ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA PROJETOS URBANOS EM FOZ DO IGUAÇU: ESTUDO DE CASO DO MARCO DAS TRÊS FRONTEIRAS

J. S. C. Delgado, H. M. Sacht, E. Vettorazzi

RESUMO

O presente estudo trata sobre o levantamento e a caracterização de estratégias bioclimáticas para projetos urbanos destinados ao clima de Foz do Iguaçu - PR, baseado na caracterização climática do local e no desenvolvimento de um estudo de caso. A proposição das estratégias bioclimáticas foi realizada tendo como referência a análise do clima e a adaptação de estratégias indicadas pelo programa *Climate Consultant*. Foram levantadas estratégias passivas adequadas ao clima de Foz do Iguaçu e realizado um estudo de caso com medições de temperatura e umidade relativa no Marco das Três Fronteiras. Ao final da pesquisa foram indicadas algumas diretrizes bioclimáticas, destinadas a projetos urbanos para o clima subtropical úmido. Diante do rigor do clima analisado, que apresenta temperaturas elevadas no verão, temperaturas mais baixas no inverno e elevada umidade, o principal deve ser a diminuição da temperatura, pelo movimento do ar, diminuindo a absorção da umidade; e uso de formas edificadas dispersas para permitir ventilação.

1 INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade os espaços urbanos tiveram grande importância, e mesmo sendo ambientes externos, as condições de conforto são imprescindíveis. Para atingir condições de conforto, o estudo do clima é fundamental, pois influencia diretamente em fatores determinantes no desenvolvimento de projetos urbanos, por isso a necessidade de analisar os diferentes elementos do clima como: temperatura, ventos, umidade, precipitações, entre outras características.

Para considerar esses fatores em projetos urbanos, deve-se ter em conta de que cada local apresenta diferentes condições climáticas, cuja análise implica determinar uma série de estratégias e mecanismos diferentes que levem a uma melhor interação com o ambiente. Não há diretrizes específicas para projetos urbanos especificadas nas normas e regulamentos, porém a proposição de estratégias está condicionada à análise das características geomorfológicas da região e deve ser feita com base no estudo do clima. Nessa área, alguns resultados como os de Romero (1988; 2000), apresentam uma grande contribuição, através da proposta de soluções para projetos urbanos com base na análise climática.

A adoção dos princípios bioclimáticos para desenho urbano requer em primeiro lugar uma avaliação da região climática, que pode ser feita a partir das variações da temperatura do ar, da amplitude destas variações, dos regimes de chuvas que determinam as estações secas ou chuvosas, da intensidade da radiação difusa e direta, da quantidade de umidade relativa, do regime dos ventos, da altitude e da localização geográfica. Com base nesta avaliação, devem ser analisadas as porções do espaço urbano, uma vez que existem situações diferenciadas dentro da estrutura espacial, com a ocorrência de diferenças entre os

elementos do clima (temperatura, ventos e umidade) nos diferentes bairros, ruas, praças, lagoas, etc. (Romero, 2000).
Ainda em relação ao projeto urbano, segundo Oliveira (1988) citado por Romero (2007), a forma urbana é o produto das relações estabelecidas pelo homem, e como um dos instrumentos de controle climático para obter condições de conforto e salubridade do espaço citadino. O ecossistema da cidade envolve variáveis ambientais que modificam as características físicas do espaço urbano. O clima e a forma urbana definem uma infinidade de combinações no espaço e no tempo. As inter-relações se verificam em múltiplos níveis; por exemplo, o clima afeta diretamente espaços construídos e o homem, e estes, por sua vez, modificam o clima (Unger, 1995).
Sabe-se que a cidade de Foz do Iguaçu-PR localiza-se na latitude 25° 32' 52"sul, longitude 54° 35' 17" oeste e a 164 metros de altitude. Apresenta clima subtropical úmido, com verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas em todos os meses do ano. O período mais quente ocorre de novembro a fevereiro, quando a temperatura máxima ultrapassa os 30ºC. O período mais frio ocorre nos meses de junho, julho e agosto, quando a temperatura mínima é de, em média, 13ºC, sendo que julho e agosto são os meses menos chuvosos. No mês de outubro ocorrem as chuvas mais intensas. No restante do ano, os índices pluviométricos permanecem estáveis. Em relação à temperatura, a média máxima é em torno de 29ºC graus e a média mínima observada é aproximadamente de 15ºC.
A caracterização do clima de Foz do Iguaçu e seus dados climáticos são instrumentos imprescindíveis no estudo de implantação e elaboração de projetos de intervenções urbanas. Os dados climáticos influenciam nas condições de conforto urbano, principalmente a temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento.
Com base nisso, esta pesquisa se baseia na indicação de estratégias bioclimáticas, para projetos urbanos em Foz do Iguaçu-PR, que se localiza ao sul entre os trópicos de capricórnio e câncer e apresenta um clima subtropical quente-úmido. Através dessas estratégias será buscada uma boa interação entre homem, ambiente e espaços urbanos, de forma a possibilitar o desenvolvimento de projetos que aproveitem e garantam condições de conforto adequado aos usuários dos espaços.

2 OBJETIVOS

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo principal o levantamento e a caracterização de estratégias bioclimáticas para projetos urbanos destinados ao clima de Foz do Iguaçu, tendo como base a caracterização climática do local, o estudo de soluções indicadas por pesquisadores da área e o desenvolvimento de um estudo de caso no Marco das Três Fronteiras.

3 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento dessa pesquisa compreendeu, nomeadamente: Elaboração de análise climática de Foz do Iguaçu-PR; Estudo/ Levantamento de estratégias/ diretrizes existentes referentes à aplicação de conceitos bioclimáticos destinados a projetos urbanos tendo por base um programa computacional para análise de clima; e verificação da adequação das estratégias bioclimáticas para projetos urbanos propostas para Foz do Iguaçu com base na elaboração de Estudo de Caso para o Marco das Três Fronteiras.

3.1 Análise climática de Foz do Iguaçu-PR

A análise climática de Foz do Iguaçu-PR foi a base para determinação de estratégias destinadas a projetos urbanos e foi realizada primeiramente com base na classificação climática de Köppen-Geiger e posteriormente foi utilizado o programa computacional *Climate Consultant 6.0*, que analisa os dados climáticos e indica soluções construtivas de acordo com o clima e as mesmas foram adaptadas a projetos urbanos.

Classificação Climática de Köppen-Geiger

A classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida por classificação climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos, mais utilizada em geografia, climatologia e ecologia. A classificação foi proposta em 1900 pelo climatologista Wladimir Köppen, tendo sido por ele aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a publicação de novas versões, preparadas em colaboração com Rudolf Geiger (daí o nome Köppen-Geiger) (Sá Jr, 2009).

A classificação é baseada no pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra (com origem na fitossociologia e na ecologia) é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente. Assim, as fronteiras entre regiões climáticas foram então selecionadas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação, razão pela qual a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresenta elevada correlação (Rolin et al., 2007 citado por Sá Jr, 2009).

Uso do Programa *Climate Consultant 6.0*

Climate Consultant 6.0 é um programa computacional baseado em gráficos que auxilia na compreensão do seu clima local. Através de dados do clima em formato EPW (*EnergyPlus Weather Data*), elaborado a partir de dados de estações meteorológicas em todo o mundo e encontrado facilmente de acordo com o clima analisado. O Climate Consultant traduz esses dados climáticos em gráficos para análise do que ocorre em cada clima e quais soluções são indicadas (MILNE, 2015).

O objetivo não é simplesmente tabular os dados climáticos, mas organizar e apresentar as informações de forma a ser compreendido mais facilmente e indicar quais características construtivas são necessárias de acordo com o clima, mas sim indicar estratégias que funcionem em termos de conforto ambiental e eficiência energética e na concepção de edifícios energicamente mais sustentáveis.

A carta psicrométrica é um dos recursos mais avançados disponíveis no *Climate Consultant*. Cada ponto no gráfico representa as temperaturas e a umidade relativa de cada uma das 8.760 horas por ano. Diferentes estratégias de projeto são representadas por zonas específicas nesta carta (Figura 1). A percentagem de horas que se enquadram em cada uma das diferentes estratégias fornece uma ideia das estratégias de aquecimento ou de resfriamento passivo mais eficazes. O *Climate Consultant* analisa a distribuição dos dados psicrométricos em cada estratégia de projeto zona, de modo a criar uma lista única de diretrizes para um determinado local.

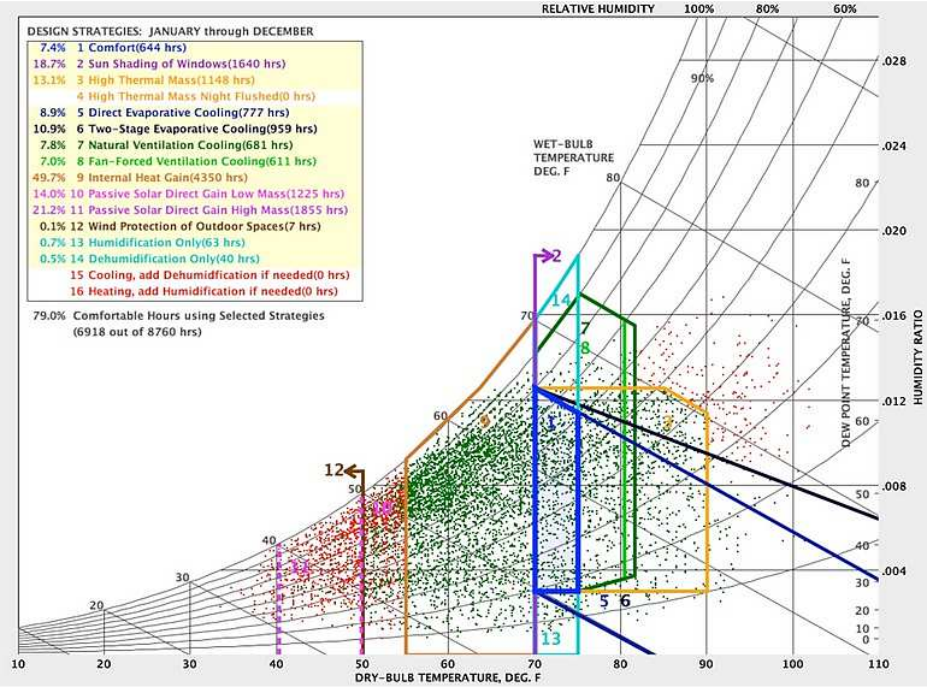

Fig. 1. Exemplo de Carta Bioclimática fornecida pelo Climate Consultant 6.0. Fonte: MILNE, 2015.

3.2 Levantamento de Estratégias Bioclimáticas para Projetos Urbanos

Para cada região existem princípios de desenho urbano que favorecem o conforto ambiental e o desempenho dos espaços construídos. Como exemplo, nas regiões de clima úmido, como é o caso de Foz do Iguaçu, o impacto da radiação difusa deve ser considerado, tanto quanto o da radiação direta para evitar altos índices de refletividade das superfícies construídas. As estratégias bioclimáticas adotadas podem ser contraditórias, porém a forma e o desempenho das edificações são fundamentais, uma vez que o traçado não pode suprir todas as exigências climáticas da região.

Com a finalidade de corrigir, atenuar ou mudar certas variáveis do clima, pode ser utilizada vegetação, água, anteparos, revestimentos, cores, materiais diversos etc., contudo, são as características do meio que prevalecem. Além das diretrizes propostas por Romero (2000; 2002).

Foram selecionadas algumas diretrizes com potencial de aplicação em projetos urbanos desenvolvidos em Foz do Iguaçu-PR.

3.3 Estudo de Caso no Marco das Três Fronteiras

O estudo de caso no Marco das Três Fronteiras foi escolhido pois trata-se de um ponto que marca geograficamente a fronteira de Foz do Iguaçu-PR (Brasil) com as cidades vizinhas de *Puerto Iguazu* (Argentina) e *Ciudad del Este* (Paraguai). Em cada uma das cidades foi construído um obelisco, símbolo da igualdade, complementaridade e respeito entre as três nações. O marco Brasileiro, construído em pedra e cimento e pintado com as cores nacionais, estabelece o limite territorial e a soberania do Brasil. Localizado nas margens dos rios Iguaçu, do rio Paraná e a 6 km do centro da cidade de Foz do Iguaçu, foi inaugurado em 20 de julho de 1903, através de uma Comissão Estratégica dos países.

Esta área tem uma grande cobertura de vegetação de Mata Atlântica, o qual está presente em 97% do estado do Paraná. A Mata Atlântica se caracteriza pela presença de árvores de médio e grande porte, formando uma floresta fechada e densa, conta com uma rica

biodiversidade, com presença de diversas espécies animais e vegetais. As árvores de grande porte formam um microclima na mata, gerando sombra e umidade.
Porém, dentre os espaços ao ar livre visitados na cidade de Foz do Iguaçu este era um dos menos frequentados em termos de atividade turística, por isso a ideia de analisá-lo, de forma a estabelecer uma relação entre as condições climáticas do local (microlima) e a baixa visitação, e com base nisso indicar estratégias bioclimáticas que gerem melhores condições de conforto urbano, dentre as indicadas para o clima de Foz do Iguaçu, anteriormente estudado.
Para uma análise mais detalhada do microclima local, foram necessárias realização de medições de temperatura e umidade, com um equipamento denominado Termo-Higro-Decibelimetro-Luximetro, modelo THDL 400, Instrutherm.
A função termômetro, que pode ser utilizada tanto em graus célsius de -20°C ~ 750°C e em graus Fahrenheit de -4°F ~ 1400°F com uma precisão de (+-) 3% da leitura; também conta com um higrômetro que registra a umidade relativa entre 25% ~ 95% RH com uma precisão de (+-) 5% de RH (Figura 2).

Fig. 2. Termo-Higro-Decibelimetro-Luximetro, modelo THDL 400
Fonte: Instrutherm, 2015.

Para o estudo das condições de conforto ambiental do Marco das Três Fronteiras, foram selecionados cinco pontos de medições. Os cinco pontos de medições foram selecionados de acordo com a maior frequência de permanência de usuários no local em tais pontos (Figura 3). Devido ao período de abrangência da pesquisa e a disponibilidade do equipamento para realização de medições foi possível realizá-las durante o solstício de inverno, no dia 21 de Junho, nos horários de 8:00 as 17:00. Os dados coletados foram temperaturas e umidade relativa do ar.

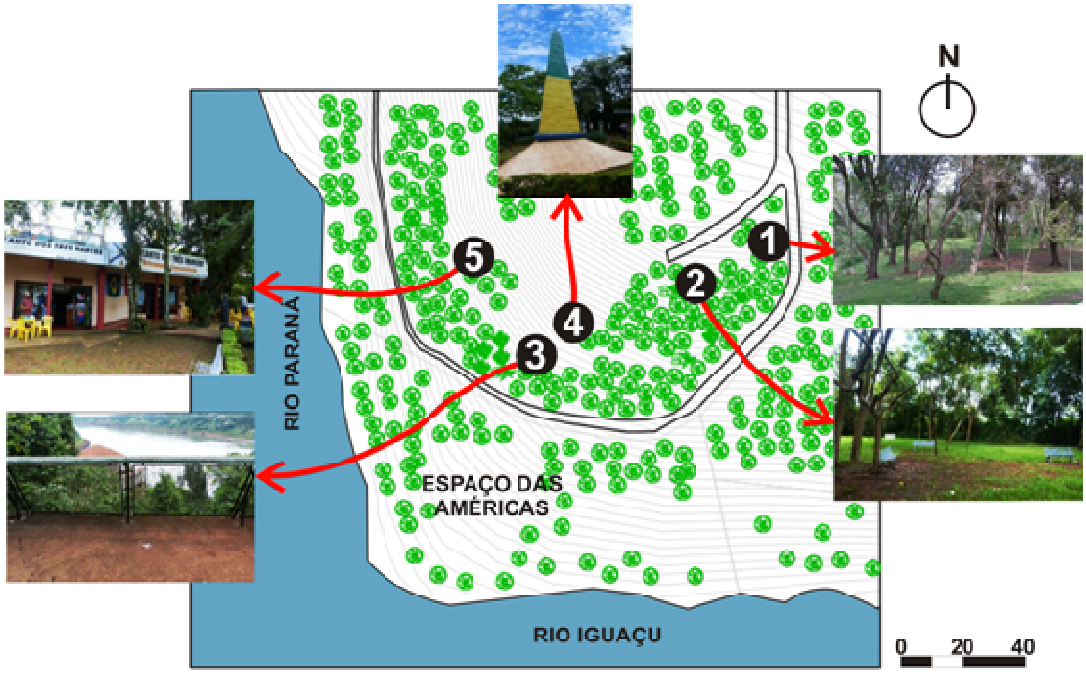

Fig. 3. Esquema apresentando os pontos de medição.

Com o auxílio de dados do aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global), foram obtidas as coordenadas planas do sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) de cada ponto e os mesmos marcados num plano inicial e posteriormente nos pontos de medição (Tabela 1).

Tabela 1 Coordenadas UTM dos pontos de medição.

Pontos	Coordenadas UTM	
	Sul	Leste
Ponto 01 Parque	7167507.02	742079.09
Ponto 02 Bancos	7167501.10	742062.36
Ponto 03 Mirante	7167485.78	742034.12
Ponto 04 Marco	7167494.57	742036.95
Ponto 05 Lanchonete	7167506.00	742022.00

Os dados foram coletados no dia 21 de Junho de 2015 em condições de tempo atmosférico parcialmente nublado, em dez horários (08h, 09h, 10h, 11h, 12h, 13h, 14h, 15h, 16h e 17h) com o auxílio do equipamento Termo-Hidro-Decibelimetro-Luximetro, modelo THDL 400, a uma altura aproximada de 1,00 m em relação ao nível do solo. As coletas de dados no local foram realizadas nos horários pré-estabelecidos até que fossem terminadas todas as medições, sendo que a duração de tempo necessário para completar a medição nos cinco pontos foi cerca de 10 minutos.

A verificação da adequação das estratégias bioclimáticas para Foz do Iguaçu foi feita com base na análise do clima realizada anteriormente, nas diretrizes indicadas nas normas e metodologia e no uso de ferramentas computacionais que auxiliem na análise. O principal para essa verificação foi o desenvolvimento de um estudo de caso no Marco das Três Fronteiras.

4 RESULTADOS

4.1 Análise climática de Foz do Iguaçu-PR

Classificação Climática de Köppen-Geiger

O clima de Foz de Iguaçu é subtropical úmido mesotérmico, classificado por Köppen como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) (Tabela 2). A cidade tem uma das maiores amplitudes térmica anuais do estado, valor aproximado de 11°C de diferença média entre o inverno e o verão. Isto ocorre devido a uma menor influência da marítimidade do que a observada em outros municípios.

Tabela 2 Regiões fundamentais e classes climáticas de Foz do Iguaçu-PR, segundo a classificação de Köppen-Geiger

Grupo Climático	Regiões Fundamentais	Classes Climáticas
C	**f**	**a**
Clima temperado quente	**Clima úmido**	
● A temperatura média do ar do mês mais frio deverá estar compreendida entre -3°C e 18°C. ● Temperatura média do mês mais quente maior que 10°C. ● Estações de Verão e Inverno bem definidas.	● Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano. ● Inexistência de estação seca definida. ● A precipitação média do mês mais seco devera ser superior a 60 mm	● Apresenta verão quente ● A temperatura média do ar no mês mais quente devera ser superior a 22°C.

Por essa razão, os verões costumam ser muito quentes, com máximas médias em torno dos 33°C, chegando a superar a marca dos 40°C de temperatura. Apesar de serem considerados amenos, os invernos propiciam quedas bruscas de temperaturas que podem estar abaixo de zero durante a passagem de frentes frias com as massas de ar polar. As chuvas costumam ser bem distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno. A precipitação anual varia em torno dos 1.800mm.

Programa *Climate Consultant 6.0*

Os doze gráficos apresentados na Figura 3 são a média para cada hora de cada mês da temperatura de bulbo seco (pontos amarelos) e da umidade relativa concorrente (pontos verdes), considerando o Modelo de Conforto Adaptativo da Norma ASHRAE 55 2010 (umas das opções do programa). Também é apresentada em cada gráfico mensal, uma barra cinza que indica a zona de conforto, tal como mostrados anteriormente na tela de critérios. A temperatura de bulbo seco é quase o inverso da umidade relativa. Em boa parte dos meses a temperatura fica fora da zona de conforto, principalmente para os meses de inverno, junho e julho. Durante o verão, dezembro e janeiro ocorrem altas temperaturas.

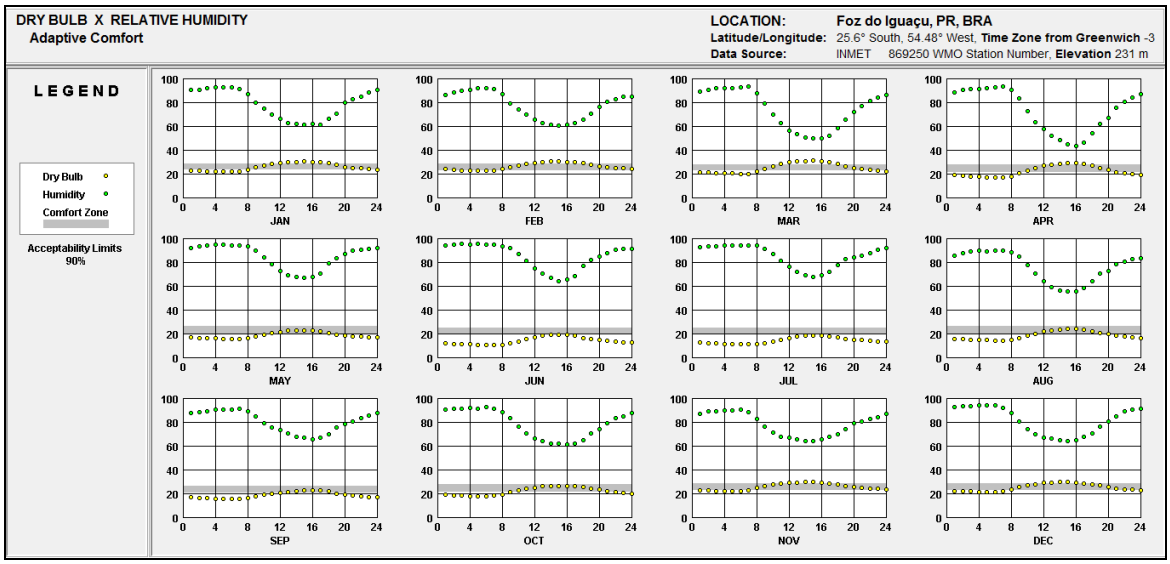

Fig. 3 Temperatura de bulbo seco (pontos amarelos) x umidade relativa (pontos verdes).

4.2 Estratégias Bioclimáticas para Projetos Urbanos

Com base na análise dos dados climáticos executada pela programa computacional *Climate Consultant*, as estratégias indicadas que podem ser adapatadas para projetos urbanos destinados ao clima de Foz do Iguaçu são:

- Estratégia 17: Uso de vegetação (arbustos, árvores, paredes cobertas de trepadeiras), especialmente a oeste para minimizar o ganho de calor (se as chuvas de verão apoiar o crescimento da planta nativa).
- Estratégia 27: Se o solo é úmido (que é o que ocorre), elevar edifícios e equipamentos urbanos acima do solo para minimizar a umidade e maximizar a ventilação natural.
- Estratégia 34: Para capturar a ventilação natural, a direção do vento pode ser alterada até 45 graus em direção aos usuários, com auxílio de paredes inclinadas, ou outros anteparos exteriores ou vegetação.
- Estratégia 53: Zonas sombreadas ao ar livre (varandas, pátios) orientadas para as brisas predominantes podem estender as áreas para climas quentes ou úmidos.
- Estratégia 58: Sombra para evitar o superaquecimento, livre acesso para brisas no verão e ganho solar passivo no inverno.

4.3 Estudo de Caso no Marco das Três Fronteiras

Para o estudo das condições de conforto no estudo de caso do Marco das Três Fronteiras foram selecionados cinco pontos de medições, de acordo com a maior frequência de permanência de usuários no local em tais pontos, como explicado anteriormente na metodologia.

As medições foram realizadas durante o solstício de inverno (21 de Junho), entre os horários de 8:00 as 17:00, a cada hora. Os dados coletados foram temperatura e umidade relativa do ar. Tal data foi determinada devido ao período de abrangência da pesquisa e disponibilidade do equipamento para realização de medições.

Temperaturas nos Pontos Analisados

As temperaturas observadas nos pontos medidos apresentam-se coerentes para os hórarios, com elevação de temperatura esperada após as 12:00. O gráfico da Figura 4 apresenta as temperaturas observadas para cada ponto medido. Os pontos 01 e 02 apresentam temperaturas bem semelhantes, sendo o ponto 01 próximo ao parque infantil e o 02 próximo aos bancos onde se sentam os usuários, sendo que esses pontos são os mais afastados da margem do rio. Tais pontos apresentam as temperaturas mais elevadas dentre os demais pontos medidos no período da tarde.
Os pontos 03 e 05 também apresentam temperaturas semelhantes, o ponto 03 é próximo ao mirante e o ponto 05 é próximo à lanchonete, com uma queda de temperatura em relação aos pontos 01 e 02 de cerca de 2°C a partir das 14:00. As medições de temperatura do ponto 04 foram as que mais oscilaram, principalmente de período da tarde, após as 14:00. Isso é um fator que incomoda os visitantes, principalmente pelo fato desse ponto próximo ao Marco das Três Fronteiras ser onde os visitantes costumam permanecer durante maior parte do tempo.

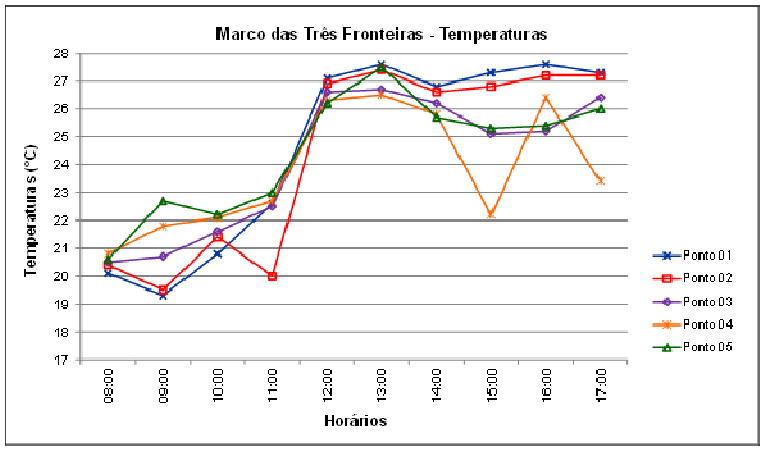

Fig. 4 Temperatura nos pontos medidos.

Umidade Relativa nos Pontos Analisados

O gráfico da Figura 5 apresenta os resultados das medições dos valores da umidade relativa para os cinco pontos medidos. Durante a manhã, os valores de umidade relativa observados foram os mais altos, devido às mais baixas temperaturas e foram diminuindo no decorrer da manhã. Em grande parte dos pontos, os valores continuaram em torno dos 50 a 70%, isso a partir do meio dia, momento no qual as temperaturas se elevaram. A vegetação do entorno também explica a umidade elevada que é característica de Foz do Iguaçu.

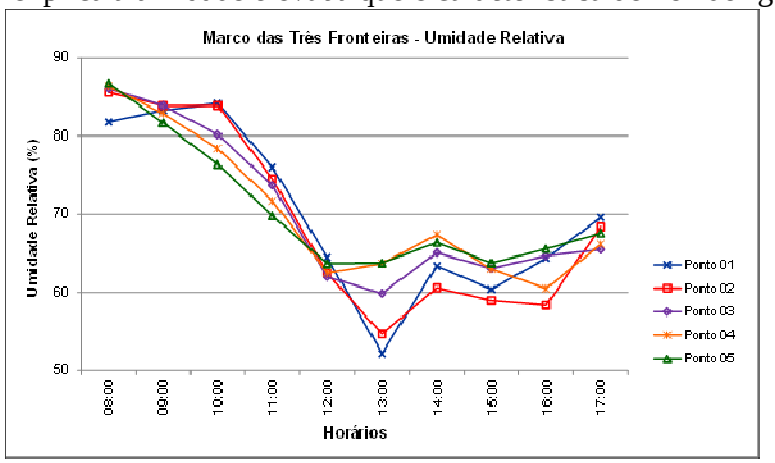

Fig. 5 Umidade Relativa nos pontos medidos.

A oscilação das temperaturas, principalmente de período da tarde, após as 14:00, é um fator que incomoda os visitantes. Mesmo com a realização das medições durante o solstício de inverno, foram observadas temperaturas elevadas na data, sendo assim pode-se supor que durante o verão o desconforto que ocorre no local deve ser consideravelmente superior.

Ao comparar os gráficos das temperaturas com a umidade relativa percebe-se que na medida em que a temperatura aumenta ao longo do dia, a umidade relativa decresce. Fazendo um paralelo entre a temperatura e a umidade tem-se que: as altas temperaturas são acompanhadas de baixa umidade e menores temperaturas de maiores valores de umidade. Durante a noite, a tendência será que a vegetação próxima funcione como um anteparo às perdas radiativas, o que não ocorre em áreas sem vegetação, sendo o resfriamento noturno intensificado.

É possivel verificar que as estratégias bioclimáticas para projetos urbanos adaptadas do programa computacional *Climate Consultant* para o clima de Foz do Iguaçu podem ser aplicadas para melhorar o conforto térmico do Marco das Três Fronteiras. Entre elas: prever maior arborização dos pontos sem sombreamento para aumentar a área de sombreada, sem que se perca a fluidez, permitindo a ventilação natural.

Situação Atual do Marco das Três Fronteiras

Em dezembro de 2015, após a realização das medições da presente pequisa (em junho) foi entregue uma primeira fase de revitalização da área do Marco da Três Fronteiras, que passou a ser denominada de Complexo Turístico Marco das Américas e que integra, além do Marco das Três Fronteiras, um Centro de Visitantes, uma área de estacionamentos e um boteco, criando uma utilização noturna para o espaço (Figura 6). Futuramente, será agregado ao complexo o Espaço das Américas. Isso confirma os problemas de falta de infraestrutura que acorriam no local, mas que felizmente estão sendo amenizados, porém, cabe a uma pesquisa futura, verificar a influência de tal revitalização nas condições de conforto urbano (Grupo Cataratas, 2015). Cabe mencionar, que apesar das melhorias realizadas no local, o espaço atual tem seu acesso controlado e não é mais gratuito aos não residentes na cidade de Foz de Iguaçu.

Fig. 6 Complexo Turístico Marco das Américas.
Fonte: Grupo Cataratas, 2015.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa mostraram a importância do estudo do clima para a determinação de soluções para projetos urbanos, identificando problemas e indicando soluções para o caso específico de Foz do Iguaçu.

Tendo em vista que se trata de um local de clima subtropical úmido, as estratégias para projetos urbanos mais sustentáveis devem ser feitas com critério, pois essas regiões são caracterizadas por verões quentes, porém as temperaturas são baixas durante o inverno.

O principal deve ser a diminuição da temperatura, por meio do incremento do movimento do ar, impedimento a absorção da umidade e as formas das edificações do entorno devem ser dispersas para permitir ventilação. Diante disso, a principal recomendação é em relação à ventilação natural, por exemplo, gerar amplos espaços entre os edifícios ou elementos urbanos, projetar ruas e avenidas com um traçado regular e sem obstaculos para facilitar a circulação de ar.

Devido às altas temperaturas observadas na cidade, à presença de vegetação produz sombra no espaço público, diminui a temperatura do ar e permite uma ventilação mais refrigerada e, além disso, recomenda-se que sejam previstos espaços verdes nos projetos de forma a auxiliar na absorção de radiação e gerar ambiente mais confortável.

6 REFERÊNCIAS

Grupo Cataratas. (2015) **Complexo Turístico Marco das Américas**. Disponível em: http://www.marcodasamericas.com.br/marco-das-americas/sobre Acesso em: 05 Jul. 2016.

Instrutherm. (2015) **Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro**. Disponível em: http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/product.asp?template_id=60&old_template_id=60&partner_id=&tu=b2c&dept_id=120&pf_id=04207&nome=Termo-Higro-Decibel%EDmetro-Lux%EDmetro&dept_name=Anem%F4metro Acesso em: 05 Jul. 2016.

Milne, M. (2015) **Energy Design Tools. Climate Consultant 5.4.** Department of Architecture and Urban Design – UCLA, University of California, Los Angeles. Disponível em: http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/ Acesso em: 05 Jul. 2016.

Romero, M. A. B. (1988) **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Projeto Editores Associados Ltda, São Paulo.

Romero, M. A. B. (2000) **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** 2. ed. São Paulo: Pro Editores.

Romero, M. A. B. (2007) **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora UNB.

Romero, M. A. B. (2012) Niemeyer e o sentido do lugar: uma visão bioclimática. **Vitruvius**. 13 de dezembro 2012, arquitextos, Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.151/4609 Acesso em: 05 Jul. 2016.

Sá Júnior, A. (2009) **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

Unger, J. (1995) **Some aspects of the human bioclimate of a medium-sized town and its surroundings.** In: Proceed. Climatology and Air Pollution Conference. Mendoza, Argentina, , p. 41-49.