XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

IMPLANTAÇÃO DE CORTINA VERDE COM A ESPÉCIE *STICTOCARDIA MACALUSOI* PARA ATENUAÇÃO TÉRMICA DE EDIFICAÇÕES

Kassiana Kamila Pagnoncelli Refati (1); Cleila Cristina Navarini Valdameri (2); Ticiane Sauer Pokrywiecki (3)
(1) Engenheira Civil, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental kassianarefati@alunos.utfpr.edu.br, UTFPR, (45) 99921-2363
(2) Mestra em Engenharia Civil, cleilavaldameri@utfpr.edu.br,
(3) Doutora em Engenharia Química, ticiane@utfpr.edu.br, (46) 99907-9331
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Caixa Postal 135, Francisco Beltrão, PR, Linha Santa Bárbara, Zona Rural 85601-971, Tel (46) 3520-2610

RESUMO
A utilização de envoltórias vegetadas é uma estratégia bioclimática utilizada para mitigar os efeitos climáticos do entorno e melhorar o desempenho térmico das edificações. São inúmeras as combinações possíveis, entre formas de aplicação e os tipos de plantas utilizadas, que variam em função dos efeitos desejados na região de interesse. O objetivo desse estudo é verificar a atenuação térmica de um ambiente após a implantação de uma cortina verde com a espécie de trepadeira *Stictocardia macalusoi* (Ipomeia-africana). Para isso estão sendo coletados dados de temperatura e umidade do ar em duas salas de permanência com características construtivas semelhantes, localizadas em edifícios educacionais no Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Uma das salas é protegida pela cortina verde e a outra sem a interferência de sombra. Com os resultados poderá ser verificado o comportamento e a interferência que a cortina verde exerce no desempenho térmico da edificação de acordo com o clima regional. Foi realizada uma coleta preliminar, aproximadamente 80 dias após o plantio das mudas, no qual o ambiente onde foi implantada a cortina verde (Sala 1) apresentou diferenças expressivas de temperatura e umidade do ar. A espécie mostrou um desenvolvimento vigoroso e boa aclimação no período inicial. O projeto se encontra em desenvolvimento e os dados estão sendo coletados ao longo do ano de 2019, contemplando as variações climáticas anuais. As edificações estão localizadas no município de Francisco Beltrão, Paraná (-26°04’52” e -53°03’18”) e pertencem a Zona Bioclimática Z2.
Palavras-chave: desempenho térmico, cortina verde, trepadeira.

ABSTRACT
The use of green envelopes is a bioclimatic strategy wich can be used to mitigate the climatic effects of the environment and improve the thermal performance of buildings. There are several combinations, among the forms of application and the species of plants used, which vary according on the desired effects and the region of interest. This study aimed to evaluate a room thermal attenuation after the installation of a green curtain with a specie of creeper *Stictocardia macalusoi*. Air temperature and humidity data are being collected in two permanence rooms with similar constructive characteristics, located in educational buildings in the Câmpus of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR). One of the room is protected by the green curtain and the other without shadow interference. With the results, can be verified the behavior and the interference that the green curtain exerts on the thermal performance of the building according to the regional climate. A preliminarly data collection was performed, about 80 days after the specie was planting, the room where the green curtain was implanted (Sala 1) showed expressive differences of air temperature and humidity. The specie showed a vigorous development and presented a good acclimation in this initial period. The project is currently at an stage of development and the data are been colleted Over the year 2019, contemplating the annual climatic variations. The buildings are located in the Francisco Beltrão, Paraná (-26 ° 04'52 " -53 ° 03'18") and belong to Bioclimatic Zone Z2.
Keywords: thermal performance, green curtain, creeper.

1. INTRODUÇÃO

O setor de Edificações está listado entre os maiores consumidores de energia elétrica no Brasil, entre os anos de 2005-2017 foi registrado um aumento de 61% do consumo de energia elétrica no setor, que foi influenciado fortemente pelo aumento do uso de aparelhos de ar condicionado, em função do incentivo econômico e facilidades na aquisição de novos aparelhos, mas que também pode ser relacionado com os recordes históricos de temperatura (EPE, 2018).

A climatização artificial dos ambientes está relacionada com a busca pelo conforto térmico e se refere ao bem-estar psicológico do usuário com relação a adaptação térmica em função das variações climáticas. Esses sistemas artificiais de condicionamento de ar podem representar até 32% de todo o consumo residencial de energia elétrica (ELETROBRAS, 2009).

O aumento na demanda de energia para climatização está relacionado não só com o aumento na temperatura do ar, causada por fenômenos como ilha de calor urbano e efeito estufa, mas também com relação às baixas condições de eficiência energética e de desempenho térmico das edificações, que muitas vezes está atrelada ao uso de materiais e sistemas construtivos incompatíveis com o clima da região.

Estudos recentes têm verificado o potencial da utilização de vegetação na composição da envoltória da edificação como estratégia bioclimática (SCHERER, 2014) (MORELLI, 2016). O uso da vegetação pode garantir diversos benefícios, como a capacidade de regular a temperatura do microclima; controle de umidade; redução de ventos no entorno, além proporcionar a capacidade de blindagem térmica que a vegetação para as edificações e entorno (GERHARDT e VALE, 2010).

Os estudos nessa temática, normalmente buscam quantificar os efeitos de diferentes espécies a partir de determinadas condições climáticas. Em seu estudo, Ip, Lam e Miller (2010) verificou que a capacidade de sombreamento das plantas e, consequentemente, o coeficiente de biosombreamento, não é um valor fixo, mas variável em função das características de cada planta, da orientação solar, das condições climáticas e da estação do ano. Este fato viabiliza novos estudos com diferentes espécies, diferentes formatações da estrutura e da localização do experimento.

Dessa forma, a implantação de vegetação às fachadas de edificações e o estudo das potencialidades de diferentes espécies cultivadas regionalmente, além de contribuir com os estudos científicos nessa área, possibilita apresentar benefícios que podem ser facilmente replicados regionalmente.

2. OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo avaliar a atenuação térmica que uma cortina verde formada pela espécie *Stictocardia macalusoi* (Ipoméia-africana) proporciona para um ambiente em clima subtropical.

3. MÉTODO

Esse trabalho pretende analisar a atenuação térmica de um ambiente após a implantação de uma fachada verde do tipo “cortina verde” utilizando a espécie de trepadeira *Stictocardia macalusoi* (Ipoméia-africana). A análise está sendo realizada através da coleta de dados termo higrométricos em dois ambientes de características similares. A cortina verde terá influencia em apenas um dos ambientes, de forma que outro permaneça neutro, sem a proteção da camada de vegetação. A comparação do desempenho térmico será realizada através da análise estatística entre os dados obtidos. As coletas de dados se distribuirão ao longo do ano, permitindo acompanhar as variações climáticas típicas da região de estudo e o comportamento da espécie em função disso. Ao final, objetiva-se determinar se a cortina verde proporcionou um comportamento satisfatório ao longo das estações e concluir se a espécie é adequada para esse fim de acordo com os efeitos produzidos. Os procedimentos que envolvem a pesquisa serão detalhados no tópico a seguir.

3.1 Estrutura de Implantação da Cortina Verde

Para a formação da Cortina Verde, a espécie de trepadeira foi selecionada de acordo com vários critérios, principalmente com relação aos efeitos que se desejava no ambiente e à adaptabitabilidade da espécie com o clima da região de estudo. As características desejadas para a espécie foram: alta densidade de folhagem; espécie com perda de folhagem em temperaturas mais frias; altura de alcance e crescimento vigoroso.

A tipologia da fachada verde foi definida para atender os efeitos de atenuação térmica desejados. Também foram considerados aspectos referentes à implantação e manutenção da estrutura quanto à: disponibilidade de recursos (físicos, financeiros e tempo); a complexidade (necessidade de construção de uma estrutura; adaptação às estruturas existentes, número de processos envolvidos) e Utilidade/Praticidade

(Adaptação ao entorno; Benefícios ao local). Diante disso foi adotada uma alternativa de baixo custo, fácil e rápida reprodução e de utilidade prática e que pudesse ser adaptada em uma edificação existente.

Para o estudo, foram selecionadas duas edificações educacionais na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão (UTFPR/FB). Ambas possuem características construtivas similares: orientação solar; método construtivo; dimensões; presença de abertura transparente na fachada e fachada não sombreada. Os edifícios são construídos de alvenaria de blocos cerâmicos revestidas por argamassa de cimento em ambas as faces com cobertura em telhas de fibrocimento.

O ambiente que recebeu a estrutura de sombreamento da Cortina verde e onde está sendo realizada a coleta de dados está posicionado segundo a orientação solar (Norte-Noroeste) e têm dimensões aproximadas de 2,65m x 2,70m com pé direito de 2,63m. No ambiente existe uma abertura transparente (1,50m x 1,20m).

A Figura 1 apresenta a tipologia das duas edificações e a disposição dos ambientes em cada um dos edifícios. A edificação 1, à esquerda, é a edificação onde foi implantada a Cortina Verde enquanto a edificação 2 foi mantida original para obtenção de dados de controle possibilitando isolar os efeitos do sombreamento pela cortina verde implantada.



Figura 1 Tipologia das duas edificações que fazem parte do estudo e localização dos ambientes: à esquerda Sala 1, à direita Sala 2.

Para conduzir o crescimento das plantas foi implantado uma estrutura auxiliar. Foi utilizada uma tela soldada de aço de 6,00m x 2,40m (com espaçamento 15x15cm), fixada na posição inclinada sobre a fachada da Sala 1, presa por ganchos metálicos no beiral. A parte inferior foi fixada com grampos na plataforma de acessibilidade, mantendo a tela retilínea. A cortina verde foi implantada de forma a cobrir toda a fachada da Sala 1, se estendendo até o final da edificação, conforme indicado na Figura 2.



Figura 2 – Estrutura da Cortina Verde sobre a edificação 1.

Foi utilizada a proporção de 1 muda para cada 1,50m de extensão da cortina. O plantio da espécie foi realizado em covas individuais de 30x30x40cm, preenchidas com um composto de argila, retirada do próprio local, e adubo orgânico.

O protocolo de acompanhamento do desenvolvimento das plantas inclui: regas diárias (nos 30 dias iniciais); condução dos brotos na tela (para direcionar o crescimento da planta ao longo de toda a extensão da parede); atenção à aparência das plantas; verificação da presença de pragas; remoção de plantas invasoras.

3.2 Coleta e Análise de Dados

Para o acompanhamento do comportamento térmico, os parâmetros de temperatura e umidade do ar são coletados simultaneamente dentro dos dois ambientes e também em um ponto externo, próximo das edificações. Nos períodos de coleta os aparelhos são posicionados no centro de cada ambiente, a 110cm do piso, de acordo com a ISO 7726 (1998), que define as disposições para medições de variáveis físicas.

Os equipamentos utilizados para coleta das variáveis são termo higrômetros com dispositivos *datalogger*, que fazem o registro dos dados em intervalos de 15 minutos. Também serão utilizadas as informações provenientes da estação meteorológica disponível no próprio Câmpus.

O período de amostragem dos dados foi definido para contemplar as variações climáticas anuais, englobando as quatro estações do ano e com início após o completo desenvolvimento da cortina verde. A coleta das amostras iniciou em dezembro de 2018. As próximas coletas estão programadas para 2019 nos meses de maio (outono); agosto (inverno) e outubro (primavera) e em dezembro (verão). Cada série de coleta é composta de, no mínimo de 03 dias consecutivos (72 horas), conforme orientação da NBR 15575 (2013), permitindo o acompanhamento de 03 ciclos diários completos. Durante as coletas os ambientes devem estar fechados e isentos de atividades.

Serão apresentados resumos numéricos por meio da estatística descritiva, evidenciando as médias e os valores extremos registrados, variância e desvio padrão e outras medidas que se mostrarem relevantes. Outros parâmetros que serão investigados em cada uma das etapas de coleta são: amplitude térmica diária (que se refere à diferença temperatura entre as observações de maior e menor valor no dia); o atraso térmico, (que é o tempo transcorrido entre a variação térmica e a manifestação no ambiente) e as médias parciais referentes ao período diurno (das 07 às 19h) e noturno (das 19h às 07h).

A efetividade da atenuação térmica da cortina verde será determinada por meio de comparação de médias pela análise de variância (ANOVA), usada para testar a hipóteses de igualdade dos efeitos dos tratamentos, verificando se a presença da cortina verde de trepadeira trouxe efeitos significativos na atenuação de temperatura e umidade.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Foram identificadas 05 espécies de trepadeiras potenciais que atenderam os critérios definidos para o projeto, sendo que a espécie a *Stictocardia macalusoi* (Ipómeia-africana) foi elencada como a melhor opção.

Além de satisfazer às características desejadas, a *Stictocardia macalusoi* apresenta uma redução quase completa da folhagem nos períodos de temperaturas mais baixas. Esse fator pode implicar benefícios térmicos para regiões de climas mistos (com verão e inverno definidos, como por exemplo, para a região do estudo, onde o clima é subtropical do tipo Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen). Se não houver o completo sombreamento do ambiente, nos períodos mais frios, a incidência da radiação solar contribuirá para o ganho de calor interno.

O plantio das mudas ocorreu em 11/10/2018. Foram utilizadas quatro mudas com tamanho aproximado de 1,10m que foram distribuídas em frente à tela metálica.

De forma preliminar foi realizada uma coleta de dados aproximadamente 80 dias após o plantio, entre os dias 31/12/2018 à 03/01/2019 (verão). O comportamento da temperatura e umidade do ar no período pode ser observado nas Figuras 3 e 4, onde a Sala 1 é o ambiente onde foi implantada a Cortina Verde e a Sala 2 é o ambiente similar, o qual não é beneficiado por estrutura de sombreamento.

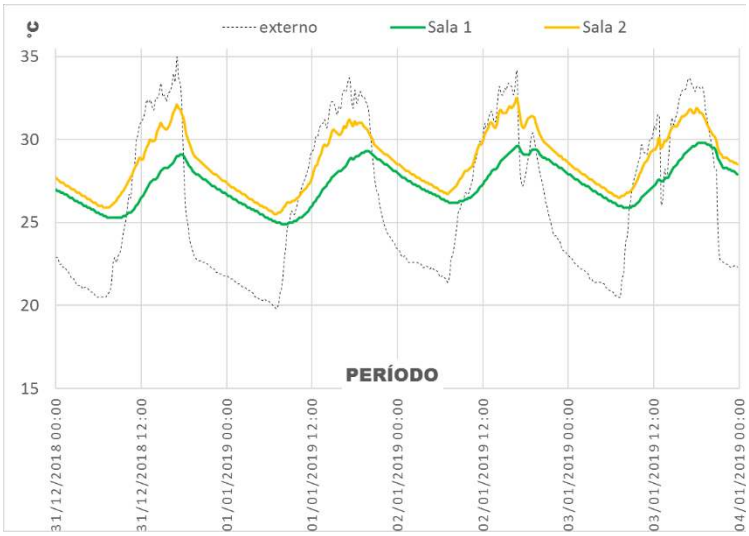

Figura 3 – Variação de Temperatura do ar após o plantio das espécies.

A variação de temperatura do ar nas salas acompanhou a variação de temperatura externa, conforme mostra a Figura 3. A máxima e a mínima temperatura externa registrada foram de 35°C e 19,8°C.

No período próximo ao final da tarde, onde foram registradas as temperaturas mais elevadas, percebe-se que a diferença entre a sala 1 e Sala 2 foi maior. A sala com a Cortina Verde (Sala 1) apresentou reduções de até 3,1°C.

As mínimas temperaturas registradas também apresentaram variações entre os ambientes. No período noturno, onde há a rampa de decréscimo de temperatura, ela se manteve inferior em pelo menos 0,4°C na Sala 1.

A Figura 4 mostra a variação de umidade do ar no período. Observa-se que, novamente, houve diferença entre os ambientes.

Inversamente ao que ocorre com a temperatura nos ambientes, os níveis mais baixos de umidade do ar são registrados ao final da tarde.

Também é possível perceber que o ambiente com a proteção da cortina verde (Sala 1) manteve a umidade do ar superior, com uma diferença de até 16,8% com relação a Sala 2.

A interferência que a Cortina Verde teve no ambiente proporcionou uma diferença constante na umidade nos períodos diurno e noturno comparado com a Sala 2.

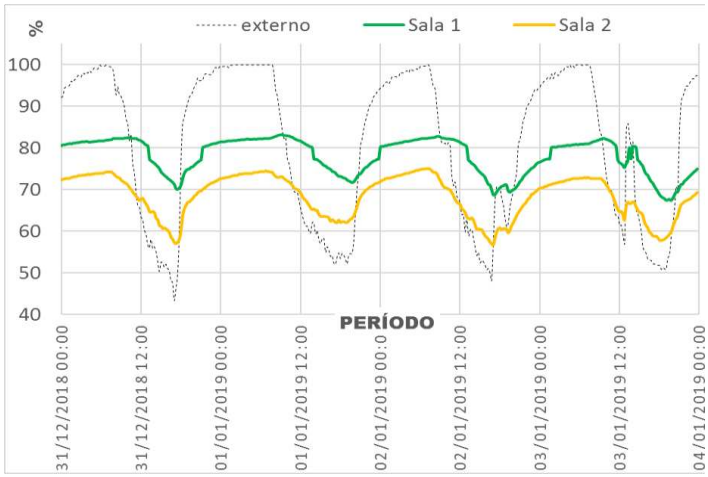

Figura 4 - Variação de Umidade do ar após o plantio das espécies.

Na coleta inicial, a Cortina Verde apresentava uma cobertura vegetal uniforme e com boa densidade vegetal, possibilitando atuar ativamente no sombreamento da fachada e interceptação da radiação solar. A situação da Cortina Verde no período da coleta inicial pode ser observada na Figura 5.



Figura 5 - Situação da Cortina Verde no período de coleta inicial.

De forma preliminar, esses dados podem indicar a potencialidade da espécie Stictocardia macalusoi na regulação termo higrométrica de ambientes.

5. ETAPAS FUTURAS

Nos períodos definidos ao longo do ano de 2019 serão coletados os dados de temperatura e umidade do ar nos ambientes e através de análises estatísticas serão verificadas se as diferenças no comportamento térmico dos ambientes são significativas.

Ao final, deseja-se concluir se os efeitos produzidos pela Cortina Verde com a espécie *Stictocardia macalusoi* são efetivos na atenuação térmica ao longo de todas as estações do ano, verificando se a planta tem capacidade de ser utilizada na região do estudo. Por fim, a síntese de resultados e as considerações finais auxiliarão na compreensão da atenuação térmica das edificações e na capacidade da planta na regulação térmica de ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 15575-1_Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ELETROBRAS. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano base 2005** – classe residencial Relatório Brasil. Rio de Janeiro, 2009. 187 p.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Ano XII Número 135. Rio de Janeiro, Dez, 2018. 5p.

GERHARDT, Clara. VALE, Brenda. **Comparison of resource use and environmental performance of green walls with façade greenings and extensive green roofs. School of Architecture**, Victoria University of Wellington, New Zealand. 12p. 2010

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Switzerland. ***ISO 7726***; Thermal environments-instruments and methods for measuring physical quantities. Switzerland, 1998.

IP, Kenneth; LAM, Marta; MILLER, Andrew. (2010). **Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy**. 45(1), 81-88. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.05.003

MORELLI, Denise D. O. **Desempenho de Paredes Verdes como Estratégia Bioclimática**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

SCHERER, Mineia J. **Cortinas Verdes na Arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.