

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO DE UMA PAREDE VERDE VISANDO O CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

ANDRADE, Revil Matias.¹

FROZZA, Janes Caciano.²

RESUMO

Com o efeito estufa, as cidades estão cada vez mais quentes e os moradores estão adquirindo equipamentos para melhorar seu bem-estar na própria casa. O conforto térmico de um ambiente está diretamente ligado com as trocas de calor que a fachada faz com o meio exterior e interior, com isso a realização deste estudo convém trazer um método sustentável, parede verde, que visa o conforto térmico, diminui o uso de energia elétrica e que melhora a qualidade do ar. O objetivo da pesquisa foi estudar a influência da parede viva com as temperaturas internas de residências, analisando se essa solução sustentável trouxe benefícios significativos para os moradores. A metodologia utilizada foi de vistoria in loco nas residências medindo as temperaturas internas e externas através de um termômetro e comparando com os resultados do antes e depois da parede verde. Foi analisado os dados obtidos durante os dias de estudo e concluiu-se que houve um aumento na diferença das temperaturas entre a área externa e interna dos domicílios constatando a influência da parede verde na melhoria do conforto térmico para dentro da moradia.

PALAVRAS-CHAVE: Parede verde, Conforto térmico, Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A fachada de um edifício está ligada à sua harmonia estética e sua aparência ao exterior, além disso, contribui diretamente para o conforto térmico de seu interior. De acordo com Ulrich Knaack *et. al.* (2014), a maior contribuinte para as despesas de energia elétrica e para os parâmetros de bem-estar para a edificação é a fachada, que serve de interface entre o externo e interno. O arrefecimento de um ambiente interno pode ser evitado dependendo das cargas de calor que recebe e das condições climáticas. Se a proteção do sol for eficiente, menor a necessidade de resfriar, além disso, ar e calor podem ser dissipados e ganhos através de sua superfície.

Heschong (1979) relata que o calor do ambiente é uma forma de carga instável, portanto não é natural e assim requer empenho e energia para manter. Para garantir um espaço com umidade e temperatura constante é necessário que engenheiros utilizem métodos sofisticados. Atualmente, é

¹Aluno do décimo período de Engenharia Civil do Centro Universitário FAG. E-mail: revil.matias@gmail.com

²Químico e Mestre em Educação Cultural e Tecnologia. E-mail: caciano@fag.edu.br

cada vez mais comuns profissionais da construção civil usar e estudar métodos para melhorar a eficiência energética em edifícios.

Desde o começo dos tempos, as plantas têm servido a humanidade, fornecendo frutas, roupas e materiais construtivos. Com o aparecimento da cidade industrial moderna, as plantas passaram a ter ainda mais importância. Os habitantes estão utilizando-as em seu dia a dia, na busca de prover um ar com maior qualidade, água mais limpa, bem como melhorar o ambiente vivo, a mentalidade e saúde humana. A arquitetura viva é multidisciplinar acrescenta conhecimento de arquitetos, engenheiros e horticultores (RANDY SHARP *et. al.*, 2008).

Yeh (2012) informa que a parede verde consegue absorver o gás aquecido do ar e por isso se torna a maneira mais popular de se resfriar uma cidade, combatendo os efeitos da ilha de calor. Além de diminuir a temperatura interna e externa, melhora a qualidade de ar, aprimora a estética e habitação dos moradores. Com o passar do tempo, a cidade produzirá mais O₂ favorecendo a saúde dos habitantes e animais.

Sendo assim, a realização dessa pesquisa foi devido ao fato do aumento do efeito estufa elevando temperaturas em cidades, criando ilhas de calor e provocando um mal-estar térmico em ambientes fechados. Portanto esse estudo tratou-se de apresentar um método que pode ser utilizado em residências para garantir um melhor conforto térmico utilizando menos energia elétrica.

Desta maneira, a realização deste trabalho acadêmico se fundamentou na sustentabilidade e bem-estar, na busca de encontrar uma solução para a melhor condição de conforto térmico de edificações, localizadas na cidade de Cascavel, evitando o consumo de energia elétrica e garantindo uma melhoria na qualidade do ar.

O conforto térmico em um ambiente é fundamental para o ser humano exercer suas atividades, garantindo uma melhor produtividade e ser essencial para o bem-estar, pois a falta dele influencia diretamente no rendimento pessoal e pode causar até problemas respiratórios. Em vista disso, este estudo tem por finalidade apresentar uma maneira mais popular, um método que visa diminuir o consumo de energia elétrica, oferecer um ambiente agradável, e além disso, possuir uma filtragem da poluição de ar (JOHNSTON e NEWTON, 1993).

Deste modo, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: A parede viva pode influenciar no conforto térmico de residências localizadas na cidade de Cascavel, provocando uma melhoria no ambiente?

Este estudo esteve definido a pesquisa da influência da parede verde ao conforto térmico em residências unifamiliares, localizadas na cidade de Cascavel, Paraná. A medição da carga térmica

do ambiente foi realizada por termômetro e respostas sobre a sensação do conforto térmico, não havendo testes laboratoriais. Limita-se à pesquisa ao desenvolvimento de um método de execução de proteção externa e o estudo das medições térmicas, comparando com os resultados obtidos.

Conforme as informações anteriores, este trabalho teve como objetivo geral estudar o conforto térmico influenciado por uma parede verde externa as residências unifamiliares localizadas na cidade de Cascavel – PR, verificar se haverá uma diferença significativa nas temperaturas internas e externas das edificações e se irá proporcionar uma melhoria no bem-estar dos moradores. O estudo trata-se de uma viabilidade técnica, com vistorias in loco sem testes laboratoriais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONFORTO TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo ASHRAE (2004), o conceito de conforto térmico é uma condição da mente que expressa a satisfação do ser humano com a temperatura ambiente. Em outras palavras entende-se que o conforto é demonstrado pelo indivíduo ao sentir-se confortável com o local. O corpo produz calor que é consumido pelo ambiente, por radiação, transpiração, condução e convecção, quando a temperatura interior da pessoa se aproxima de 35 °C ela irá sentir uma neutralidade com o lugar, ou seja, em conforto térmico (OSCAR e SIMOS, 2009).

De acordo com a NBR 15220 (2003), O bem-estar psicofisiológico entre o ser humano com as circunstâncias térmicas do ambiente é a definição de conforto térmico. Para o indivíduo se sentir agradável com o ambiente seu corpo irá buscar o equilíbrio, nem frio e nem quente. Existem algumas variáveis como umidade, radiação, atividade humana, roupas, comida e gênero que afeta a dissipação de calor do corpo para o ambiente (ANDRIS e STEVEN, 2007).

A importância do estudo de conforto térmico visa analisar as condições necessárias para de um ambiente com as atividades humanas, assim como introduzir técnicas para uma pesquisa mais complexa de um determinado local. Baseia-se em 3 fatores o interesse da pesquisa: a satisfação, performance humana e a conservação de energia (ROBERTO LAMBERTS *et. al.*, 2011).

2.1.1 Arquitetura sustentável na edificação

De modo a admitir que a construção civil é um dos principais motivos de degradação dos recursos naturais, a origem do termo, arquitetura sustentável, apareceu para que o sistema que constrói, também seja uma fonte de renovação da natureza. Em 1992, ocorreu uma conferência com a Organização das Nações Unidas (ONU), onde o tema foi focado em garantir os recursos e atender as necessidades de gerações futuras, enquanto o ser humano se desenvolva de forma sustentável. Outras reuniões foram realizadas a fim de debater sobre a redução da emissão de CO₂ e sobre os espaços encontrados na camada de ozônio da atmosfera devido a outros gases (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

2.1.2 Tipos de parede verde

2.1.2.1 Fachada verde

Em relação à fachada verde, Randy Sharp *et. al.* (2008), relata que a mesma é um tipo de parede verde constituída de plantas trepadeiras ou em cascata se estiverem com seu início na cobertura. Essas plantas são qualificadas para cobrir e oferecer proteção à estrutura, conforme Figura 1. São bastantes variáveis quando se trata de suas raízes, pois podem ser plantadas no chão, em uma altura mediana ou até mesmo em telhados, dependendo da área desejada pode levar em média 4 anos para cobrir no total.

Figura 1 - Trepadeiras cobrindo a fachada principal



Fonte: ZAP Imóveis (2014).

As fachadas verdes são flexíveis, visto que podem ser ancoradas em paredes existentes, ou moldadas em estruturas independentes como cercas. De acordo com Rakhshandehroo, Yusof e Najd (2015), elas são definidas de 2 maneiras: anexadas diretamente a superfície ou indiretamente apoiadas em cabos de aço, malhas ou treliças.

A fachada com vegetação, elemento visual urbano, tornou-se popular com o tempo. Pela sua facilidade de construção, foi reconhecida rapidamente e ingressada em programas de incentivo para habitantes possuírem esse *design* em suas próprias casas em Berlim (KÖHLER, 2008).

2.1.2.2 Parede viva

Devido à vida das plantas, a parede requer um cuidado e manutenção mais constante que as fachadas verdes. O sistema é composto por painéis, módulos verticais ou manta. A vegetação já é pré-instalada e fixada em sua vertical com uma parede estrutural ou armação. Dentre os materiais que podem ser usados nos painéis podem ser citados: argila, metal, concreto e plástico. A parede verde suporta uma grande variedade e diversidade de espécies de plantas devido a sua facilidade de montagem, conforme Figura 2 (KÖHLER, 2008).

Figura 2 - Parede verde instalada no interior de um apartamento



Fonte: Vertical Garden (2018).

De acordo com Kohler (2008), a tecnologia de telhado verde está em comum com a parede viva, que permite uma maior variedade de plantas que a fachada verde. O sistema de parede verde ancora as plantas em caixas e outras estruturas, e assim podem se desenvolver dentro de sistemas modulares anexados em paredes da mesma forma que auxilia no crescimento das plantas sem a necessidade de suas raízes estarem no nível do solo. Este sistema será utilizado para o estudo do trabalho, pois permite que as variedades de plantas sejam fixadas nos painéis com mais facilidade e seu método de instalação será mais fácil de executar.

3 METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado em 3 residências unifamiliares, localizadas na cidade de Cascavel, Paraná, como são representadas na Figura 3. As residências A (94,5 m²), B (72,6 m²) e C (119 m²) de estudo são formadas por vigas e pilares de concreto armado e paredes de alvenaria. As coberturas das amostras B e C são de telha fibrocimento enquanto que da amostra A é de cerâmica.

Figura 3 - Mapa com a localização das residências



Fonte: Google Maps (2019).

A pesquisa foi realizada pelo método descritivo pois foram medidas as temperaturas do ambiente interno e externo, antes e depois da execução da parede verde, através de um termômetro e acompanhamento *in loco* nas residências, e os resultados foram descritos em tabelas. Após a medição das temperaturas, foi analisada a influência da parede verde sobre as temperaturas internas das edificações, comparando com os dados de carga térmica obtidos do antes e depois da construção da parede verde.

A obtenção de dados foi realizada através de um termômetro, fazendo visitas nas moradias no mês de maio que não possuía a proteção viva externa e em agosto após a execução da parede verde pelo método de painel vertical modular, contabilizando ao total de 30 dias, onde foi registrada a temperatura obtida dentro e fora da residência.

As visitas foram realizadas ao meio-dia, ocorrendo em dias chuvosos e ensolarados e para a obtenção dos dados foi utilizada a Tabela 1 e também a Tabela 2.

Tabela 1 - Tabela para levantamento das temperaturas antes da execução da parede verde.

MAIO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
15/05/2019	12:00			
16/05/2019	12:00			
17/05/2019	12:00			
18/05/2019	12:00			
19/05/2019	12:00			
20/05/2019	12:00			
21/05/2019	12:00			
22/05/2019	12:00			
23/05/2019	12:00			
24/05/2019	12:00			
25/05/2019	12:00			
26/05/2019	12:00			
27/05/2019	12:00			
28/05/2019	12:00			
29/05/2019	12:00			

Fonte: Autor (2019).

Tabela 2 - Tabela para levantamento das temperaturas após a execução da parede verde.

AGOSTO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)

17/08/2019	12:00
18/08/2019	12:00
19/08/2019	12:00
20/08/2019	12:00
21/08/2019	12:00
22/08/2019	12:00
23/08/2019	12:00
24/08/2019	12:00
25/08/2019	12:00
26/08/2019	12:00
27/08/2019	12:00
28/08/2019	12:00
29/08/2019	12:00
30/08/2019	12:00
31/08/2019	12:00

Fonte: Autor (2019).

Após a coleta de dados, foi realizada a comparação das informações obtidas durante os meses, através de temperaturas medidas, buscando no estudo se houve um aumento no conforto térmico após a execução da parede verde.

Os dados foram exibidos nas planilhas específicas no Excel em forma de tabela, comparando os dados obtidos de cada uma e verificando se houve um conforto térmico para o interior da edificação, após a execução da parede verde.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS EXTERNAS E INTERNAS DAS RESIDÊNCIAS ANTES DA EXECUÇÃO DA PAREDE VERDE

Inicialmente, foram medidas as temperaturas internas e externas das três residências. O período das medições ocorreu a partir do dia 15 de maio de 2019, ao meio dia, até o dia 29 de maio de 2019, ao meio-dia, fechando o período de 15 dias de medições sem a execução da parede verde na fachada.

A Tabela 3 representa as medições da casa A, realizadas durante o período. Pode-se observar que a temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 29 de maio, ao meio-dia, ensolarado, com 23,9 °C, enquanto que a temperatura interna era de 21,9 °C. Já para a temperatura externa mais baixa, registrada no dia 25 de maio, ao meio-dia, foi de 17,9 °C, e a temperatura interna, de 16,5 °C.

Tabela 3 - Levantamento de temperaturas da casa A sem parede verde.

MAIO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
15/05/2019	12:00	ENSOLARADO	18,9	17,6
16/05/2019	12:00	ENSOLARADO	19,9	18,9
17/05/2019	12:00	ENSOLARADO	20,9	19,3
18/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,1	19,4
19/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,4	20,1
20/05/2019	12:00	ENSOLARADO	22,9	20,9
21/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,5	20,9
22/05/2019	12:00	NUBLADO	21,9	21,4
23/05/2019	12:00	CHUVOSO	19	20,4
24/05/2019	12:00	NUBLADO	18,9	17,4
25/05/2019	12:00	ENSOLARADO	17,9	16,5
26/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,3	18,4
27/05/2019	12:00	CHUVOSO	19,4	20,4
28/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,6	20,5
29/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,9	21,9

Fonte: Autor (2019).

A Tabela 4 representa as medidas das temperaturas para a residência B. A temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 29 de maio, ao meio-dia, com 23,9 °C e com a temperatura interna de 21,6 °C. Já para a temperatura externa mais baixa, ficou registrado o dia 25 de maio, ao meio-dia, com 17,9 °C enquanto que a interna media 16,1 °C.

Tabela 4 - Levantamento de temperaturas da casa B sem parede verde.

MAIO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
15/05/2019	12:00	ENSOLARADO	18,9	17,5
16/05/2019	12:00	ENSOLARADO	19,9	18,9
17/05/2019	12:00	ENSOLARADO	20,9	19,3
18/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,1	19,3
19/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,4	20,1
20/05/2019	12:00	ENSOLARADO	22,9	20,8
21/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,5	20,6
22/05/2019	12:00	NUBLADO	21,9	21,4
23/05/2019	12:00	CHUVOSO	19	20,2
24/05/2019	12:00	NUBLADO	18,9	18
25/05/2019	12:00	ENSOLARADO	17,9	16,1
26/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,3	18,6
27/05/2019	12:00	CHUVOSO	19,4	20
28/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,6	20,4
29/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,9	21,6

Fonte: Autor (2019).

Na Tabela 5 representa-se as medições da casa C realizadas durante o período. Pode-se observar que a temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 29 de maio, ao meio-dia, ensolarado, com 23,9 °C, e a temperatura interna de 21,8 °C. Já, a temperatura externa mais baixa, foi registrada no dia 25 de maio, ao meio-dia, de 17,9 °C, enquanto a temperatura interna foi de 16,0 °C.

Tabela 5 - Levantamento de temperaturas da casa C sem parede verde.

MAIO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
15/05/2019	12:00	ENSOLARADO	18,9	17,6
16/05/2019	12:00	ENSOLARADO	19,9	18,6
17/05/2019	12:00	ENSOLARADO	20,9	19,4
18/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,1	19,3
19/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,4	20,1
20/05/2019	12:00	ENSOLARADO	22,9	20,7
21/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,5	20,8
22/05/2019	12:00	NUBLADO	21,9	21
23/05/2019	12:00	CHUVOSO	19	20,4
24/05/2019	12:00	NUBLADO	18,9	17,6
25/05/2019	12:00	ENSOLARADO	17,9	16
26/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,3	18,7
27/05/2019	12:00	CHUVOSO	19,4	19,9
28/05/2019	12:00	ENSOLARADO	21,6	20,4
29/05/2019	12:00	ENSOLARADO	23,9	21,8

Fonte: Autor (2019).

4.2 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS EXTERNAS E INTERNAS DAS RESIDÊNCIAS DEPOIS DA EXECUÇÃO DA PAREDE VERDE

Posteriormente, foram medidas as temperaturas internas e externas das três residências novamente, porém com a parede verde instalada nas fachadas conforme Figuras 4, 5 e 6. O período das medições ocorreu a partir do dia 17 de agosto de 2019, ao meio dia, até o dia 31 de agosto de 2019, ao meio-dia, fechando o período de 15 dias de medições com a execução da parede verde na fachada.

Figura 4 - Parede verde instalada na fachada da residência A



Fonte: Autor (2019).

Figura 5 - Parede verde instalada na fachada da residência B



Fonte: Autor (2019).

Figura 6 - Parede verde instalada na fachada da residência C



Fonte: Autor (2019).

Conforme a Tabela 6, que representa as medições da casa A, realizadas durante o período, pode-se observar que a temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 30 de agosto, ao meio-dia, ensolarado, com 28,6 °C, com a temperatura interna de 22,4 °C. Já para a temperatura externa mais baixa, registrada no dia nublado de 19 de agosto, ao meio-dia, foi de 19,0 °C, enquanto a temperatura interna foi de 19,9 °C.

Tabela 6 - Levantamento de temperaturas da casa A com a parede verde.

AGOSTO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
17/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20,7	16,4
18/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,3	19
19/08/2019	12:00	NUBLADO	19	19,9
20/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,8	20,6
21/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,2	20,4
22/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,6	20,1
23/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,4	20,4
24/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,1	18,9
25/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20	18,1
26/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,2	22
27/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,6	21,1
28/08/2019	12:00	ENSOLARADO	26	22,1
29/08/2019	12:00	ENSOLARADO	25,9	21,8
30/08/2019	12:00	ENSOLARADO	28,6	22,4
31/08/2019	12:00	CHUVOSO	20,4	21,6

Fonte: Autor (2019).

A Tabela 7 demonstra as medições da casa B, realizadas durante o período. Pode-se observar que a temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 30 de agosto, ao meio-dia, ensolarado, com 28,6 °C, e temperatura interna de 22,0 °C. Para a temperatura externa mais baixa, registrada no dia nublado de 19 de agosto, ao meio-dia, foi de 19,0 °C, enquanto a temperatura interna foi de 18,7 °C.

Tabela 7 - Levantamento de temperaturas da casa B com a parede verde.

AGOSTO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
17/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20,7	16
18/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,3	19,2
19/08/2019	12:00	NUBLADO	19	18,7
20/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,8	20,3
21/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,2	20
22/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,6	20
23/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,4	20,4
24/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,1	18,6
25/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20	18,7
26/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,2	22,2
27/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,6	21
28/08/2019	12:00	ENSOLARADO	26	22,1
29/08/2019	12:00	ENSOLARADO	25,9	21,6
30/08/2019	12:00	ENSOLARADO	28,6	22
31/08/2019	12:00	CHUVOSO	20,4	21,7

Fonte: Autor (2019).

A Tabela 8 corresponde às medições da casa C realizadas durante o período. Pode-se observar que a temperatura externa mais elevada ocorreu no dia 30 de agosto, ao meio-dia ensolarado, com 28,6 °C, e temperatura interna de 22,2 °C. Já para a temperatura externa mais baixa, registrada no dia nublado de 19 de agosto, ao meio-dia, foi de 19,0 °C, e a temperatura interna de 18,5 °C.

Tabela 8 - Levantamento de temperaturas da casa C com a parede verde.

AGOSTO				
DIA	HORÁRIO	CONDIÇÃO DO TEMPO	TEMPERATURA EXTERNA (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)
17/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20,7	16,8
18/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,3	19,2
19/08/2019	12:00	NUBLADO	19	18,5
20/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,8	20,2
21/08/2019	12:00	ENSOLARADO	23,2	20,1
22/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,6	20
23/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,4	20,6
24/08/2019	12:00	ENSOLARADO	22,1	18,7
25/08/2019	12:00	ENSOLARADO	20	18,7
26/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,2	22
27/08/2019	12:00	ENSOLARADO	24,6	21,2
28/08/2019	12:00	ENSOLARADO	26	22,2
29/08/2019	12:00	ENSOLARADO	25,9	21,3
30/08/2019	12:00	ENSOLARADO	28,6	22,2
31/08/2019	12:00	CHUVOSO	20,4	21

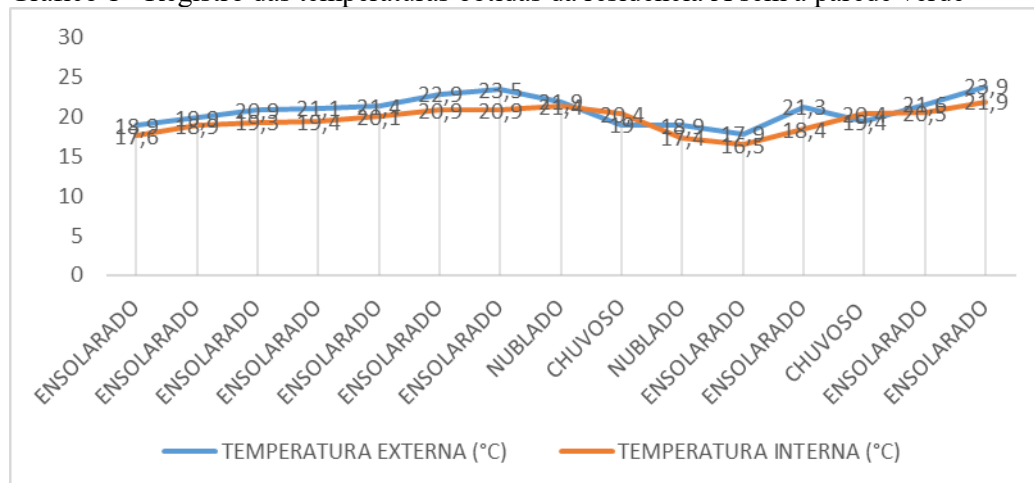
Fonte: Autor (2019).

4.3 COMPARATIVO DOS MESES COLETADOS

Durante o mês de maio, sem a execução da parede verde, pode-se perceber que a diferença de carga térmica do meio exterior e interior é pequena em relação ao mês de agosto, quando foi executada a parede viva.

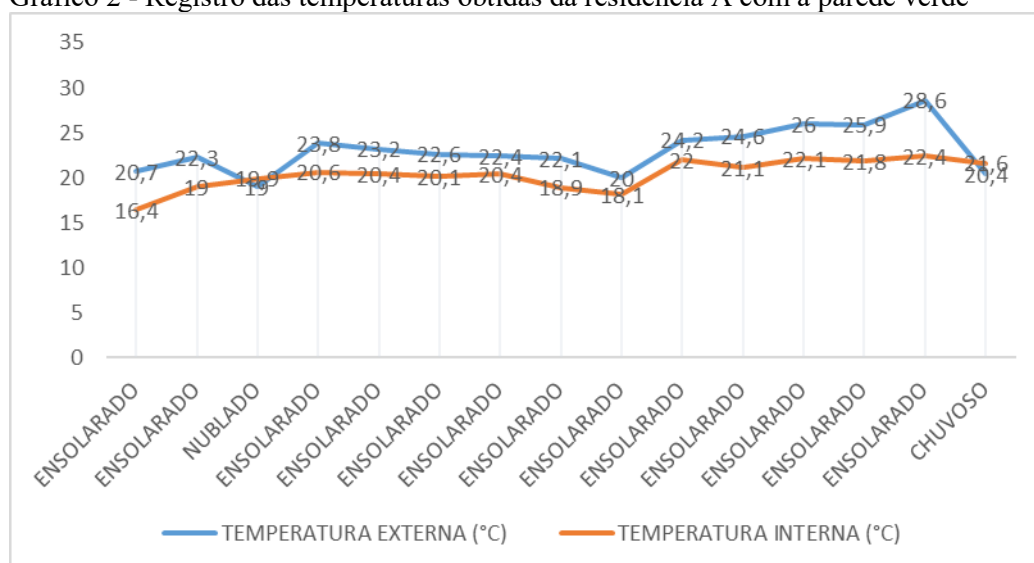
A residência A, no mês de maio, sofreu uma diferença térmica máxima de 2,6 °C no dia 21 de maio de 2019, em um dia ensolarado. Enquanto que no mês de agosto, a diferença máxima foi de 6,2 °C no dia 30 de agosto de 2019 quando o dia também estava ensolarado. Conforme Gráficos 1 e 2 pode-se notar a distinção da temperatura interna após a execução da parede verde.

Gráfico 1 - Registro das temperaturas obtidas da residência A sem a parede verde



Fonte: Autor (2019).

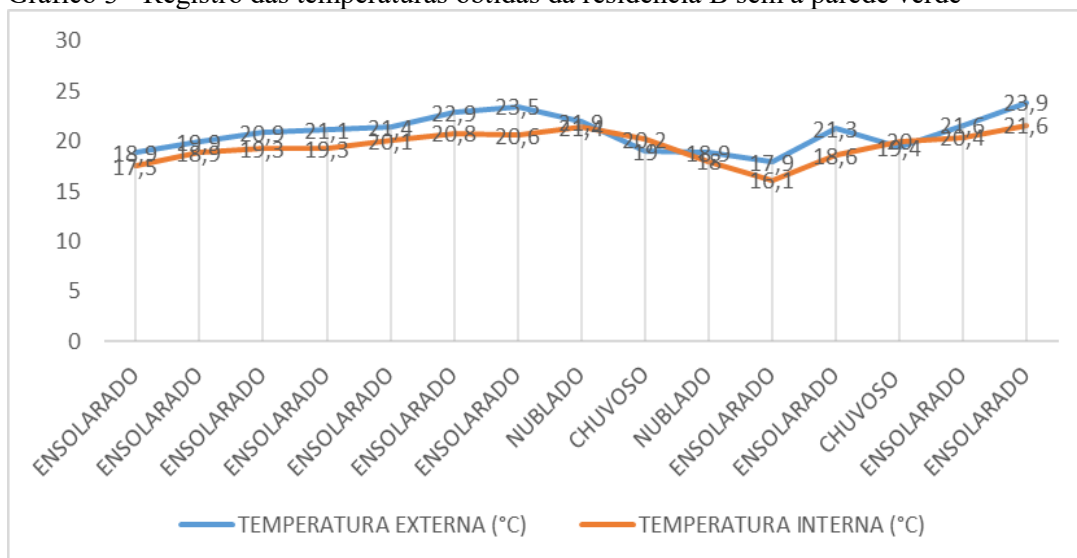
Gráfico 2 - Registro das temperaturas obtidas da residência A com a parede verde



Fonte: Autor (2019).

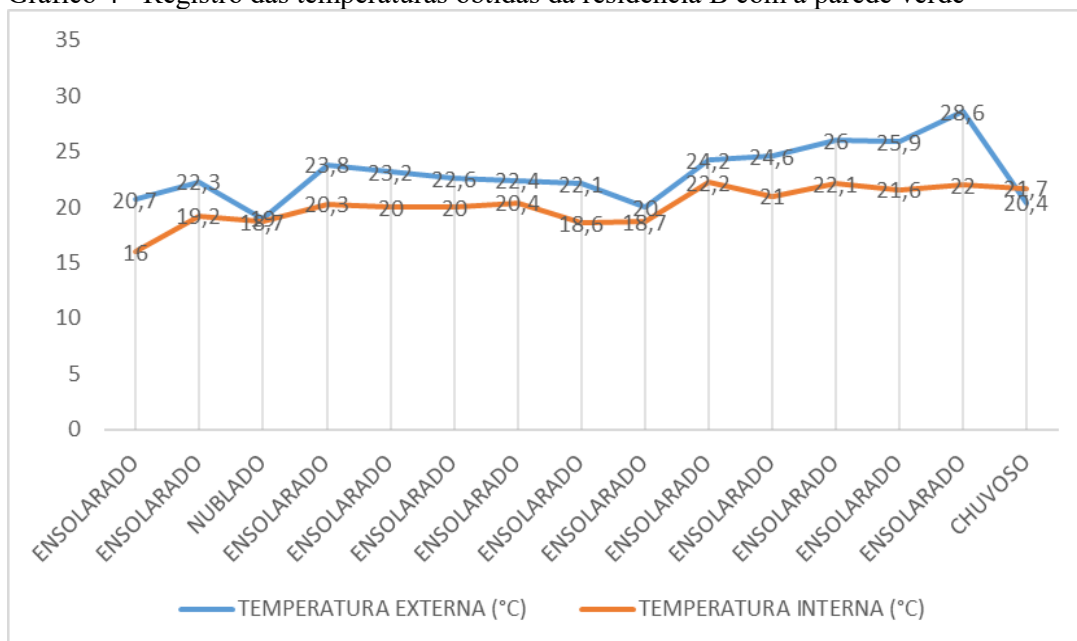
Da mesma forma ocorreu na residência B, no mês de maio sofreu uma diferença térmica máxima de 2,9 °C no dia 21 de maio de 2019, com sol. Em contrapartida no mês de agosto, a diferença máxima foi de 6,6 °C no dia 30 de agosto de 2019, ensolarado. De acordo com os Gráficos 3 e 4 consegue-se perceber a diferença entre as temperaturas internas e externas aumentando após a execução da parede verde.

Gráfico 3 - Registro das temperaturas obtidas da residência B sem a parede verde



Fonte: Autor (2019).

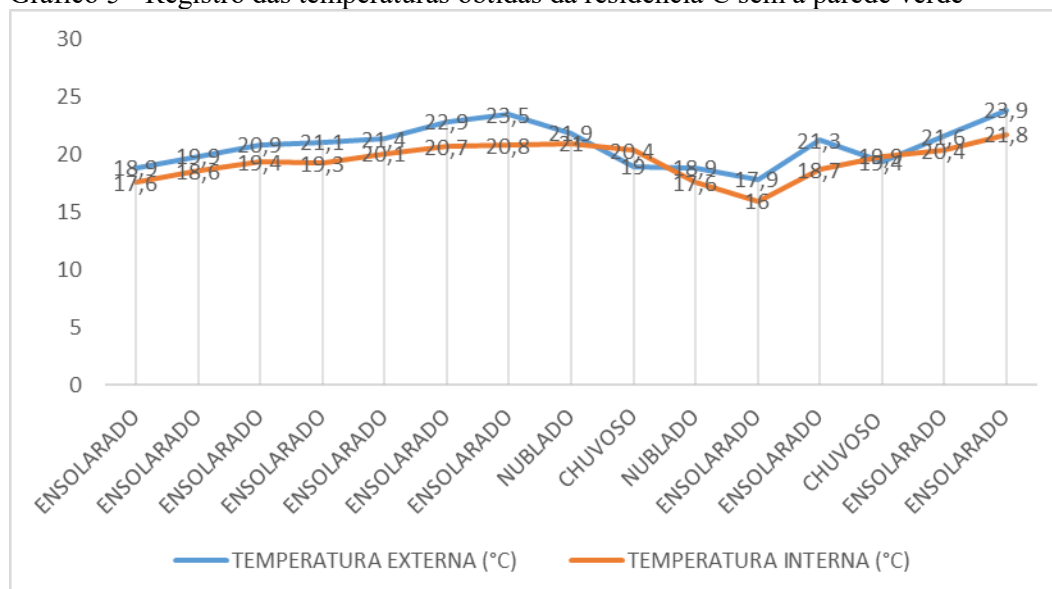
Gráfico 4 - Registro das temperaturas obtidas da residência B com a parede verde



Fonte: Autor (2019).

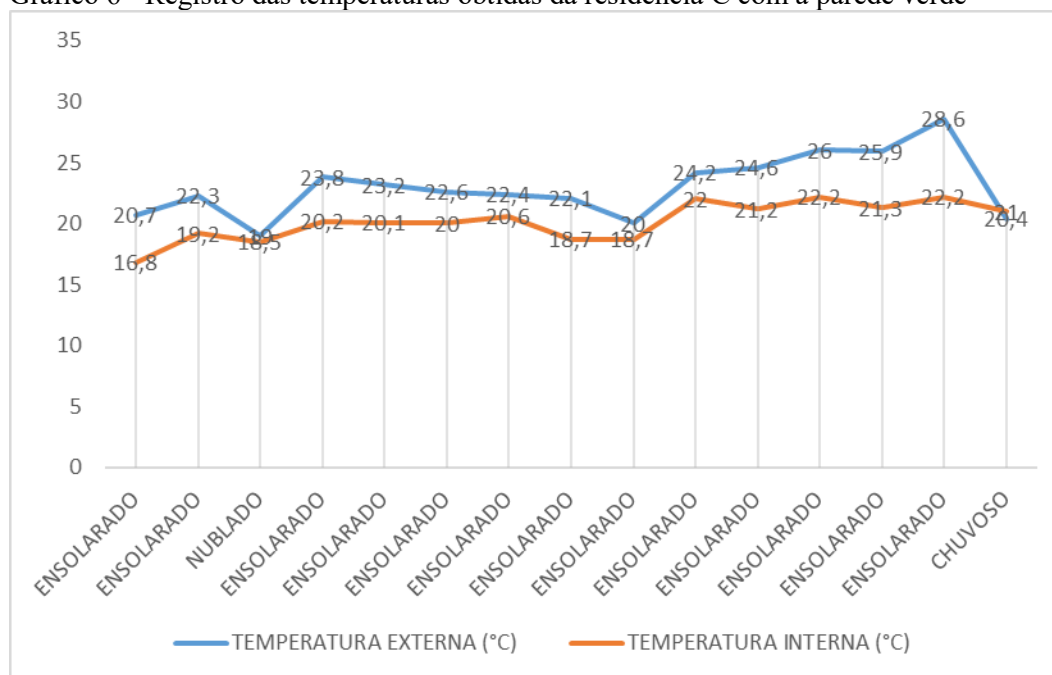
Da mesma maneira, a casa C sofreu uma diferença térmica máxima de 2,7 °C no dia 21 de maio de 2019, com sol. Enquanto que no mês de agosto a diferença máxima foi de 6,4 °C no dia 30 de agosto de 2019 que também havia sol. Conforme Gráficos 5 e 6 expõe-se a diferença das temperaturas com o antes e depois da execução da parede verde.

Gráfico 5 - Registro das temperaturas obtidas da residência C sem a parede verde



Fonte: Autor (2019).

Gráfico 6 - Registro das temperaturas obtidas da residência C com a parede verde



Fonte: Autor (2019).

Dentro dos resultados obtidos após a execução da parede verde, pode-se perceber que as diferenças térmicas entre os meios exteriores e interiores foram maiores em dias ensolarados nas residências. Em dias chuvosos e nublados a variação térmica entre os meios externos e internos das casas não foram significativas comparando com as temperaturas internas do mês de maio que não havia proteção verde na fachada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com base nos dados citados acima, que, o método sustentável – parede verde - na fachada possui uma influência significativa nas temperaturas dos cômodos internos. Em temperaturas altas ela consegue manter uma faixa menor de carga térmica dentro das residências propiciando um melhor conforto térmico para os moradores, e quando a temperatura está mais gélida no meio exterior, como no dia 21 de agosto de 2019 na residência B, com a proteção verde conseguiu manter o ambiente interno com uma diferença de 1,3 °C mais aquecido.

A partir da análise dos dados observou-se que alguns fatores influenciaram diretamente na pesquisa, como exposição ao sol, vento e umidade, já que em cada amostra (residência) se situavam em locais diferentes por mais que eram próximas. As paredes verdes de cada casa não estavam situadas para a mesma orientação solar devido à localização e a viabilidade de instalação. Todos esses aspectos podem ter provocado resultados diferentes da pesquisa.

Durante os 15 dias que o experimento foi realizado, as plantas utilizadas mostraram-se adequadas para esse tipo de uso, porém quando há muita incidência de sol, existe a necessidade de verificar as samambaias diariamente para averiguar se não estão amarelando, pois se isso acontecer poderá perder o volume das folhas e assim não proteger a fachada.

Em relação à sustentabilidade pode-se observar que esse método possui uma grande eficácia para amenizar temperaturas internas no verão, existindo assim uma não necessidade em refrigerar o ambiente com aparelhos elétricos, evitando doenças e excessivo consumo de energia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003.

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta GA, 2004.

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. *Thermal Comfort*. 2.ed. Queensland (AUS): PLEA Notes, 2007.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: Conforto ambiental**. 2.ed. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

HESCHONG, L. *Thermal Delight in Architecture*. Cambridge: MIT Press, 1979.

JOHNSTON, J. NEWTON, J.; **Building Green**. A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements. Londres, 1993. The London Ecology Unit. 1º Ed. p.95.

KNAACK, U.; KLEIN, T.; BILOW, M.; AUER, T. *Façades: Principles of Construction*. Basileia, Suíça: Birkhäuser, 2014.

KÖHLER, M. GREEN FACADES - A VIEW BACK AND SOME VISIONS. *Urban Ecosystems*, 2008. V. 11, n. 4, p. 423-436.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3.ed. São Paulo: ProLivros, 2014.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A.; GOULART, S.; VECCHI, R. D. **Conforto e stress térmico**. LabEEE, UFSC, 2011.

VERTICAL GARDEN. “**Painel de Jardim Vertical em Apartamento leva Plantas Naturais e Artificiais**”. Disponível em: <<http://verticalgarden.com.br/post/painel-de-jardim-vertical-em-apartamento-leva-plantas-naturais-e-artificiais>>; com acesso em: 10/05/2019.

RAKHSHANDEHROO, M.; YUSOF, M.; JOHARI, M.; DEGHATI NAJD, M. *Green Façade (Vertical Greening): Benefits and Threats*. *Applied Mechanics and Materials*, 2015. Vol. 747, p. 12-15.

SHARP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. *Introduction to Green Walls: technology, benefits & design*. Toronto: *Green Roofs for Healthy Cities*, 2008.

YEH, Y. P. *Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect*. National Chung-Hsing University, 2012.

ZAP IMOVEIS. “**Aposte nas trepadeiras e nos arbustos para deixar a fachada da sua casa mais bela**”. Disponível em: <<http://revista.zapimoveis.com.br/aposte-nas-trepadeiras-e-nos-arbustos-para-deixar-a-fachada-da-sua-casa-mais-bela/>>; com acesso em: 10/05/2019.