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

# O USO DE FACHADAS VERDES COMO ESTRATÉGIA DE CONFORTO TÉRMICO

**Cleila Cristina Navarini Valdameri (1); Lucila Chebel Labaki (2)**

(1) Mestra, professora do Departamento de Engenharia Ambiental, cleilavaldameri@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Linha Santa Bárbara, s/n, PR, 85601-970 Tel.: (46) 3520-2600

(2) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Construção, lucila@fec.unicamp.br, Universidade Estadual de Campinas, Rua Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária Zeferino Vaz 13083-889 Campinas, Tel.:(19)3521-2337

## RESUMO

A concentração urbana substitui cada vez mais áreas vegetadas por áreas de pavimentação, fator esse que contribui para a elevação da temperatura das cidades. Neste sentido, uma estratégia natural, para melhorar o microclima das edificações e do seu entorno, é o emprego de fachadas verdes indiretas associadas a um edifício. Essas fachadas, quando instaladas, produzem sombra nas paredes e, consequentemente, minimizam os ganhos de calor. Assim, essa pesquisa objetiva avaliar a contribuição térmica de fachadas verdes indiretas em quatro regiões do estado do Paraná. Para isso, na região Sudoeste do Estado está sendo desenvolvido um estudo experimental e nele empregam-se duas espécies de trepadeiras, a *Stictocardia macalusoi* e a *Thunbergia grandiflora*, que são apoiadas a uma estrutura construída e afastada a um metro da fachada oeste-sudoeste, revestindo quatro salas de um edifício educacional. Após o desenvolvimento pleno das plantas trepadeiras, pretende-se verificar a capacidade de sombreamento de cada espécie, por meio da medição das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento. Em seguida, com os dados obtidos no experimento e utilizando-se simulação computacional, avaliar-se-á o efeito térmico dos painéis verdes em edifícios educacionais localizados nas regiões sul, norte e oeste do Estado. Baseando-se nos resultados da eficiência dos painéis, será determinada qual a espécie trepadeira mais indicada para cada localidade do estudo, realizando um comparativo entre as médias dos resultados encontrados com o percentual de sombreamento entre as espécies estudadas. Pretende-se demostrar com esta pesquisa que as fachadas verdes indiretas em edificações podem reduzir os gastos com ventilação mecânica e melhorar a qualidade ambiental do entorno.
Palavras-chave: Paredes Verdes; Contribuição Térmica; Simulação Computacional.

## ABSTRACT

The urban concentration has progressively been causing the substitution of green areas for pavement, which contributes to the increase of the temperature in the cities. In this regard, a natural strategy to improve the microclimate of the constructions and its surroundings is the implementation of green walls in buildings. Since they produce shadows on the walls in which they are installed, the heating of the building materials is minimized. Therefore, the aim of this research is to evaluate the thermal contribution of green walls in four regions of Paraná State. In order to achieve this goal, an experimental study being conducted in the southeast of the state through the use of two species of bindweed, *Stictocardia macalusoi* and *Thunbergia grandiflora*, fixed to a built structure at one meter distance of the Southwest façade.This installation, covers four classrooms of an educational building. After the bindweeds are fully developed, the shading capacity of each species will be verified and the environmental variables such as air temperature, relative humidity and wind speed will be measured. After this measurement process, based on the data obtained in the experiment, the thermal effect of the green panels in educational buildings located in the south, north and west regions form the state will be evaluated through computer simulation. Results then obtained for the efficiency of the panels, it will be possible to determine which species of bindweed are the most indicated in each region of the study. Such determination will occur based on comparisons between the average results and the percentage of shading from the studied species. As an expected result of this research will be demonstrated that green walls in constructions can reduce the expenses with mechanical ventilation and improve the environmental quality of the surroundings.
Keywords: Green walls, thermal contribution, computer simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana sem planejamento substitui áreas vegetadas por áreas com intensa pavimentação. Esse fenômeno provoca as chamadas ilhas de calor, definidas pelo aumento da temperatura das áreas urbanas em comparação às áreas vizinhas menos adensadas. Somando-se a isso, o crescimento urbano inadequado geralmente é constituído por edificações sem a devida preocupação com o conforto ambiental interno. Para tornar o ambiente confortável termicamente são utilizados equipamentos mecânicos como os condicionadores de ar, porém, o uso desses equipamentos aumenta os gastos com energia elétrica, que é a modalidade de energia mais utilizada no Brasil. Isso resulta na necessidade de realizar-se investimentos no setor, a fim de ampliar a oferta de fornecimento de energia, o que acaba acarretando prejuízos ao meio ambiente.

Assim, a aplicação de componentes vegetais nas construções surge como uma estratégia sustentável amplamente conhecida para melhorar o conforto térmico no interior das edificações e, assim, reduzir os gastos energéticos com climatização, amenizar os impactos ambientais e integrar o ambiente natural ao construído (SCHERER, 2014; DACANAL, 2011; MORELLI, 2016). Além de benefícios ao meio ambiente, as áreas verdes proporcionam benefícios à saúde e ao bem-estar da população (IRVINE *et al*., 2013; SCHERER, 2014).

Dentre os componentes vegetais de sombreamento encontram-se as fachadas verdes indiretas, cujo sistema é caracterizado pelo emprego de uma estrutura utilizada pela vegetação para fixar-se. Nesse sistema, as trepadeiras são plantadas diretamente no solo ou em suportes fixados às estruturas, localizados em alturas intermediárias e/ou no topo (SANTOS, 2017).

Morelli (2016); Scherer (2014); Browne (2007) Santos (2017), entre outros autores, avaliaram a influência das plantas trepadeiras no conforto térmico de ambientes internos e obtiveram resultados satisfatórios quanto à minimização de ganho de calor com o uso de vegetação como segunda pele na edificação. Além de benéficos a edificação, o uso distribuído de fachadas verdes pode oferecer melhores condições térmicas às áreas nas quais estiverem implantadas. Estudos demonstram que áreas urbanas de vegetação distribuída, quando comparadas com áreas de vegetação concentradas, apresentam melhores resultados em relação à temperatura, visto que a área de influência é mais abrangente. Já as áreas de vegetação concentrada, como parques, por exemplo, influenciam na qualidade térmica do ar apenas em seu entorno (SILVA *et al*., 2015).

## 2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o comportamento térmico de ambientes internos, protegidos por fachadas verdes indiretas, em local de clima subtropical.

## 3. MÉTODO

Este estudo pretende mensurar a contribuição térmica da aplicação de fachadas verdes indiretas para ambientes internos, por meio de análise experimental e modelagem. Para tanto, o estudo experimental constituiu-se na construção de uma estrutura, na qual foram apoiadas duas espécies diferentes de trepadeiras, na fachada oeste-sudoeste de um edifício e nele serão verificadas as variáveis ambientais. Em seguida, será realizada uma simulação computacional para analisar o desempenho energético do uso de trepadeiras em três edifícios localizados nas regiões oeste, sul e norte do estado do Paraná.

### 3.1. Caracterização da área de implantação do experimento

A parcela experimental do trabalho será realizada no município de Francisco Beltrão, Região Sudoeste do Paraná, Latitude 26°04´52´´S (Sul) e Longitude 53°03´18´´O (Oeste). O município possui cerca de 88.465 habitantes, uma área de 731,731 km² e está a uma altitude de 570 m do nível do mar (IBGE, 2010). De acordo com a classificação climática de Köppen, possui clima classificado como subtropical cfa, quente e temperado, com temperatura média anual de, aproximadamente, 18,2 °C, a pluviosidade média anual é de 1934 mm, sendo considerada significativa ao longo do ano (IAPAR, 2017).

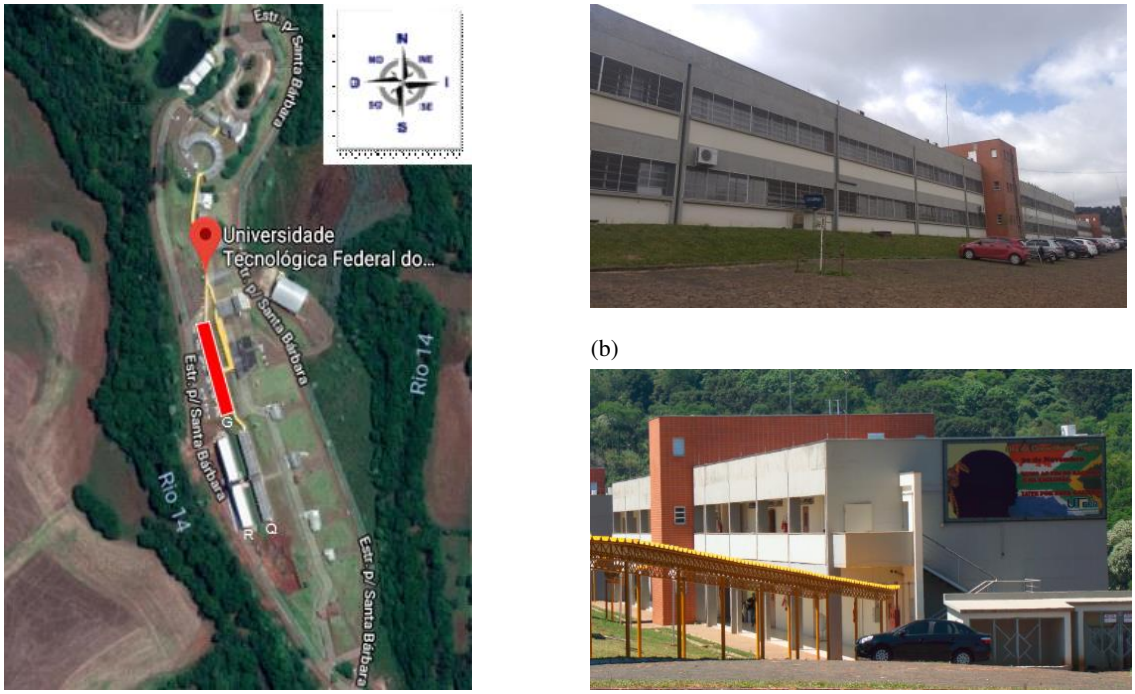
### 3.2. Caracterização do edifício

Entre as edificações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão (UTFPR/FB), encontram-se três blocos de edifícios com características construtivas semelhantes, e neles estão alocados os laboratórios e as salas de aula. Esses edifícios têm forma retangular, possuem dois a três pavimentos com sua maior extensão nas fachadas leste-nordeste e oeste-sudoeste. A fachada na qual foi implantada a fachada verde indireta fica localizada na posição oeste-sudoeste (figura 1b). Isso faz com que

receba incidência solar no verão a partir das 12 horas e no inverno a partir das 13 horas. Em ambas, até o final do dia. Nesta fachada, está posicionada a maior área dos fechamentos transparentes, ocorrendo um aumento elevado de temperatura. Para o experimento, optou-se por um desses blocos, nomeado como bloco G (figura 1a), por não sofrer interferência da sombra.

Esse edifício é constituído por vedações em alvenaria convencional, com blocos vasados e revestimento argamassado em ambos os lados. As janelas são de modelo maximizar, com vidro liso de 6 mm. A estrutura é em concreto armado (lajes, platibandas, vigas e pilares) e a cobertura é constituída por telhas de fibrocimento. Possui área construída de 880 m2, distribuídos em dois pavimentos com diferentes usos e dimensões. Sendo que, para evitar a influência dos diferentes tipos de usos que o edifício comporta, o experimento será implantado no pavimento superior, cujo uso se restringe a salas de aula.

No pavimento térreo, estão alocadas salas de aula, laboratórios e salas de professores. Já no segundo pavimento, estão localizadas salas de aula, as quais possuem dimensões similares de, aproximadamente, 100 m2 e pé direito de 3,35 m.




(a)

(b)

(c)

Figura 1 - Localização (a) Fachada oeste-sudoeste Bloco G (b) Fachada leste-nordeste Bloco (c)

## 3.3. Sistema de sombreamento

Após definida a posição de implantação da vegetação, optou-se pelo sistema de fachada verde indireta, com estrutura afastada a um metro do edifício, para facilitar possíveis manutenções no imóvel. Foi realizado detalhamento arquitetônico, memorial descritivo, levantamento de custos e execução.

A fachada verde indireta é constituída de uma estrutura com perfis de aço galvanizado preenchida com tela, foi implantada a frente da fachada oeste-sudoeste (Figura 02) e tem como função o suporte para o desenvolvimento das plantas trepadeiras.

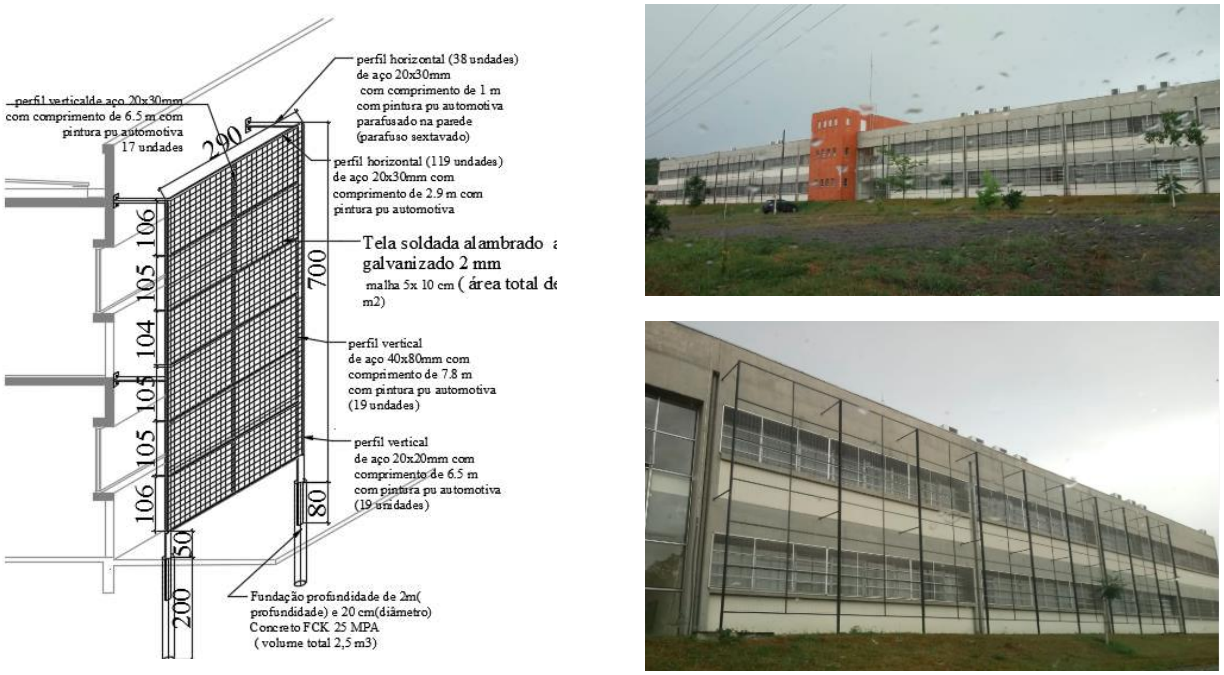



Figura 2 – Estrutura da fachada verde indireta, bloco G fachada oeste-sudoeste

## 3.4. Seleção das espécies

Para a seleção das espécies de trepadeiras foram realizadas visitas a dois viveiros que fornecem plantas para as floriculturas locais. As espécies foram selecionadas levando em conta critérios como adaptação ao clima, taxa de crescimento, características de sombreamento, rusticidade, altura e disponibilidade regional, e resultou nas seguintes espécies: *Bougainvillea spectabilis* (primavera); *Thumbergia grandiflora* (tumbérgia-azul); *Parthenocissus tricuspidata* (hera-japonesa); *Jasminum azoricum* (Jasmim-dos-açores); *Wisteria florinbunda* (glicínia); *Stictocardia macalusoi* (ipomeia africana); *Lonicera japônica* (Madressilva creme); *Strongylodon* (trepadeira-jade). Dentre as trepadeiras encontradas no levantamento de campo, selecionou-se duas espécies para serem usadas nessa pesquisa: a *Stictocardia macalusoi* (ipomeia africana) e a *Thumbergia grandiflora* (tumbérgia-azul). Essas plantas atendem a todas as características de seleção, e são as que possuem crescimento mais rápido comparando-se com as demais.



Nome científico: *Thunbergia grandiflora*

Nome popular: tumbérgia-azul

Folhagem: Perene



Nome científico: *Stictocardia macalusoi*

Nome popular: ipomeia-africana

Folhagem: Perene

Figura 3 – Espécies de trepadeiras selecionadas para a pesquisa.

## 3.5 Procedimento de plantio

O plantio das espécies ocorreu no mês de fevereiro de 2019. Para isso, foram abertos berços no solo com dimensões aproximadas de 30cmx30cmx30cm e afastamento médio de 1,5m entre as mudas. Os berços foram preenchidos com substrato composto por 50% de terra de subsolo e 50 % de composto orgânico. As mudas da espécie *Stictocardia macalusoi* possuíam cerca de 1,5 m de altura inicial e as da *Thunbergia grandiflora* possuíam cerca de 1,0 m, como mostra a figura 4.



(a) (b)

Figura 4 – Trepadeiras logo após o plantio, 05 de fevereiro de 2019.
(a) *Stictocardia macalusoi* - (b) *Thunbergia grandiflora*

### 3.6 Acompanhamento do desenvolvimento

No acompanhamento são realizados os procedimentos de irrigação, condução e controle de pragas. Nos primeiros 30 dias após o plantio, esse controle foi diário. Após 30 dias, passou a ser semanal. Houve inicialmente ataque de formigas cortadeiras nas duas espécies, sendo combatidas com uso de formicida. A irrigação se deu de forma manual com o uso de mangueira, sendo fornecidos cerca de 5 litros de água para cada muda a cada irrigação.

### 3.7. Análise das características térmicas

Será realizado monitoramento dos ambientes internos e externos de 05 salas de aula, localizadas no bloco G. Sendo que 4 salas são protegidas por fachada verde indireta e uma exposta a radiação solar, nomeadas de 1, 2, 3, 4 e 5 (Figura 5). Para fins de comparação, a sala 3 ficará exposta aos efeitos da radiação solar, já as demais serão protegidas pela fachada verde indireta. As salas 1 e 2 serão protegidas pela espécie de trepadeira *Thunbergia grandiflora*, e as salas nomeadas de 4 e 5 protegidas pela espécie *Stictocardia macalusoi*. No monitoramento do edifício verificar-se-ão os dados de radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura superficial da parede e temperatura de globo. Também verificar-se-á o índice de área foliar das plantas trepadeiras. O monitoramento será realizado pelo período de um ano, com dez dias de medições em cada estação climática, seguindo a metodologia proposta por Morelli (2016). Com os dados encontrados, realizar-se-á um comparativo de percentual de sombreamento entre as médias das duas espécies estudadas e entre as médias das salas protegidas e da sala exposta.

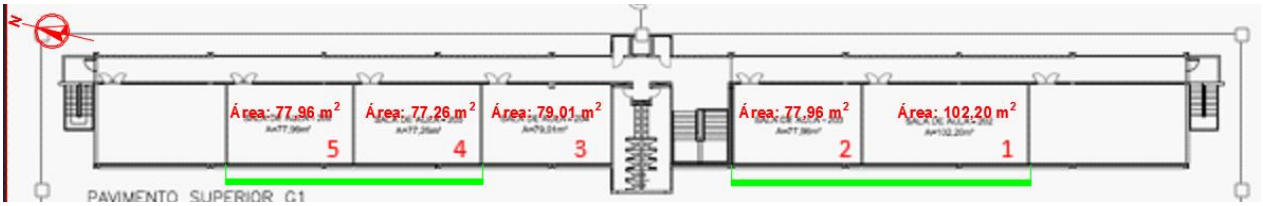



Figura 5 – Planta Baixa Pavimento Superior, Bloco G.

### 3.8. Análise virtual

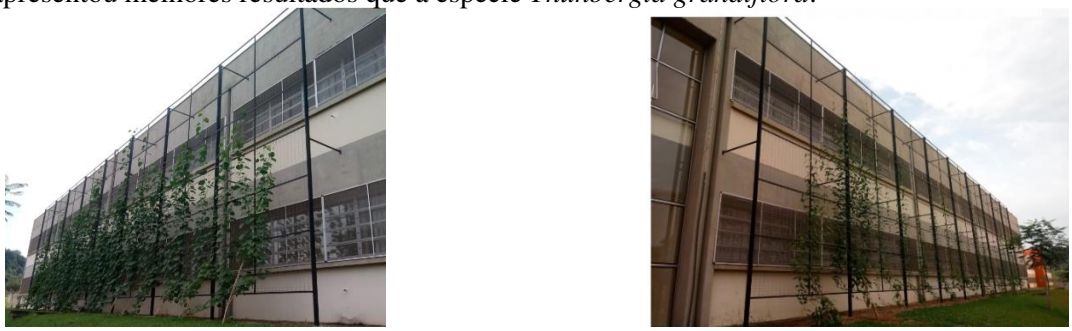
Com os dados obtidos na análise térmica de percentual de sombreamento avaliar-se-á, virtualmente, o desempenho energético das fachadas verdes indiretas, através de simulação, com o auxílio de ferramenta computacional, para edifícios da UTFPR localizados nas regiões Oeste, Norte e Sul do estado do Paraná. Inicialmente, serão realizadas visitas aos Câmpus para definir as edificações de estudo e a modelagem delas, e, posterior, a simulação térmica e energética.

## 4. RESULTADOS PRELIMINARES

### 4.1. SISTEMA DE SOMBREAMENTO

O desenvolvimento das espécies de trepadeiras pode ser observado na Figura 6. A espécie *Stictocardia macalusoi* (Figura 6-a) atingiu, dois meses após o plantio, a altura de 7 metros, o que configurou um crescimento médio mensal de 2,75 metros. Já a espécie *Thunbergia grandiflora* (Figura 6-b) atingiu a mesma altura em três meses com uma taxa de crescimento de 2 metros ao mês. Cabe ressaltar que para a

determinação das taxas de crescimentos descontou-se a altura média inicial, sendo de 1,5 m para a espécie *Stictocardia macalusoi* e 1,0 m para a espécie *Thunbergia grandiflora*. Tanto em relação à área de cobrimento como em relação à taxa de crescimento em altura, a espécie *Stictocardia macalusoi* (Figura 6-a) apresentou melhores resultados que a espécie *Thunbergia grandiflora*.



(a) (b)

Figura 6 – Trepadeiras após 3 meses de plantio, 03 de Maio de 2019.
(a) *Stictocardia macalusoi* - (b) *Thunbergia grandiflora*

## 5. ETAPAS FUTURAS

Para atender o objetivo dessa pesquisa, após o cobrimento total das estruturas pelas plantas trepadeiras, serão adotados métodos de medição eletrônica simultânea da temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura de globo e temperatura superficial interna e externa na área experimental. Na sequência, com os resultados obtidos, realizar-se-á a análise virtual por meio de simulações para ambientes localizados nas regiões sul, norte e oeste do estado do Paraná.

Com os resultados, essa pesquisa pretende contribuir com os estudos científicos relacionados ao comportamento térmico das edificações utilizando-se fachadas verdes indiretas, já que essa área, apesar da importância, ainda é pouco explorada. Pretendendo-se, assim, tornar esse processo mais difundido, contribuindo com a redução do consumo de energia dos edifícios e a melhoria da qualidade do ar do seu entorno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BROWNE, Enrique. **El Edifício "Consorcio-Santiago" 14 Años Después**. Santiago, 2007. Disponível em: <http:www.ebrowne.cl>. Acesso em 15 jun. 2018.

DACANAL, Cristiane. **Fragmentos florestais urbanos e interações climáticas em diferentes escalas: estudo em Campinas**. 2011. 249 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2011.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná** - Classificação climática segundo Köppen. 2017. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>. Acesso em: 13 maio 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Histórico do município**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama. Acesso em 20 jun. 1018.

IRVINE, Katherine N.; WARBER, Sara.L; DEVINE, Patrick; GASTON, Kevin J. **Understanding Urban Green Space as a Health Resource: A Qualitative Comparison of Visit Motivation and Derived Effects among Park Users in Sheffield**, UK. Int. J. Environ. Res. Public Health, n. 10, 2013.

MORELLI, Denise. D. O**. Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

PEREZ, Nuria G.; NEVES, Gustavo. Z. DE. F; SILVA, Maurício. S. D; RORIZ, Victor. F; TECH, Adriano. R. B; VECCHIA, Francisco. A. DA. S. **Thermal response to cold in buildings with green covers for tropical climate. Green facades and green roofs**. Revista Ingeniería de Construcción RIC, Vol 33, nº 1, 2018.

SANTOS, Francisco. C. Uso de vegetação na envolvente vertical dos edifícios. Dissertação de Mestrado – Universidade do Porto, Porto/Portugal, 2017.

SCHERER, Minéia. J**. Cortinas verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética das edificações.** Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SILVA, Brenda A.; XAVIER, Tatiana C.; 2 ALVAREZ, Cristina E. **A influência da vegetação no conforto térmico para a condição microclimática de Vitória/ES**. Periódicos ANAP, v. 3, n. 8, 2015.