



## Avaliação de materiais de vegetação quanto ao desempenho térmico com cobertura de vegetação

### Evaluation of vegetation materials for thermal performance with vegetation cover

Lucas Borges Silva Santos<sup>1</sup>, Sueli Tavares de Melo Souza<sup>2</sup>, Marcelo Hidemassa Anami<sup>3</sup>

#### RESUMO

Este trabalho tem como premissa os modelos idealizados, com intuito de simular o bloco S da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Deste modo, os modelos foram construídos com a escala de 1:12 com as seguintes dimensões: 0,79m de altura, 0,89m de largura e 2,09m de comprimento. As espécies de plantas utilizadas na parede verde foram: Aspargo-pendente, Clorofito e Singônio, sendo 9 de cada espécie. O sistema de parede verde modular da WALLGREEN foi utilizado para acomodar todas as 27 plantas e seus respectivos substratos. A coleta de temperaturas no ambiente externo e interno foi realizado com auxílio de sensores (modelo DS18B20) e do software Arduino. O experimento foi realizado durante o outono e inverno de modo a analisar as diferenças de temperaturas internas nos modelos com (ICPV) e sem parede verde (ISPV). A diferença entre ICPV e ISPV no outono variou de 0,1°C a 1,7°C, enquanto no inverno variou de 0,3°C e 1,5°C. Assim, ficou claro que, a incorporação da parede verde na fachada norte de um dos modelos promoveu melhorias no conforto térmico para ambas as estações.

**PALAVRAS-CHAVE:** conforto térmico; diferença de temperatura; parede verde.

#### ABSTRACT

This work is premised on the idealized models, with the aim of simulating block S of the Federal Technological University of Paraná, Londrina campus. Therefore, the models were built to a scale of 1:12 with the following dimensions: 0.79m high, 0.89m wide and 2.09m long. The plant species used in the green wall were: Asparagus-pendent, Chlorophytum and Singonio, 9 of each species. WALLGREEN's modular green wall system was used to accommodate all 27 plants and their respective substrates. The collection of temperatures in the external and internal environment was carried out with the aid of sensors (model DS18B20) and Arduino software. The experiment was carried out during autumn and winter in order to analyze the differences in internal temperatures in models with (ICPV) and without green wall (ISPV). The difference between ICPV and ISPV in autumn ranged from 0.1°C to 1.7°C, while in winter it ranged from 0.3°C to 1.5°C. Thus, it was clear that the incorporation of the green wall on the north facade of one of the models promoted improvements in thermal comfort for both seasons.

**KEYWORDS:** thermal comfort; temperature difference; green wall

## INTRODUÇÃO

A tecnologia de paredes verdes é considerada uma tecnologia irmã da cobertura verde; porém com o benefício de poder ser aplicada em uma área maior, uma vez que pode abranger todos os pavimentos da edificação, não se limitando apenas à cobertura. O autor também afirma que o custo de sua implantação é semelhante ao custo de um

<sup>1</sup> Bolsista do Programa Institucional de Bolsista de Iniciação Científica – PIBIC. Universidade Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: lucsan.2000@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1464169003231956>

<sup>2</sup> Professor do Departamento Acadêmico de Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: suelisouza@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2122269461996634>

<sup>3</sup> Professor do Departamento Acadêmico de Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: mhanami@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3307401491797973>



revestimento de alto padrão. Segundo Caetano (2014), o uso dessa tecnologia na fachada norte apresentou um impacto positivo sobre a temperatura operativa média no interior, ou seja, com amenização de até 2,73°C para o dia padrão.

De acordo com Morelli (2016), os princípios físicos que explicam as trocas térmicas entre a parede verde e a edificação estão ligados aos efeitos de resistência térmica, capacidade térmica, evapotranspiração e alterações na umidade relativa do ar. A autora ainda ressalta que esses efeitos estão diretamente ligados ao clima da região, período do dia, a incidência da radiação solar e as estações do ano.

Morelli (2016) também menciona em seu trabalho um estudo experimental realizado por Tsoumarakis (2008) onde o uso da parede verde minimizou um ganho de calor quando comparada a estrutura sem a vegetação com a diferença de temperatura de ar interno de 1,5°C. O estudo foi realizado no verão, onde as temperaturas ambientes se encontram mais extremas.

Apesar das inúmeras vantagens que foram listadas, a parede verde apresenta desvantagens que precisam ser levadas em consideração. A maior crítica está relacionada com o investimento financeiro, pois os custos de construção e manutenção não são compatíveis com os benefícios em curto prazo. Para Sheweka e Mohamed (2012) para implementar o sistema, a vegetação deve ser cuidadosamente escolhida, levando em consideração sua estrutura natural, adaptabilidade climática e o ambiente árduo da área urbana.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo comparar a temperatura interna em modelos com e sem parede verde em diferentes estações do ano. Apesar das alterações no substrato e no método de irrigação, os dados coletados serão comparados com Assis (2020) e Danziger (2021) por se tratar dos mesmos modelos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho foram utilizados os mesmos modelos monitorados por Assis (2020) e Danziger (2021), construídos a partir de tijolos cerâmicos com adaptações conforme a ABNT NBR 15220 (2005). Assim, as adequações na estrutura foram: sistema de ventilação cruzada, isolamento de cobertura, revestimento das paredes e a utilização de pintura reflexiva. Os modelos localizados ao lado do Bloco S da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Campus Londrina estão na escala 1:12 com as seguintes dimensões: 0,79m de altura, 0,89m de largura e 2,09m de comprimento.

## ESPÉCIES UTILIZADAS, SUBSTRATO UTILIZADO E IRRIGAÇÃO

As espécies selecionadas para experimento possuem a característica de espécies de sol pleno. As espécies utilizadas foram às mesmas dos experimentos anteriores, ou seja, Aspargo-pendente (*Asparagus densiflorus* 'Sprengere'), Clorofito (*Chloriphytum comosum*) e Singônio (*Syngonium angustetum*).

O substrato utilizado teve a seguinte composição: 33,3% de solo peneirado, retirado do campus Londrina, da UTFPR; 33,3% de composto resultante de uma compostagem realizada na UTFPR e 33,3% de um substrato para plantas da marca Carolina soil.

A irrigação foi realizada três vezes ao dia, nos seguintes horários e durações: 8:00h por 20 minutos; 14h e 20h por 10 minutos. As vazões médias registradas nos módulos ficaram em torno de 34 ml/min.

## MÓDULOS UTILIZADOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS ESPÉCIES NA PAREDE

O modelo utilizado foi o Eco 27 que é um sistema modular para o cultivo de jardins verticais (WALLGREEN, 2022) com capacidade de acomodar nove plantas de cada espécie. Em cada módulo foi integrado um sistema de irrigação por gotejamento conectado a uma mangueira externa, que propicia o fornecimento de água as espécies. Figura 1 ilustra a disposição, onde o Singônio está representado por (A), Clorofito por (B) e Aspargo por (C).

**Figura 1 – Parede verde montada**



Fonte: Elaborado pelos autores

## FERRAMENTAS PARA A COLETA DE DADOS

Para registrar a temperatura em pontos específicos dos modelos com e sem parede verde, foram empregados sensores do modelo DS18B20 juntamente com o software Arduino. Foi realizado o monitoramento das temperaturas internas e externas nos modelos com e sem parede verde, bem como nas superfícies correspondentes aos três pontos (A, B e C). Foram empregados 22 sensores, dos quais 11 foram utilizados no modelo com parede verde, nove no modelo sem a parede verde e dois registraram a temperatura externa. O intervalo de coleta de dados foi de 10 em 10 minutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As coletas dos dados ocorreram no Outono entre os dias 16 de maio a 20 de junho de 2023; e no Inverno, entre os dias 7 de julho a 28 de julho de 2023.



## ANÁLISE DE TEMPERATURA INTERNA E EXTERNA DURANTE O OUTONO

O Quadro 1 foi elaborado com base nas médias dos dados coletados pelos sensores. Isso possibilitou compreender a inversão e a atenuação térmica.

**Quadro 1 - Temperaturas máximas e mínimas do ambiente externo (Ambiente) e internas nos blocos com parede verde (ICPV) e sem parede verde (ISPV) ao longo das semanas de monitoramento durante o outono.**

Parametro	Semana	Data/Hora		Temperatura		
				Ambiente	ICPV	ISPV
Temp. Maxima	1	16/mai	13:35	31,5	23,3	23,5
		16/mai	15:35	26,5	23,8	24,5
		16/mai	15:55	26	23,3	25
	2	24/mai	11:57	29,5	23,3	23,8
		23/mai	15:22	27,5	24,8	26,2
		23/mai	15:22	27	24,8	26,2
	3	20/jun	13:27	28	19,5	19,5
		20/jun	15:33	25	22,8	23
		20/jun	16:35	25	22,5	23
Temp. Mínima	1	17/mai	04:08	12,5	16,3	15,8
		16/mai	07:03	14,5	15	14,8
		16/mai	07:03	14,5	15	14,8
	2	24/mai	05:56	14,5	17,8	17,3
		22/mai	06:55	16,5	17,3	17,2
		24/mai	07:36	23,5	17,8	17,2
	3	20/jun	06:55	10	12,5	11,8
		20/jun	06:45	10	12,3	11,8
		20/jun	06:25	10	12,5	11,7

Fonte: Elaborados pelos autores (2023)

Analisando o Quadro 1, nos dias em que são registradas as temperaturas máximas, a temperatura interna do bloco com parede verde (ICPV) é mais baixa em comparação com o bloco sem parede verde (ISPV); enquanto nos dias em que as temperaturas mínimas são registradas, a temperatura ICPV é mais alta do que a temperatura ISPV. Isso pode ser atribuído a uma das funções da parede verde, que é proporcionar o conforto térmico. Quando as temperaturas externas são elevadas, o interior do modelo com a parede verde mantém-se com temperaturas mais amenas em comparação com o modelo sem parede verde. Por outro lado, essa relação se inverte na presença de temperaturas externas mais baixas. As inversões térmicas também são decorrentes desse efeito.

De forma geral, a diferença entre o modelo ICPV e o modelo ISPV varia entre 0,1°C e 1,7°C ao longo das semanas. A maior diferença aconteceu na primeira semana devido às tardes mais quentes durante o outono. Os resultados encontrados confirmam os estudos realizados anteriormente, que indicavam uma diferença em torno de 1,5°C. Isso ressalta claramente a influência da vegetação na atenuação térmica.



## ANÁLISE DE TEMPERATURA INTERNA E EXTERNA DURANTE O INVERNO

Os resultados mostrados no Quadro 2 demonstraram o mesmo efeito da parede verde demonstrado no Quadro 1. As variações de temperatura foram menores, e a inversão térmica ocorre de forma mais gradual devido à maior frequência de dias e noites frias.

**Quadro 2 - Temperaturas máximas e mínimas do ambiente externo (Ambiente) e internas nos blocos com parede verde (ICPV) e sem parede verde (ISPV) ao longo das semanas de monitoramento durante o inverno.**

Parametro	Semana	Data/Hora		Temperatura		
				Ambiente	ICPV	ISPV
Temp. Máxima	1	08/jul	11:40	30	24,5	26
		07/jul	14:46	28,5	27,3	28
		07/jul	15:16	29	26,3	28,3
	2	23/jul	15:07	30	25,3	26
		25/jul	15:58	28	26,3	27
		25/jul	15:58	28	26,3	27
	3	26/jul	14:58	30	27	28
		26/jul	15:08	29,5	27,3	28
		26/jul	14:58	30	27	28
Temp. Mínima	1	10/jul	04:29	8	11,8	9,3
		10/jul	05:10	7,5	11,3	8,8
		10/jul	05:10	7,5	11,3	8,8
	2	23/jul	06:15	15	17,8	17,3
		23/jul	07:36	17,5	17,3	17
		23/jul	07:36	17,5	17,3	17
	3	28/jul	06:57	16,5	19,3	18,5
		27/jul	07:01	17	18,8	18,5
		28/jul	06:57	16,5	19,3	18,5

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Durante os dias 8 a 10 de julho (primeira semana), a cidade de Londrina apresentou intensas pancadas de chuva, o que provocou oscilações nas temperaturas. Durante a terceira semana (26 a 28 de julho), as tempestades foram mais frequentes, com pouca variação. Portanto, as diferenças de temperatura durante o inverno foram menores devido ao caráter mais ameno das temperaturas nessa estação. A diferença entre ICPV e ISPV variou entre 0,3°C e 1,5°C, exceto no dia 10 de julho, quando foi registrado 2,5°C.

## CONCLUSÕES

Devido à transferência de calor e à presença da vegetação, o modelo com parede verde proporcionou temperaturas mais moderadas tanto em condições frias quanto em condições quentes, o que mostra melhorias no conforto térmico. A diferença entre ICPV e ISPV no outono variou de 0,1°C a 1,7°C, enquanto no inverno variou de 0,3°C e 1,5°C. Nos trabalhos de Assis (2020) e Danziger (2021) esta diferença variou de 0,5°C a 2°C, o que mostra que os resultados encontrados estão dentro do esperado devido à similaridade. Dessa forma, ficou evidente que, para ambas as estações, a incorporação



da parede verde na fachada norte de um dos modelos promoveu melhorias no conforto térmico.

### Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina pela bolsa concedida e pela oportunidade de execução deste projeto.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**. Desempenho Térmico de Edificações. Partes 1 a 3. Rio de Janeiro, 2005.

CAETANO, F. D. N. **Influência de muros vivos sobre o desempenho térmico de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

DANZIGER, João Edson. **Transferência de calor em paredes acabadas de alvenaria de tijolos cerâmicos com e sem parede verde no período de inverno em Londrina-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.

DE ASSIS, Lutiano Prato. **Avaliação do desempenho térmico de paredes verde na atenuação de temperatura em ambientes internos, no outono. 2020**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. 2020.

MORELLI, D. D. O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. Tese de doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade – Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2016.

SHEWEKA, Samar M.; MOHAMED, Nourhan M. **Green facades as a new sustainable approach towards climatechange**. Energy Procedia, n. 18, p. 507 - 520, 2012.

TSOUMARAKIS, C.; ASSIMAKOPOULOS, V.D.; TSIROS, I.; HOFFMAN, M. CHRONOPOULOU, A.; **Thermal Performance of a Vegetated Wall During Hot and Cold Weather Conditions**. PLEA 2008 – 25<sup>th</sup> Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 2008.