

## **EFEITOS DO USO DE GALERIAS URBANAS NO CONFORTO TÉRMICO EXTERIOR EM CLIMA TROPICAL SEMIÁRIDO**

**Tathiane A. L. Martins<sup>(1,2)</sup>; Luc Adolphe<sup>(2)</sup>; Cláudia B. Krause<sup>(1)</sup>**

(1) PROARQ, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.  
e-mail: tathianemartins@gmail.com

(2) Institut National des Sciences Appliquées, Université de Toulouse, França.

### **Resumo**

*O presente artigo trata da influência da forma urbana no microclima e no conforto térmico exterior, discutindo o emprego do componente arquitetônico, galeria urbana. Foi avaliado o desempenho microclimático de diferentes cenários urbanos regulamentados e cenários adaptados com galerias e o impacto desse componente na resposta de conforto térmico de pedestres em clima tropical semiárido no Brasil. Simulações foram realizadas utilizando-se o modelo microclimático tridimensional, ENVImet 3.1, que permite prever o comportamento microclimático de mudanças em ambientes urbanos. O conforto térmico dos pedestres foi calculado por meio do índice PET. Os resultados obtidos por análise paramétrica revelaram que o uso de galerias urbanas possui um impacto moderado na temperatura do ar e na velocidade do vento e um efeito importante na temperatura radiante e no ganho de calor pelo pedestre. O uso de galerias apresentou redução sensível no desconforto térmico ao longo do dia, visto que o pedestre recebe menos o efeito da radiação direta de onda curta, porém, em alguns cenários, podendo gerar um nível importante de desconforto no período noturno quando comparados a cenários urbanos descobertos, devido à radiação de onda longa retida no interior das galerias. Parâmetros de projeto, que definem espaços cobertos externos, tal como as galerias urbanas, devem ser encorajados e considerados, porém, de forma bastante criteriosa, nos parâmetros do código de edificações das cidades sertanejas, tendo em conta, restrições quanto à implantação dos edifícios e a orientação de suas fachadas.*

**Palavras-chave:** *Galerias urbanas, Clima urbano, Conforto térmico, Clima semiárido.*

### **Abstract**

*The paper deals with the dependence of the urban microclimate and outdoor thermal comfort on urban form, discussing the use of the architectural component, urban gallery. The microclimatic performance of different urban scenarios with galleries and the impact of this device in the response of pedestrians thermal comfort, in the context of the Brazilian tropical semi-arid climate, is assessed. Simulations were conducted using the three-dimensional microclimatic model ENVImet 3.1, which allows predicting the microclimatic changes in urban environments. The thermal comfort of pedestrians was evaluated through the Physiological Equivalent Temperature, PET. The results obtained by parametric analysis revealed that the use of urban galleries has a moderate impact on the air temperature and wind speed and a major effect on temperature and radiant heat gain by pedestrian. The use of galleries presented sensitive reduction in thermal discomfort throughout the day, however, in some scenarios, it may generate a significant level of discomfort during nighttime when compared to urban scenarios without the device, due to the long wave radiation retained inside the galleries. Urban design parameters, defining transitional outdoor spaces, such as urban galleries, should be encouraged, but carefully considered in local building regulation parameters of the semi-arid cities of Brazil, taking into account constraint of implantation of buildings and the orientation of their facades.*

**Keywords:** *Urban galleries, Urban microclimate, Outdoor thermal comfort, Semi-arid climate.*

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo trata da influência da forma urbana no conforto térmico exterior, trazendo como discussão, o efeito microclimático de espaços urbanos de transição, tais como galerias, integrados a arquitetura das cidades situadas na região do semiárido do Brasil.

As galerias urbanas consistem em passagem coberta, geralmente, constituindo espaço de comunicação ou de transição entre o espaço público e o privado e entre o espaço interior e o espaço exterior, fazendo parte da arquitetura das edificações urbanas. Estas estruturas podem constituir forma urbana bastante vantajosa, sobretudo, em centros urbanos densos, por diversas razões. Elas permitem a criação de espaços que reservam o pedestre, abrigando-os da poluição urbana, do efeito da radiação solar direta e da incidência de chuva, podendo ainda proporcionar uma importante área de ajuste entre ambientes térmicos diferentes, favorecendo a redução no uso de energia para o condicionamento dos espaços interiores.

O uso de galerias, como dispositivo de proteção solar, é conhecido desde os pórticos da Grécia antiga, e o seu uso pode ser comumente encontrado na arquitetura tradicional e moderna de alguns países de clima quente (GOLANY, 1982), servindo ora de espaços de passagem, ora de abrigo ao desenvolvimento de atividades econômicas e demais funções sociais (Figura 1). Alguns estudos destacaram o emprego de espaços de transição como espaços que oferecem oportunidades adaptativas importantes para o conforto térmico e lumínico dos usuários (POTVIN, 2000; OUAMEUR e POTVIN, 2007; ALI-TOUDERT, 2005). No Brasil ainda são poucos os estudos que dedicaram-se a avaliar o desempenho térmico dessas estruturas, levando-se em conta a complexidade dos fenômenos microclimáticos na escala urbana. Skubs e Labaki (2009) avaliaram espaços de transição em São Paulo por meio de medições e avaliação da percepção dos usuários, enquanto que Gomes e Bittencourt (2011) avaliaram o desempenho das galerias no centro da cidade de Recife, do ponto de vista do sombreamento proporcionado por este componente.



**Figura 1** – Exemplos de espaços de transição nos centros de algumas cidades de clima quente no mundo, Atenas, Timimoun, Rio de Janeiro (Fonte: Martins, 2010; 2011).

Mesmo se, em climas quentes, espaços de transição, como as galerias, possam constituir estratégia de desenho urbano bastante benéfica para mitigação do stress térmico dos pedestre, o emprego deste dispositivo tem sido também de menos em menos abordado nos projetos de arquitetura contemporânea no Brasil, assim como, desconsiderados nos códigos de edificações na forma de incentivo por parte do planejamento de seus municípios.

Ademais, apesar de estar sendo vastamente discutido, em âmbito nacional, a importância de se integrar a eficiência energética e o conforto térmico interior nas regulamentações nacionais e nos códigos de edificações de alguns municípios brasileiros (CARLO et al, 2003; BAHIA, 1997), diretrizes e parâmetros que norteiem decisões de projeto na escala urbana local, com

vistas a atender uma demanda de conforto térmico de espaços externos, ainda são pouco tratados nestes documentos.

Como a estrutura da cidade pode ser controlada pelo planejamento, torna-se possível modificar o clima urbano com propostas eficientes de projeto, melhorando as condições de conforto dos pedestres, através de estratégias de desenho urbano. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é avaliar e comparar o desempenho microclimático de diferentes cenários urbanos regulamentados e cenários adaptados com galerias, bem como, o impacto desse componente na resposta de conforto térmico dos pedestres, no contexto do clima tropical semiárido no Brasil.

## 2. MÉTODO

Afim de atender ao objetivo definido para este trabalho, foram obedecidas três etapas metodológicas principais:

- Definição dos cenários urbanos regulamentados e adaptado com galerias e das variáveis pertinentes;
- Simulação computacional dos cenários por meio do modelo ENVImet 3.1.;
- Cálculo da temperatura fisiológica equivalente dos pedestres por meio do algoritmo PET;

### 2.1. Estudo de caso e definição dos modelos

Para realização desta investigação, foi utilizado, como estudo de caso, a cidade de Petrolina, situada na meso-região do semiárido do estado de Pernambuco.

#### 2.1.1. O clima

Situada na latitude 9°22' Sul e longitude 40°32' Oeste, a 375m de altitude, a cidade de Petrolina apresenta clima que se caracteriza por ser bastante quente ao longo do ano, porém com importantes oscilações sazonais de temperatura do ar e umidade relativa do ar, caracterizando a existência de uma longa estação quente com até 8 meses secos, e outra quente e úmida, durante o período de inverno. O lugar apresenta importante amplitude térmica diária, de 12,3°C em média, e entre estações, uma amplitude de 4,6°C. A temperatura do ar, nos meses de verão, registra média das máximas de 33,5°C e média das mínimas de 19°C.

#### 2.1.2. Dados urbanos

Quanto a legislação urbana de Petrolina, o plano diretor da cidade de Petrolina prevê, junto a Lei nº 1.875, em seu título IV sobre ordenamento territorial, o capítulo V que trata dos parâmetros urbanísticos acerca do uso e ocupação do solo visando à ordenação do seu centro urbano. Sua lei do uso e ocupação do solo, publicada recentemente, no ano de 2006, prevê um conjunto de instrumentos restritivos para suas construções, definidos pelos seguintes parâmetros: (a) Taxa de ocupação (T.O); (b) Coeficiente de Aproveitamento (C.A); (c) Recuos iniciais e recuos progressivos; (d) Taxa de solo natural (TSN). Tais parâmetros apresentam, no entanto, valores específicos que obedecem ao macro-zoneamento urbano da cidade que a divide em 7 zonas. Para cada zona, foram estabelecidos prioridades de ocupação e adensamento. Neste trabalho, examina-se a tipologia residencial referente à zona residencial 1 (ZR-1). A escolha dessa zona tipológica é justificada pelo interesse em compreender o impacto de uma tendência forte de verticalização e adensamento incentivado nesta região da cidade, que não apresenta em seu código nenhum limite de altura.

A partir dos parâmetros estabelecidos pelo código de urbanismo de Petrolina, apresentados na tabela 1, foram calculados os cenários resultantes a serem examinados (Tabela 2), visando o máximo coeficiente de aproveitamento do solo da legislação local.

**Tabela 1**– Parâmetros urbanísticos da lei de uso e ocupação do solo de Petrolina – PE, por zona e tipologia, destacando as zonas residenciais de interesse nesse estudo (Fonte: Prefeitura de Petrolina, 2006).

Zona	CA	TO	Residencial unifamiliar (até 2 pavimentos)		Residencial multifamiliar (até 4 pavimentos)		Cálculo do recuo resultante (RF – Recuo frontal RL – Recuo lateral e fundos)
			AF	ALF	AFI	ALFI	
ZR1(*)	4,0	0,7	3,00	0	5,00	2,00	RF = AFI + (n-4) x 0,20
ZR2	3,0	0,7	3,00	0	5,00	2,00	
ZR3	3,0	0,7	3,00	0	5,00	2,00	RLF = ALFI + (n-4) x 0,20
ZR4	3,0	0,7	2,00	0	5,00	2,00	

CA– Coeficiente de aproveitamento; TO – Taxa de ocupação; AF – Afastamento frontal; ALF – Afastamento laterais e fundos; AFI – Afastamento Frontal Inicial; ALFI- Afastamentos Laterais e de Fundos Iniciais; n –Número de pavimentos.

### 2.1.3. Definição do modelos

Partindo da ZR-1 (Zona Residencial 1), como zona de referência neste estudo, primeiramente, foi realizada uma análise da morfologia dos lotes e das quadras existentes. A partir dessas informações, chegou-se a um lote modelo de dimensões 15 x 20 m, a partir do qual, todos os outros cenários foram gerados.

O primeiro modelo (I) possui a altura máxima permitida para poder eliminar os recuos laterais, que corresponde a 7m. Neste cenário, o aproveitamento da área útil disponível em relação ao potencial de construir é pouco vantajoso. O interesse nesse caso, foi em examinar o efeito da tipologia geminada, ou seja, tipologia com número reduzido de fachadas expostas ao exterior (gerando uma quadra urbana compacta/fechada). O segundo modelo (II) possui uma altura de 15m, correspondente a 5 pavimentos que permite uma boa relação entre o aproveitamento do potencial de área útil à construir e a área de lâmina resultante por pavimento (133,56 m<sup>2</sup>). Enquanto que o terceiro (III), possui o melhor aproveitamento de área potencial, pois apresenta 30m de altura, correspondente a uma edificação de 10 pavimentos, porém com área da lâmina construída por pavimento significativamente mais reduzida (91,16 m<sup>2</sup>), em função do recuo progressivo estabelecido pelo código.

Em seguida, completando o estudo, três outros modelos propositivos foram examinados. Cada um desses modelos, representa características semelhantes aos modelos resultantes da legislação, porém com a possibilidade do recuo frontal permanecer apenas no pavimento térreo, enquanto que o edifício avança a partir do segundo pavimento, dando origem a tipologias dotadas de galerias, sombreando os passeios públicos ao mesmo tempo que somando cerca de 75 m<sup>2</sup> na área útil na lâmina construída do pavimento tipo. Foi considerado um pé-direito para galeria de 3m (cenários IV, V, VI).

**Tabela 2** – Plantas e cortes esquemáticos para os seis estudos de caso considerados no trabalho.

Cenários tipológicos definidos pelo código de obras			Cenários propostos com galerias urbanas		
(I) Quadra compacta baixa	(II) Quadra horizontal aberta	(III) Quadra vertical aberta	(IV) Quadra compacta com galerias	(V) Quadra semi-aberta com galerias	(VI) Quadra vertical com galerias

## 2.2. Simulação computacional do microclima e conforto térmico

O método de análise escolhido para realização das análises microclimáticas dos cenários urbanos, foi o programa computacional ENVI-met 3.1. Tal programa consiste em modelo numérico tri-dimensional que efetua cálculos de mudanças microclimáticas implicadas na morfologia dos espaços urbanos (BRUSE, 2004). Este modelo foi selecionado, pois sua alta resolução permite uma análise fina do microclima urbano e possibilita a representação de geometrias com certo grau de complexidade, incluindo tipologias com uso de galerias urbanas. Além disso, programas computacionais podem reduzir bastante o tempo e o custo da pesquisa quando comparado a extensas medições de campo e questionários, possibilitando ainda análises paramétricas com numerosos estudos de casos, existentes e prospectivos (ALI-TOUDERT, 2005). O programa mencionado, realiza o cálculo da temperatura média radiante, variável de efeito dominante no conforto térmico do pedestre (MAYER e HÖPPE, 1987; ALI-TOUDERT, 2005), considerando para isto, as radiação direta e difusa, assim como, os fluxos de radiação de onda longa, produzidas pelo solo, pelas superfícies construídas, e os fenômenos produzidos na atmosfera da camada limite urbana. Todos os componentes são ponderados pelo Fator de Visão do Céu e, supõe-se que 50% do fluxo de calor radiante é originado a partir do solo, enquanto a outra metade são das reflexões de superfícies de edifícios e da parte visível do céu (ALI-TOUDERT, 2005). O modelo matemático detalhado do ENVI-met pode ser encontrado em Bruse (2004).

O conforto térmico dos pedestres foi, em seguida, calculado por meio do algoritmo PET – Temperatura Fisiológica Equivalente, desenvolvido por Mayer e Höppe (1987). Este modelo é definido como a temperatura do ar em que o equilíbrio térmico do corpo humano pode ser mantido nas mesmas temperaturas do interior do corpo e da superfície da pele, em uma situação típica de referência (HÖPPE, 1987).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela seguinte, todas as geometrias geradas são resumidas e descritas por um conjunto de indicadores morfológicos e pelo indicador climático de conforto térmico exterior (PET). Tais indicadores foram calculados no sentido de auxiliar a identificação das relações entre as variáveis da forma urbana e as respostas de desempenho microclimático pertinentes, que serão apresentadas em seguida. Além disso, este conjunto de indicadores permite criar uma linguagem integrada, podendo ser mais tarde interpretado e utilizado por planejadores urbanos. Aqui, cinco diferentes indicadores morfológicos foram utilizados para realização da análise comparativa entre os cenários urbanos: a densidade construída, a compacidade e contiguidade dos edifícios, a média do fator de visão do céu (FVC) e o prospecto, que consiste na relação da altura dos edifícios pela largura da rua, seguidos da média obtida para o PET em cada cenário (Tabela 3). A descrição detalhada dos parâmetros e equações para o cálculo desses indicadores de forma, pode ser encontrado em Adolphe (2001).

**Tabela 3** – Descrição por indicadores morfológicos pertinentes à análise climática dos cenários investigados.

Descritores Morfológicos	Cenários do código de edificações			Cenários tipologias propostas		
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Densidade construída	0,69	0,45	0,3	0,67	0,63	0,48
Compacidade	0,31	0,41	0,45	0,51	0,35	0,19
Contiguidade	0,38	0,46	0,51	0,36	0,40	0,81
FVC média	0,71	0,60	0,53	0,54	0,49	0,45
Prospecto	0,39	0,92	1,63	1	2,5	5
PET média	36,7	41,0	44,6	26,2	31,3	24,7

### 3.1. Temperatura média radiante

Quanto maior o fator de visão do céu da rua, maior a temperatura média radiante. Para configurações com prospecto menor, ou seja, com maior abertura para o céu, a orientação desempenhou papel decisivo. As ruas, quando orientadas no sentido leste-oeste apresentaram-se, significativamente, mais quentes. Cenários onde o prospecto é maior, a proporção produz sombreamento da fachada norte, enquanto que as fachadas ao sul apresentam, mesmo nos cenários com galeria (cenário V, VI), elevadas taxas de temperatura média radiante. Esta variável apresentou cerca de 4°C a mais para os cenários com ruas no sentido leste-oeste, em relação as ruas norte-sul, nas horas mais quentes do dia de verão, entre 12h e 18h.

Apresenta-se na figura 4 o resumo dos resultados para a variável temperatura média radiante para orientação leste-oeste, referente a um ciclo diário, para os seis cenários estudados.

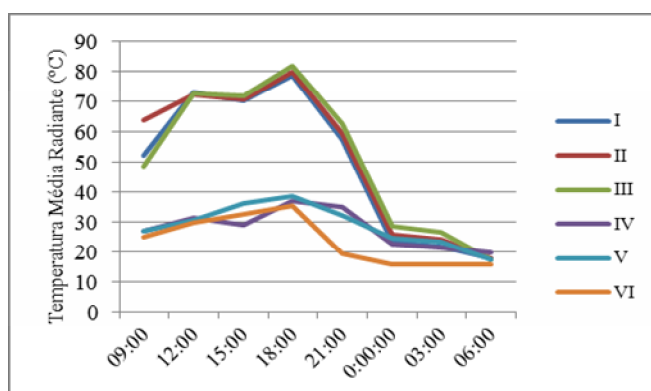


Figura 2 – Temperatura Média radiante de um ciclo diário para os seis estudos de caso.

Abaixo, os resultados gráficos (Figura 3) são ilustrados para dois dos cenários urbanos estudados (cenários I e V), o primeiro conforme exigências do código de edificações e o segundo dotado de galerias, substituindo o recuo frontal exigido pelo código da cidade.

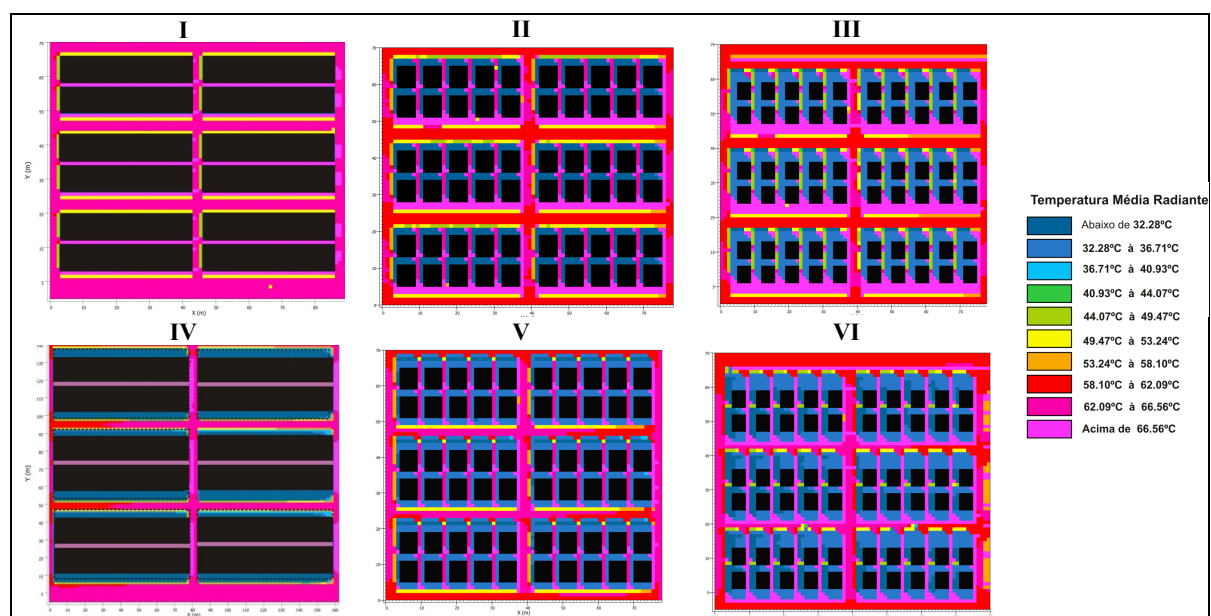


Figura 3 – Temperatura Média radiante para as 15h para os seis cenários estudados.

### 3.2. Velocidade do vento

Analisando o comportamento do fluxo do vento para as tipologias estudadas, observou-se que, ao comparar os dois primeiros cenários derivados dos parâmetros do código (cenários I e II) aos seus respectivos modelos adaptados com galerias (cenários IV e V), a velocidade do

fluxo não apresentou uma resposta tão previsível. Tal resultado sugere que o parâmetro morfológico responsável pelas diferenças verificadas entre os cenários, corresponderia mais expressivamente à presença dos recuos/ afastamentos laterais ao longo do cânion.

Com um prospecto mais estreito, a velocidade do vento tende a ser maior, quando este parâmetro está também associado a uniformidade desse prospecto. Ao examinar o cenário onde as edificações possuem a mesma contiguidade, porém um com o prospecto mais estreito, e outro mais largo (em virtude da presença da galeria), este último cenário apresenta taxas de velocidade do vento significativamente superiores. Quanto menor a seção, maior a velocidade. Tendo em vista, evidentemente, a direção do vento considerada, Leste-Oeste.

Num segundo momento, porém, ao examinar os resultados obtidos para os dois outros cenários, onde foram admitidos afastamentos laterais, tornando o malha, portanto, mais porosa para ambos, a velocidade do fluxo obtida no prospecto mais largo apresentou-se superior à obtida no cenário adaptado com galeria (prospecto mais estreito). Tal fenômeno pode ser justificado pela porosidade da malha como consequência dos afastamentos entre as edificações, gerando um prospecto de cânion descontínuo. Nesse caso, a distância maior entre as fachadas frontais dos edifícios (ou seja, diminuindo a razão altura/largura da rua) proporcionou comparativamente ao modelo com galeria, velocidade maior do fluxo, por esta última apresentar as paredes do cânion menos “rugosa”.

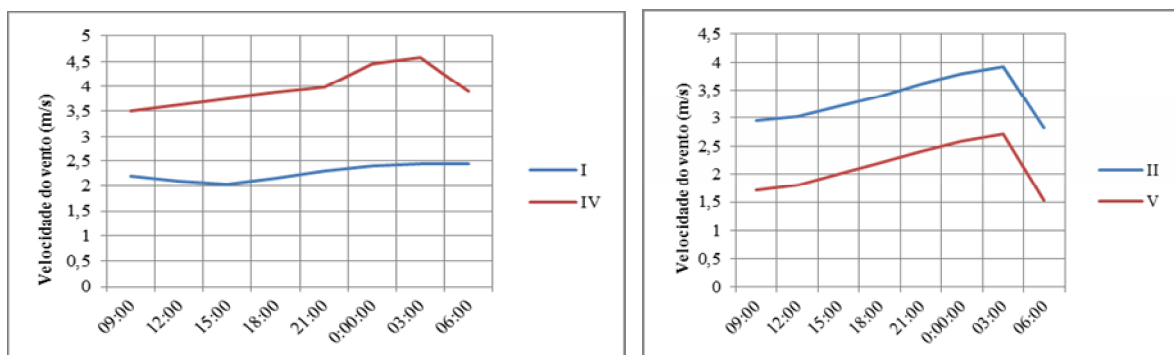


Figura 4— Comparativo da velocidade do vento para o cenário I e a mesma tipologia adaptada com galeria (cenário IV) e entre os cenários II e V, respectivamente.

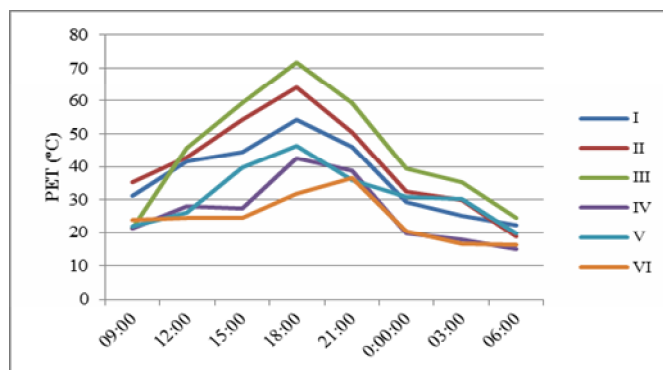
### 3.3. Temperatura Fisiológica Equivalente - PET

Os dados resumidos no gráfico abaixo (gráfico 5), foram calculados para um ponto selecionado na mesma posição para os 6 cenários estudados. O programa ENVI-met permite que seja indicado, na edição do modelo,  $n$ -pontos que se deseje, para recepção de todos os valores de output, simultaneamente, em intervalo de tempo estipulado pelo usuário. Os receptores distribuídos na malha do modelo para todos os casos foram situados no eixo central do passeio público, à 1,20m do solo, em frente a fachada das edificações, estando ora descobertos, ora protegidos pela presença das galerias.

Verificou-se por meio da evolução das temperaturas ao longo de um ciclo diário, de um dia de verão, que as temperaturas PET mais elevadas, foram encontradas para o cenário das edificações regulamentadas de 30m de altura apresentando recuos progressivos (cenário III). Isto pode ser explicado, devido a elevada proporção altura/largura (prospecto) das ruas, oferecendo por consequência o menor fator de visão do céu entre os cenários examinados (SVF=0,46). Verifica-se, no entanto, as menores temperaturas para o mesmo cenário (III), durante a manhã até as 12h, devido a redução substancial da radiação direta sentida pelos pedestres. Efeito provocado pelo sombreamento proporcionado pelas torres de 30m, gerando os menores valores de PET (22°C às 9h – ainda sob efeito do resfriamento da madrugada). A

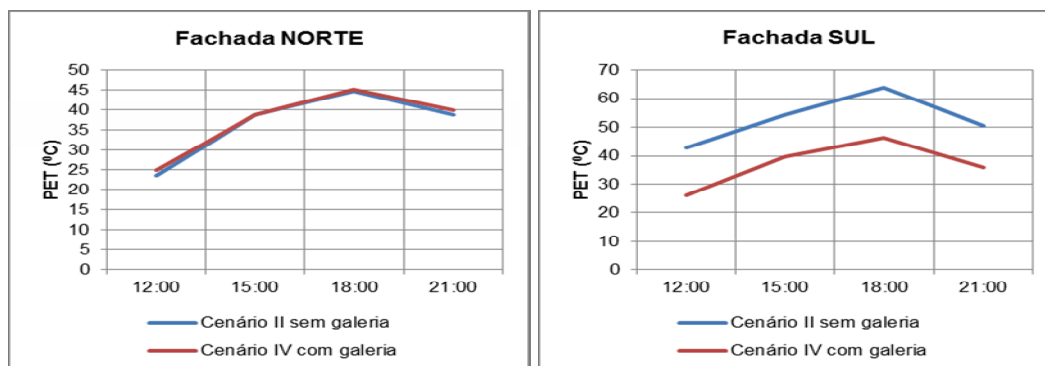
partir desse momento, porém, com a altura solar mais elevada, a proporção da sua geometria somado a seu elevado fator de forma de 0,45 (ou seja, apresentando mais superfícies expostas ao exterior) passa a provocar um excesso de calor ainda no período diurno (fenômeno normalmente verificado, sobretudo, em baixas latitudes) se prolongando até mais tarde, durante o período noite. Por essa razão, a radiação de onda longa fica ainda retida no interior da camada intra-urbana, gerando uma PET crescente até as 18h (atingindo valor máximo de cerca de 60°C). Lembra-se ainda que a orientação da rua examinada neste quesito corresponde a orientação mais indesejada do ponto de vista do ganho de calor (leste-oeste), conseqüentemente, valores particularmente mais elevados.

Analizando o mesmo pedestre, agora no interior dos cenários adaptados com galeria (cenários IV, V, VI), uma diferença bastante grande pode ser verificada ao compará-los aos cenários gerados pelo código de edificações. As áreas cde transição apresentam os menores valores da PET (que variaram, durante o período diurno entre 22°C e 42°C para os cenários IV e V). Sendo no cenário de maior prospecto e menor visão do céu (cenário VI) onde verificou-se o melhor desempenho da galeria, ao longo de todo dia.



**Figura 5** – Temperatura fisiológica equivalente (PET) do ciclo diário examinado para passeio público situado na fachada Sul.

No entanto, as tipologias com a presença deste dispositivo podem ainda apresentar condições térmicas desfavoráveis, quando comparadas aos outros cenários, sobretudo durante o período noturno. Tal resposta é dada a forma da galeria que reduz substancialmente a perda de calor por radiação. Esse fato pode ser notado, ainda com mais evidência, quando os cenários são avaliados e comparados, considerando o pedestre face a fachada Norte. Nesta situação, a galeria passa a apresentar condições de conforto térmico ligeiramente inferiores à tipologia desprovida do dispositivo (Figura 6). Tal situação pode ser justificada pelo fenômeno da radiação térmica parcialmente retida no interior da galeria (emitida pelo solo e demais superfícies da galeria), enquanto que a tipologia sem o dispositivo consegue durante o período noturno perder este calor por radiação mais facilmente.



**Figura 6** – PET para os cenários tipológicos verticais de 15m recuados sem e com a presença da galeria para passeio público situado nas fachadas Norte e Sul.



## 4. CONCLUSÕES

O trabalho apresentado examinou o desempenho microclimático de diferentes situações de geometrias urbanas geradas a partir dos parâmetros de forma exigidos pelo código de edificações e, cenários adaptados com galerias urbanas, para uma cidade situada na região do semiárido brasileiro. Simulações computacionais permitiram verificar que o componente investigado pode ser bastante vantajoso, porém com mais expressão se considerado apenas nas fachadas de orientação sul. Em geral, o uso de galerias apresentou redução sensível no desconforto térmico ao longo do dia, tendo que o pedestre recebe menos o efeito da radiação direta de onda curta. Porém, podendo ainda gerar um nível importante de desconforto no período noturno quando para determinadas orientações e prospectos, devido à radiação de onda longa que fica retida no interior das galerias. Parâmetros de projeto, que definam espaços cobertos externos, tal como as galerias urbanas, devem ser encorajados e considerados, porém, de forma bastante criteriosa, nos parâmetros do código de edificações das cidades sertanejas, tendo em conta, restrições quanto à proporção, implantação dos edifícios e a orientação de suas fachadas.

## REFERÊNCIAS

- ADOLPHE, L. A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities. **Environment and Planning B: Planning and Design**. V. 28, 2001. P. 183-200.
- ALI-TOUDERT, F. **Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate**, Rep. Meteor. Inst. Univ. Freiburg, Germany. Ph.D. Thesis, Report No 15, Download at: <<http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/2078>>. 2005.
- BAHIA, S.R.; GUEDES, P.A. **Manual para elaboração de código de obras e edificações**. Rio de Janeiro: IBAM/PROCEL, 1997. 151p.
- BRUSE, M. **ENVI-met 3.0: Updated Model Overview**. Disponível em: <<http://www.envimet.com>>. 2004.
- CARLO, J.; LAMBERTS, R.; GHISI, E. Energy Efficiency Energy Code of Salvador, Brazil. In: **Proceedings of PLEA conference. Passive and Low Energy Architecture**, Santiago, Chile, 2003.
- GOLANY, G. (Ed.). **Design for Arid Regions**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1982.
- GOMES, V.; BITTENCOURT, L. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, **Anais...Búzios**, Rio de Janeiro 2011.
- HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, 43, 1999.p. 71–75.
- MAYER, H., HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, 38, 1987. p. 43–49.
- OUAMEUR, A. F. ; POTVIN, A. Microclimate and thermal comfort in outdoor pedestrian spaces, a dynamic approach assessing thermal transients and the adaptability of users. In: Conference of the American Solar Energy Society, **Proceedings...** Cleveland, Ohio. 2007, p.1-6.
- PETROLINA. **Plano Diretor do município de Petrolina**. Lei nº 1.875. Título IV. Capítulo V. 2006. 49p.
- POTVIN, A. Assessing the microclimate of urban transitional spaces. In: XVII PLEA, **Proceedings...** Cambridge, England. 2000, p.581-586.
- SKUBS, D.; LABAKI, L. O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, **Anais...**Natal, RN. 2009.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES pelo suporte financeiro concedido ao longo da realização deste trabalho.