)
AGOSTO	07/08/2021	12:35	33,00	33,00
	12/08/2021	14:50	36,20	36,00
	21/08/2021	14:30	36,20	35,00
	31/08/2021	17:00	35,00	36,00
SETEMBRO	11/09/2021	17:46	36,00	37,00
	15/09/2021	15:02	36,90	37,00
	23/09/2021	15:00	36,00	37,00
	30/09/2021	16:25	36,00	36,00
OUTUBRO	09/10/2021	16:45	30,00	31,00
	13/10/2021	13:25	34,00	33,00
	23/10/2021	15:50	32,00	31,00
	31/10/2021	12:33	31,00	31,00

Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

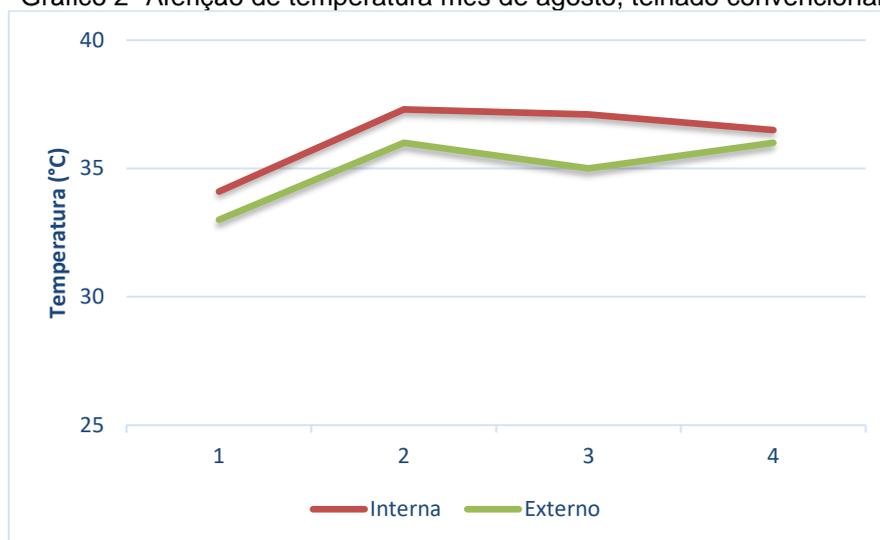
No mês de agosto foi observado que o telhado verde apresentou um comportamento melhor que o meio externo chegando a ter dias com variações de temperatura chegando a 1 °C sendo 35° C para a cobertura sustentável e 36°C para o externo, observamos também que houve dias que as temperaturas foram iguais, como mostra o (Gráfico 1- mês de agosto telhado verde).



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

No mesmo dia podemos observar o comportamento do telhado convencional o qual chegou a variações de até 2,1 °C a mais que o meio externo sendo 37,1 °C interno e 35°C externo, mostrando que neste mês o telhado verde apresentou melhor desempenho comparado a cobertura cerâmica, e que diferente do convencional não teve dias que as temperaturas foram iguais, como mostra o (Gráfico 2- mês de agosto telhado convencional).

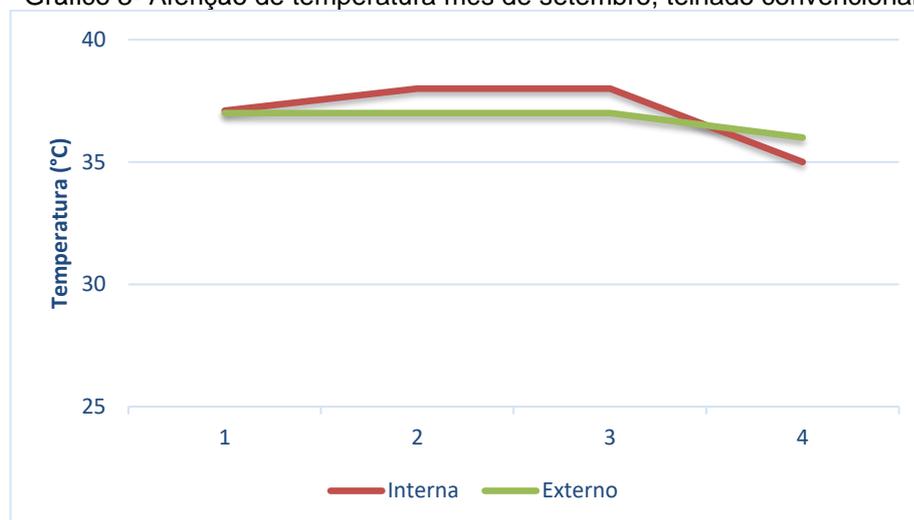
Gráfico 2- Aferição de temperatura mês de agosto, telhado convencional



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Em setembro o telhado convencional apresentou-se também altas temperaturas visto que o meio externo no seu dia de índice elevado de temperatura apresentou 37° C quanto dentro da residência mostrou 38 °C, obtendo uma diferença de 1° C de um para o outro, observou-se uma queda quando interno obteve 35°C e externo 36°C, como mostra o (Gráfico 3 mês de setembro, telhado convencional).

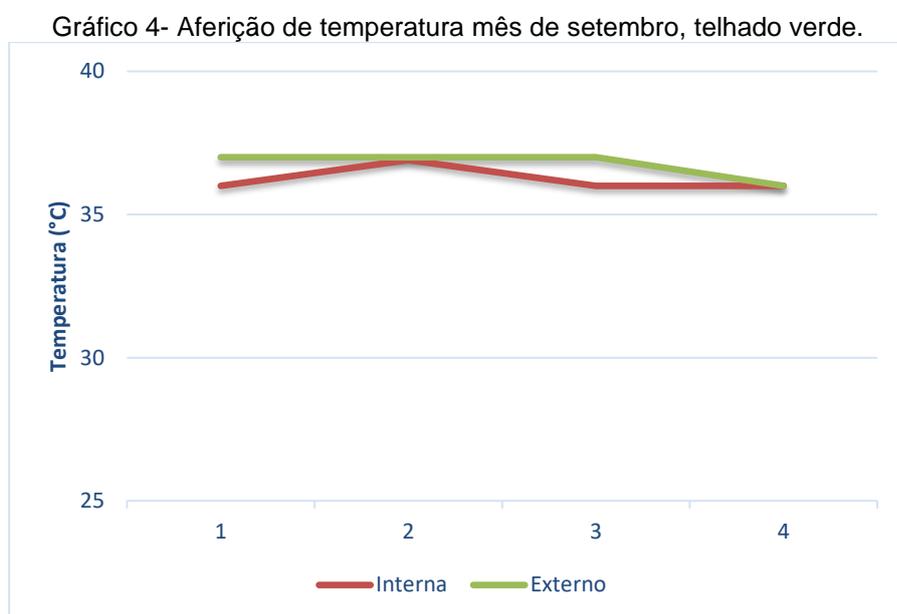
Gráfico 3- Aferição de temperatura mês de setembro, telhado convencional



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Já o a cobertura verde mostrou que tratando em dias mais quentes ela apresenta um bom desempenho pois no mês de alta temperatura chegou a obter diferença de 1°C de uma para a outra, onde o meio externo apresentou 37°C a interna

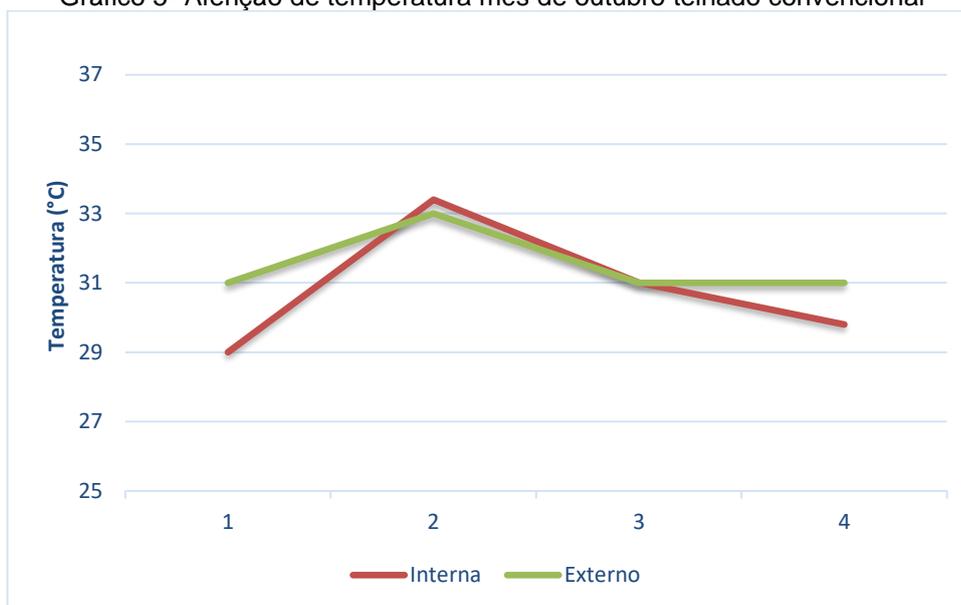
chegou a 36°C, sendo que alguns dias as mesmas mostraram-se iguais como mostra o (Gráfico 4 mês de setembro, telhado verde)



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Já no mês de outubro verificou-se que os resultados foram diferentes a cobertura convencional mostrou um desempenho melhor comparado aos outros meses conseguindo que a temperatura interna fosse menor que a externa chegando a 28,8°C para a externa e 31° C para a interna variando de 1,2°C de diferença uma para a outra, conseguindo iguala a externa como no mês de agosto, como podemos ver no (Gráfico 5 do mês de outubro, telhado convencional).

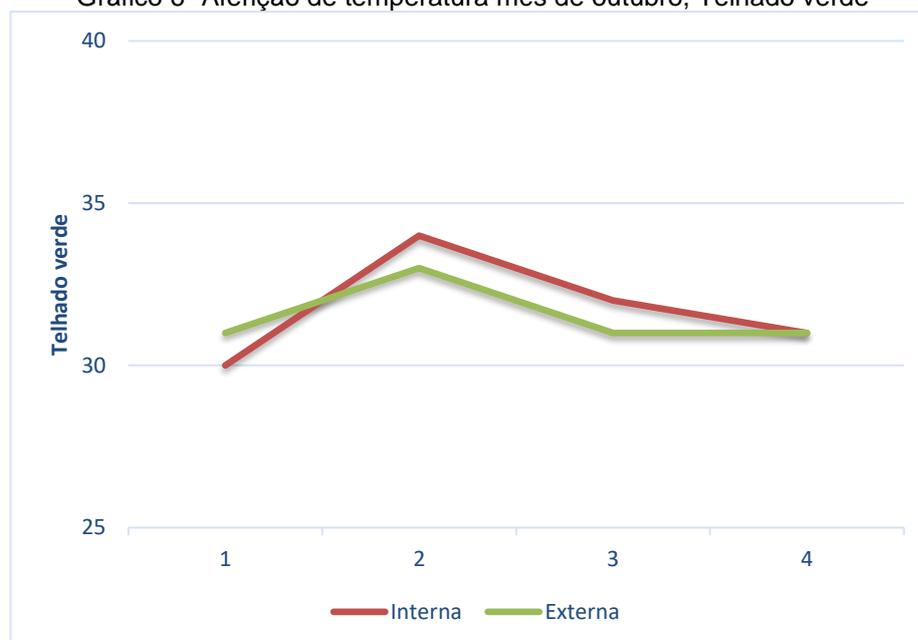
Gráfico 5- Aferição de temperatura mês de outubro telhado convencional



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

Já no mês de outubro o telhado verde caiu em relação aos outros meses onde mostrou um bom desempenho em meses mais quentes, já em tempos mais húmidos a cobertura apresentou temperaturas mais elevadas que a área externa conseguindo alcançar até 1°C de diferença, conseguindo ter aferição igual a externa em um dia do mês, como mostra o (Gráfico 6 do mês de novembro, telhado verde).

Gráfico 6- Aferição de temperatura mês de outubro, Telhado verde



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021.

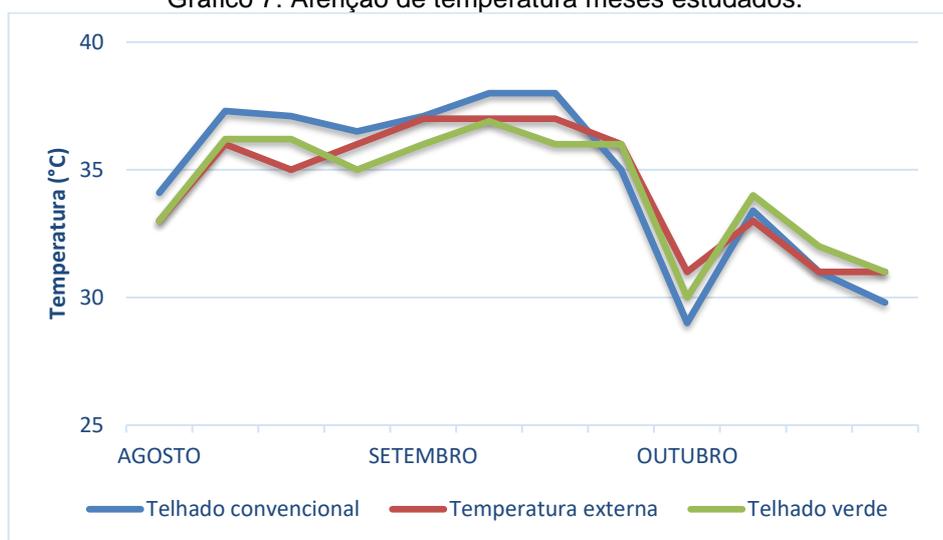
Para a NBR- 15575 os critérios máximos de temperatura para ambientes de de permanência prolongada como é o caso do nosso exemplo, deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior e para que enfim chegasse a esses resultados foi mencionando alguns fatores que foram descartados no estudo, baseado na mesma norma no anexo D para algumas variantes a norma aconselha que valores padrões seja adotado.

No caso da ventilação pode ser considerada uma condição “padrão”, com taxa de 1ren/h, ou seja, uma renovação de ar por hora do ambiente (renovação por frestas), e uma condição “ventilada”, com taxa de 5ren/h, ou seja, cinco renovações de ar por hora do ambiente sala ou dormitório. No caso do sombreamento das aberturas pode ser considerada uma condição “padrão”, na qual não há nenhuma proteção da abertura contra a entrada da radiação solar, e uma condição “sombreada”, na qual há proteção da abertura que corte pelo menos 50% da radiação solar incidente no ambiente sala ou dormitório. (NBR15575-4, 2013)

A mesma adverte que para edificações múltiplas deve-se adotar o ultimo pavimento onde a cobertura estará exposta, como as residências apresentam plantas diferentes o ambiente de estudo o qual a análise foi feita está localizado na parte superior da edificação, para que assim os dados fossem coletados e tais fatores externos pudessem ser desconsiderados.

Após essas averiguações pode-se realizar uma análise desta variação de temperatura, descartando ou adotando valores padrões para ambas, tornando os dois ambientes iguais podemos ao final dessa análise mensal das coletas perceber que há um desempenho maior do telhado verde comparado ao meio externo chegando a média interna de 35,10° C em agosto e 36,02 para setembro, já em outubro alcançou 31,75, quanto a externa estava em 35°C, 36°C e 31,50°C. Diferente da cobertura cerâmica, o qual apresenta menor índice de calor no mês mais frio chegando a média de 36,25°C para agosto, 37,02 para setembro e 30,8 para outubro, podemos observar no (Gráfico 7)

Gráfico 7: Aferição de temperatura meses estudados.



Fonte: Elaborado pelo autor RODRIGUES, 2021

Para Maronez e Carraro (2017) o fato da cobertura verde sobressair a cerâmica é pelo fato que em dias mais frios a cobertura cerâmica consegue absorver a temperatura do meio externo melhor que o telhado jardim, chegando a diferença de 2 °C.

Para Dias (2016) a justificativa para esse fato é que devido a evapotranspiração das plantas potencializar significativamente os possíveis efeitos sobre o desempenho em climas quentes e que na ausência de umidade adequada, a cobertura verde age como simples camada “isolante” por ser dotada de grande massa térmica por isso em dias mais quentes a vegetação proporciona um isolamento na estrutura impedindo que a temperatura interna do ambiente suba.

De acordo com Michels et al. (2008), a explicação para que as telhas cerâmicas apresentam melhor desempenho térmico em dias mais frios é que devido a sua capacidade de absorção de água, como a temperatura superficial da telha é menor que a do ar, uma quantidade de água pode condensar e ser absorvida pela telha. Dessa forma, parte da radiação incidente é consumida na evaporação da água absorvida.

Como complemento observou-se também a Norma Regulamentadora 17 onde trata da ergonomia o qual tem como objetivo estabelecer os parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

Tratando-se de desempenho o conforto do morador é de fundamental importância para esta análise, por isso a mesma enfatiza que para que tenha uma sensação de conforto em um ambiente onde você está engajado em atividades intelectuais e atenção constantes, como salas de aula, laboratórios e escritórios, são expressas como o padrão de temperatura está entre 20 ° C e 24 ° C no verão e 23°C a 26°C no inverno.

5 CONCLUSÃO

Ao analisar in loco as residências verificou-se que o telhado verde apresentou variações de 1,2 °C em relação ao meio externo, de modo a obter temperaturas mais altas (34 °C) nos dias mais frios e temperaturas mais amenas de (36 °C) nos dias mais quentes.

Já a cobertura cerâmica tratando-se dos dias mais quentes mostrou que não oferece um bom desempenho pois obteve temperaturas de 38°C nos dias mais quentes e 29°C nos dias mais frios, chegando à diferença de 2° nos dias mais a menos e 1° nos períodos mais quentes.

Como já foi mencionado pela NBR- 15575 os critérios de temperatura para ambientes de permanência prolongada deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior, baseado nisso foi observado que a variação de temperatura das residências comparada ao meio externo esta relacionado ao comportamento do clima pois em dias considerados mais a menos na região a estrutura convencional mostrou-se melhor que a cobertura verde, isso foi invertido quando observou-se os dias mais quentes.

Portanto, a eficiência do telhado verde no desempenho térmico do ambiente reforça a necessidade de incentivos para sua utilização em áreas onde o clima é predominantemente quente onde auxilia tanto no meio interno como externo pois trata-se de ações práticas sustentáveis.

6. REFERENCIAS

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **NORMA DE DESEMPENHO TERMICO**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. 71 ed. Rio de Janeiro: Editores Reservados, 2013.

D'AVILA, Márcio Rosa; GRAFF, Eduarda Selle. Desempenho térmico no ambiente construído: estudo de caso com tecnologia inovadora para habitação social na região metropolitana de Porto Alegre (RMPA). **Brazilian Journal Of Development**. Curitiba, p. 38848-38861. 18 jun. 2020.

MORAES, Marciano Freitas de. **TELHADOS VERDES**: uma análise comparativa de custo e vantagens em relação aos telhados convencionais. 2013. 70 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Civil, Porto Alegre, 2013.

OLIVEIRA, Danerson Cardoso de; FERREIRA, Mayele Cristina de Andrade; ERIG, Geruza Aline. **IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE EVENTOS EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE: O CASO DO 8º FESTIVAL GASTRONÔMICO DE TAQUARUÇU – PALMAS – TOCANTINS**. Palmas: Jornada de Iniciação Científica e Extensão, 2015. 8 p.

FERIAS, Portal. **Bem-vindo a Palmas**. 2021. Disponível em: <https://www.ferias.tur.br/cidade/9899/palmas-to.html>. Acesso em: 28 nov. 2021.

LOMBARDI, Roberto Javier Rivera. **ESTUDO DA RECORRÊNCIA DE QUEIMADAS E PERMANÊNCIAS DE CICATRIZES DO FOGO EM ÁREAS SELECIONADAS DO CERRADO BRASILEIRO, UTILIZANDO IMAGENS TM/LANDSAT**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Sensoriamento Remoto, Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

ABIKO, Alex Kenya. **Introdução à Gestão Habitacional**. São Paulo: Escola Politécnica da Usp Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1995. 33 p.

ANDREOLLI, Samara. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES EM CONTÊINER**. 2017. 76 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Univates Curso de Engenharia Civil, Lajeado, 2017.

ARANTES, Beatriz. **CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL - UM ESTUDO DE CASO**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NORMA DE DESEMPENHO TERMICO**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. 2 ed. Rio de Janeiro: Editores Reservados, 2005. 34 p.

PROTOTIPAÇÃO, Laboratório de Propriedades Termo Física e. **Difusividade térmica**:. 2013. Disponível em: <http://www.protolab.com.br/Difusividade.htm>. Acesso em: 28 nov. 2021.

LAMBERTS, Roberto. **CONFORTO E STRESS TÉRMICO**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Civil, Santa Catarina, 2011.

OLIVEIRA NETO, Adalberto Ciro de. **COBERTURA VERDE**:. 2014. 93 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

MARONEZ, Keity Mariana; CARRARO, Marina Estela. **ANÁLISE DO TELHADO VERDE EM RELAÇÃO AO TELHADO CONVENCIONAL QUANTO AO CONFORTO TÉRMICO E RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**. 2017. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Diretoria de Graduação e Educação Profissional Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Medianeira, 2017.

KONO, Murilo Keiti Nakano. **AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DE UM TELHADO VERDE LOCALIZADO NA CIDADE DE LONDRINA** - PR. 2019. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

BARTELEGA, Thiago José Tavares. **ESTUDO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA VISANDO VIABILIZAR A IMPLANTAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS**. 2015. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/155293>.

SILVA, Nayane Lauretino da. **ANALISE DOS PARAMETROS DE CONFORTO TERMICO HABITAÇÕES POPULARES DE UM CONJUNTO EM JOÃO PESSOA/PB**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa P/B, 2015.

MARQUES, Tássia Helena Teixeira. **INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES TÉRMICA DA ENVOLVENTE OPACA NO DESEMPENHO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM SÃO CARLOS/ SP**. 2013. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

OLIVEIRA NETO, Adalberto Ciro de. **COBERTURA VERDE: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP**. 2014. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá - Sp, 2014.

MARONEZ, Keity Mariana. **ANÁLISE DO TELHADO VERDE EM RELAÇÃO AO TELHADO CONVENCIONAL QUANTO AO CONFORTO TÉRMICO E RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**. 2017. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **NORMA DE DESEMPENHO TERMICO: NORMA DE DESEMPENHO TERMICO**. Brasil: Asbea, 2013. 56 p.

KONO, Murilo Keiti Nakano. **AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DE UM TELHADO VERDE LOCALIZADO NA CIDADE DE LONDRINA - PR**. 2019. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina - Pr, 2019.

ANDRADE, Kaniel Gomes; ALVES, Ricardo Vieira. **TELHADO VERDE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO CONFORTO TÉRMICO E VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS TELHADOS CONVENCIONAIS**. Cientec, João Pessoa, v. 9, n. 3, p. 200-2006, 01 dez. 2017.

BARTELEGA, Thiago José Tavares. **ESTUDO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA VISANDO VIABILIZAR A IMPLANTAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS**. 2015. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá - Sp, 2015.

ARANTES, Beatriz. **CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL - UM ESTUDO DE CASO**. 2013. 114 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2013.

MARQUES, Tássia Helena Teixeira. **INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES TÉRMICA DA ENVOLVENTE OPACA NO DESEMPENHO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM SÃO CARLOS/ SP**. 2013. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

CLEMENTE, Carlos Vinícius Alves; ARAËJO, Igor Raffael Pereira Courte de. **UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2019. 63 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis / Go, 2019.

RIOS, Antonio Augusto de Paula. **CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO PARA ESTUDANTES DE 2º GRAU NA REGIÃO DE FLORIANÓPOLIS**. 1999. 210 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

LINS, Fernanda Urban. **ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL EM FACE DA NORMA BRASILEIRA 15.575**. 2012. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ufpr., Curitiba, 2012.

LOPES, Daniela Arantes Rodrigues. **ANÁLISE DE COMPORTAMENTO TERMICO DE UMA COBERTURA VERDE LEVE (CVL) E DIFERENTES SISTEMAS DE COBERTURA**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2017.

MOURÃO, Joana; PEDRO, João Branco. **PRINCÍPIOS DE EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL**. 11. ed. Lisboa- Portugal: Epul, 2012. 25 p.

FREITAS, Ygor; LORENZO, Raydel. **ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PALMAS – TO**. *Revista Desafios*, Palmas-To, v. 3, n. 2, p. 14-13, 02 fev. 2016.

SILVA, Neusiane da Costa. **"TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL"**. 2011. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia da Ufmg, Belo Horizonte, 2011.

LOMBARDI, Roberto Javier Rivera. **ESTUDO DA RECORRÊNCIA DE QUEIMADAS E PERMANÊNCIAS DE CICATRIZES DO FOGO EM ÁREAS SELECIONADAS DO CERRADO BRASILEIRO**. 2005. 20 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, São José dos Campos, 2005.

SAVI, Adriane Cordonni. **TELHADOS VERDES: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO COM SISTEMAS TRADICIONAIS DE COBERTURA**. 2012. 128 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MASCARELLO, Vera Lucia Dutra. **PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS E PRINCÍPIOS E ARQUITETURA MODERNA- EVIDÊNCIAS NO EDIFÍCIO HOSPITALAR**. 2005. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Porto Alegre, 2005.

LAMBERTS, Roberto. **CONFORTO E STRESS TÉRMICO**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico, Santa Catarina, 2005.

MARQUES, Matheus Peixoto de Paula. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM RELAÇÃO AO SOMBREAMENTO E A ILUMINAÇÃO NATURAL: estudo de caso: salas de aula do campus i da ufpb**. 2012. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

KAPPAUN, Kamila. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE BLOCOS ESTRUTURAIS CERÂMICOS E DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 2 BRASILEIRA**. 2012. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria Rs, 2012.

.SAVI, Adriane Cordonni. **TELHADOS VERDES: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO COM SISTEMAS TRADICIONAIS DE COBERTURA**. 2012. 128 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

KAPPAUN, Kamila. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES DE BLOCOS ESTRUTURAIS CERÂMICOS E DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA**. 2012. 89 f. Tese

(Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Santa Maria, 2012.

MASCARELLO, Vera Lucia Dutra. **PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS E PRINCÍPIOS E ARQUITETURA MODERNA- EVIDÊNCIAS NO EDIFÍCIO HOSPITALAR.** 2002. 30 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual, Porto Alegre, 2012.

GOULART, Solange. **DADOS CLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES EM FLORIANÓPOLIS.** 1993. 28 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

BARBOSA, Kácia Henderson. **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR, ASSOCIADA AO COMPORTAMENTO DO USUÁRIO, NO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA TIPOLOGIA DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM GOIÂNIA.** 2017. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

JESUS, Maria Santana. **TELHADO VERDE “REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** 2018. 33 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, Cruz das Almas, 2018.

PAZ, Luis Hildebrando Ferreira. **A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO SOBRE O CLIMA URBANO** de Palmas-TO. 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MICHELS, Caren. **ANÁLISE DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM COBERTURAS COM BARREIRAS RADIANTES.** 2007. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.