CONFORTO TÉRMICO EM CIDADE HISTÓRICA: UM ESTUDO EM LARANJEIRAS-SE

C. F. B. Teixeira, R. L. da S. Santos

RESUMO

É notório o aumento da consciência sobre a importância da análise de índices de conforto térmico para geração de projetos mais eficientes e sustentáveis. Os índices PET e PMV, dentre os vários existentes para expressar taxas de conforto, foram escolhidos para aplicação em Laranjeiras-SE, cidade valorizada pela sua história e cultura, reconhecidas pelo IPHAN e pelo turismo nacional. Sua configuração urbana, aliada às condições climáticas, configura um cenário único, carente em arborização urbana. Este artigo estuda a influência da arborização em Laranjeiras e para tal foram escolhidas duas ruas; uma com farta arborização, outra apenas ladeada por edificações, e feitas medições de variáveis climáticas: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar, para posterior processamento através do software Ray Man 1.2, que demonstrou índices de desconforto em ambas as ruas. Porém, as entrevistas realizadas demonstraram um maior conforto por parte dos usuários da rua arborizada.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Laranjeiras

Laranjeiras, cidade do século XIX, distante apenas 20Km da capital sergipana Aracaju, guarda características típicas das cidades coloniais brasileiras. O município desenvolveu-se a partir da instalação dos engenhos de cana-de-açúcar, ainda no século XVIII (IPHAN, 2016) e do forte comércio que se instaurou no século seguinte, quando se tornou um forte centro comercial e exportador do Estado. “O chamado Período do Ouro (1878 a 1904)” (Nogueira e Donizeti, 2012) foi o auge do desenvolvimento econômico da cidade, também atenuado pela presença estratégica do porto. Entrou em decadência, no início do século XX, em decorrencia da proximidade com a capital, Aracaju, e ao respectivo deslocamento da população para este centro e outros mais populosos. Seus casarios, igrejas e ruínas tornaram-na conhecida por muitos como “museu a céu aberto”, sendo todo o seu conjunto arquitetônico tombado pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. O patrimônio imaterial presente no município de Laranjeiras, também é de valor inestimável. São mais de 30 grupos folclóricos, como folguedos, reisados, lambe-sujo, cacumbi, taieira entre outros, manifestações que envolvem toda a cidade ao longo do ano.

O estado de Sergipe localiza-se na região Nordeste do território brasileiro, e tem como limites os estados da Bahia ao Sul e a Oeste, a Leste o Oceano Atlântico e a Norte o estado de Alagoas. No estado de Sergipe, Laranjeiras é uma cidade do interior do estado, compreendida na região leste, na divisa com a região do agreste sergipano (Fig. 01). A cidade possui latitude de 10º 48' 23" Sul, longitude de 37º 10' 12 Oeste e está a 09m de altitude. O clima da região se caracteriza como tropical com estação seca e chuvosa. A cidade foi assentada em uma região cheia de colinas e cortada pelo rio Cotinguiba, que desempenhou importante papel no desenvolvimento econômico da cidade no passado por conta do escoamento da produção açucareira até o porto na capital, Aracaju.

Fig. 01 Localização do Estado de Sergipe e de Laranjeiras (Fonte: adaptado de https://pt.wikipedia.org/wiki/Sergipe)

1.2 Conforto térmico em ambientes externos

Nos últimos anos, diversos estudos se aprofundaram nas questões relacionadas ao conforto térmico da população em ambientes externos. A interferência do uso de determinados revestimentos urbanos, a presença ou não de vegetação, conformação do entorno edificado, estão entre fatores que podem influenciar diretamente a utilização dos espaços urbanos e a qualidade oferecida pelos mesmos a quem os utiliza. Um indivíduo arbóreo contribui para a melhoria do microclima, basicamente, por filtrar a radiação solar, sendo assim um importante aliado na constituição de espaços urbanos mais aprazíveis, com melhorias que vão além da área que recebe sua sombra, como também pontos mais distantes (Abreu & Labaki, 2010).

Os parâmetros estabelecidos até aqui não abordam regiões que possuam características climáticas semelhantes às da região nordeste, onde se localiza a cidade aqui analisada e que, portanto, necessitaria de parâmetros definidos de forma mais especifica, para resultados que representem melhor a realidade. Aspectos como a adaptabilidade da população a temperaturas mais altas, por exemplo, podem fazer com que os resultados obtidos através do processamento dos dados, não representem a sensação térmica da população (Callejas & Nogueira, 2013).

PET – Temperatura Fisiológica Equivalente, PMV – Voto Médio Estimado, Carta Bioclimática Tridimensional (Abreu & Labaki, 2010), dentre tantos outros, são alguns dos índices que se propõem a estabelecer valores, dentro de escalas de conforto, que retratem a sensação térmica dos usuários.

1.2.1 Temperatura Fisiológica Equivalente – PET

O Índice PET – Temperatura Fisiológica Equivalente, desenvolvido por Höppe (1999 apud Abreu & Labaki, 2010), foi escolhido para expressar os resultados da pesquisa, pois é expresso em °C, facilitando sua compreensão. Diversos estudos apontam o Índice como a escolha mais adequada, pois considera as relações entre o balanço energético do corpo humano e a radiação de onda curta na avaliação das condições de Conforto Térmico para ambientes internos ou externos, independente da vestimenta ou da atividade realizada (Abreu-Harbich *et al.* 2012). O PET equivale à temperatura do ar, em determinado ambiente, em que o corpo humano alcança o equilíbrio térmico com o ambiente. A Tabela 01 expressa os valores de PET encontrados por Matzarakis *et al.*(1999) para a realidade climática europeia. Já a Tabela 02, mostra a calibragem feita por Monteiro e Alucci (2008) para a realidade brasileira (Abreu & Labaki, 2010).

Tabela 01 Calibração PET proposta por Matzarakis *et al.* (1999 apud Abreu & Labaki, 2010).

Sensação Térmica	PET
Muito quente	41 °C
Quente	35 °C
Cálido	29 °C
Levemente cálido	23 °C
Levemente fresco	18 °C
Fresco	13 °C
Frio	8 °C
Muito Frio	4 °C

Tabela 02 Calibração PET proposta por Monteiro e Alucci (2008 apud Abreu & Labaki, 2010).

Sensação Térmica	PET
Muito Calor	> 43 °C
Calor	> 31 °C
Pouco Calor	> 26 °C
Neutra	18 - 26 °C
Pouco Frio	< 18 °C
Frio	< 12 °C
Muito Frio	< 4 °C

1.2.2 Voto Médio Estimado – PMV

O Voto Médio Estimado – PMV, é um índice de conforto térmico obtido levando em consideração as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento) somadas a variáveis pessoais (roupa utilizada e atividade desempenhada). Foi estabelecida então uma escala de grau de desconforto, indo de -3 a 3, onde 0 significa neutralidade, os valores negativos sensações de frio e os positivos, sensações de calor conforme ilustra a Tabela 03 (Abreu & Labaki, 2010).

Tabela 03 Calibração PMV de acordo com a escala de apreciação de ASHRAE (2004 apud Petalas & Mota, 2013).

Sensação Térmica	PMV
Muito Calor	3
Calor	2
Pouco Calor	1
Neutra	0
Pouco Frio	-1
Frio	-2
Muito Frio	-3

2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, inicialmente foram selecionadas duas ruas, na cidade de Laranjeiras – Sergipe, a rua da Independência, fartamente arborizada (demarcada em preto), e a rua Dr. Getúlio Vargas, esta apenas ladeada por edificações (demarcada em branco) (Figuras 02 e 03). Os locais de medições em cada rua estão indicados por letras: letra A para o ponto de medição na Rua Dr. Getúlio Vargas, e letra B para a rua da Independência. A coleta dos dados foi realizada simultaneamente, em ambas as ruas, durante o verão, para as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento), nos seguintes horários: 09h45, 10h00, 10h30, 11h45, 12h00 e 12h30 por 3 dias não consecutivos e em semanas diferentes. Para as medições foram utilizados os seguintes equipamentos: termômetro de globo digital portátil (modelo ITWTG2000, de 0°C a 50°C, precisão +/- 0,6), termômetro infravermelho com mira a laser (faixa de medição de 20ºC a 530ºC) e anemômetro digital com ventoinha (modelo ITAN 720, 0.4 a 45 m/s, precisão +/- 0.2) (Figura 04).

Fig. 02 Localização da área de estudo e dos pontos de medição. Rua Dr. Getúlio Vargas, demarcada em branco e Rua da Independência, demarcada em preto. (Fonte: Adaptado do Google, 2016)

Fig. 03 As duas ruas analisadas: à esquerda, Rua Dr. Getúlio Vargas e à direita, Rua da Independência.

Fig. 04 Equipamentos empregados nas medições:
1 - termômetro de globo digital portátil; 2 - termômetro infravermelho com mira a laser; 3 - anemômetro digital com ventoinha.

Além das medições em campo, 139 entrevistas foram realizadas com transeuntes, a fim de obter dados sobre a percepção ambiental em relação às condições de conforto térmico, almejando estabelecer uma relação entre os resultados obtidos no processamento dos dados. A entrevista foi dividida em três partes: a primeira para coleta de dados de antropometria do entrevistado, a segunda sobre a percepção das condições de clima no momento da entrevista e a terceira sobre preferências climáticas ou situações urbanas. Posteriormente, foi empregado o Software RayMan versão 1.2 desenvolvido por F. Rutz, A. Matzarakis e H. Mayer, que realiza o cálculo dos índices PMV, PET e SET* a partir do processamento de dados climáticos (temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar), dados geográficos (latitude, longitude, altitude e fuso-horário), além de vestimenta e atividade desempenhada (0.9 clo e 100 W, respectivamente) (Abreu & Labaki, 2010).

3 RESULTADOS

A Tabela 04 ilustra os valores das variáveis monitoradas na área de estudo: temperatura do ar ambiente (ºC), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s). Observa-se que alguns dos valores monitorados na rua Independência de temperatura do ar estão maiores

que os valores monitorados na rua Dr. Getúlio Vargas, que é a rua sem arborização. Também os valores de umidade relativa do ar são menores que na rua sem árvores.

Dos 139 entrevistados, 58% eram homens e 42% eram mulheres, compreendidos entre a faixa etária de 15 anos a 71 anos. Em sua maioria, as pessoas desempenhavam atividades de baixo a moderado metabolismo como sentar ou caminhar levemente, além de vestirem roupas leves, cobrindo apenas parte do corpo como bermudas, saias, shorts, camisetas e sandálias. Quando questionados em relação a preferência da temperatura do ar, 70.63% responderam que preferiam que ela fosse mais baixa e 21.42% preferiam manter como estava a temperatura do ar. 62.7% dos entrevistados disseram possuir árvores em sua residência ou entorno próximo e 70.6% dos entrevistados ao caminhar pela cidade preferem caminhar por caminhos sombreados. Com relação a sensação térmica no momento da entrevista, 57.14% disseram sentir muito calor, 19% sentiam calor e 11.9% declaram não sentirem frio ou calor (neutralidade) (Tab. 05). A distribuição dos votos não segue a percentagem esperada de insatisfeitos, concentrando mais da metade dos votos no valor 3, equivalente à sensação de muito calor. Esse fato revela que as condições climáticas no ambiente são severas para as temperaturas do ar.

Tabela 04 Medições de variáveis ambientais na área de estudo.

	Rua Dr. Getúlio Vargas (Calçadão)								
	TA (ºC)			**UR (%)**			**V (m/s)**		
	1º dia	**2º dia**	**3º dia**	**1º dia**	**2º dia**	**3º dia**	**1º dia**	**2º dia**	**3º dia**
9h45	34.3	33.3	33.4	70.3	67.7	75.4	1.8	0.55	1.2
10h	32.8	31.9	32.6	71.6	77.4	73.8	1.2	0.95	0.5
10h30	34.1	32.9	33.8	67.6	69.2	72.2	1.1	1.45	1.0
11h45	33.9	32.9	32.8	73.4	73.5	75.1	0.4	1.5	1.4
12h	33.2	32.8	32.8	73.6	73.6	73.6	0.4	1.0	1.0
12h30	33.6	33.2	33.2	73.3	73.8	73.8	0.4	0.9	0.9
	Rua da Independência								
9h45	30.5	32.9	31.9	82.1	73.5	81.9	0.5	0.5	0.9
10h	33.5	30.8	31.3	74.4	77.9	79.3	0.5	0.4	1.3
10h30	35.6	34.9	32.3	67.7	71.4	81.5	0.5	1.2	1.4
11h45	33.1	33.3	33.5	73.9	70.2	76.4	0.6	1.0	1.0
12h	34.2	33.1	34.7	61.4	74.0	77.1	0.4	0.5	0.4
12h30	35.9	35.5	33.7	68.9	66.6	74.8	1.1	1.4	0.4

Tabela 05 Escala de sensação de conforto, PMV e PPD.

PMV	**-3** Muito frio	**-2** Frio	**-1** Pouco Frio	**0** Neutro	**1** Pouco Calor	**2** Calor	**3** Muito Calor
PPD	**100%**	**78%**	**26%**	**5%**	**26%**	**78%**	**100%**
	0%	**0%**	**0.7%**	**11.11%**	**11.9%**	**19%**	**57.14%**

Os valores obtidos no processamento dos dados demonstram que, em ambas as ruas, os índices obtidos ultrapassam o limite de conforto, ficando em sua grande maioria na categoria “calor”. Por ter sua unidade expressa em °C, o índice PET tem sua compreensão facilitada, e dentro dos resultados apresentados na Tabela 06 teve 36.7 ºC como sendo seu valor mais alto, registrado na Rua da Independência, fato que gera surpresa, por se esperar

justamente o contrário, por conta da presença de árvores. No entanto, nessa via urbana, carros, motos e pequenos caminhões tem acesso ao tráfego livre, enquanto que na Dr. Getúlio Vargas, o tráfego é liberado apenas para pedestres.

A Tabela 07 mostra os resultados da conversão dos dados aferidos em PMV. O comportamento dos dados se apresenta de forma semelhante ao do índice PET, e a rua arborizada, da Independência, registra mais valores presentes na categoria “muito calor” em detrimento da rua não arborizada, Dr. Getúlio Vargas.

Em contraposição, observou-se as sensações térmicas relatadas pelos entrevistados que, em sua maioria, demonstraram encontrar-se em menor desconforto térmico quando entrevistados na rua arborizada.

Tabela 06 Resultados para Índice PET das ruas analisadas.

PET - Rua Dr. Getúlio Vargas (Calçadão)			
	1º dia	2º dia	3º dia
09:45	34.8	33.7	33.7
10:00	33.0	32.0	34.1
10:30	34.6	33.0	34.2
11:45	34.4	33.1	33.0
12:00	33.7	33.1	33.1
12:30	34.1	32.4	33.6

PET - Rua da Independência			
	1º dia	2º dia	3º dia
09:45	30.7	33.3	32.0
10:00	34.0	31.1	31.1
10:30	36.2	35.5	32.3
11:45	33.5	33.6	33.9
12:00	34.7	33.5	35.2
12:30	36.7	36.3	34.2

Tabela 07 Resultados para Índice PMV das ruas analisadas.

PET - Rua Dr. Getúlio Vargas (Calçadão)			
	1º dia	2º dia	3º dia
09:45	3	2.7	2.8
10:00	2.6	2.5	2.8
10:30	2.9	2.6	2.9
11:45	2.9	2.7	2.7
12:00	2.7	2.7	2.7
12:30	2.8	2.5	2.7

PMV - Rua da Independência			
	1º dia	2º dia	3º dia
09:45	2.2	2.7	2.5
10:00	2.8	2.3	2.3
10:30	3.2	3.1	2.6
11:45	2.7	2.7	2.8
12:00	2.8	2.7	3.1
12:30	3.3	3.2	2.9

A Figura 05 ilustra a evolução da arborização urbana no centro de Laranjeiras, no período de 2005 a 2016. Observa-se que na rua Dr. Getúlio Vargas, haviam árvores plantadas no calçadão de pedestres em 2005. Já em 2016, a imagem de satélite não registra esse conjunto de árvores no calçadão. Essa intervenção reflete nos votos dos entrevistados, 78.57% disseram estar em condições de neutralidade na rua da Independência, enquanto que na rua Dr. Getúlio Vargas apenas 21.43%. Para a condição muito calor, 65.82% das pessoas estavam na rua Dr. Getúlio Vargas enquanto que para a rua da Independência foram 34.18%.

Fig. 05 Alterações do ambiente da rua Dr. Getulio Vargas. À direita, rua com arborização em 2005; e à esquerda, rua sem nenhuma arborização em 2016. (Fonte: Adaptado do Google, 2016)

4 CONCLUSÕES

A importância de se estabelecer pesquisas averiguando os níveis de conforto em espaços externos, principalmente em localidades situadas nos trópicos, se justifica por oferecer uma ferramenta que auxilie no planejamento urbano e na melhoria das condições ambientais. A cidade de Laranjeiras, por exemplo, além de contar com as características de intensa radiação solar e elevadas temperaturas do ar ao longo de todo o ano, ainda possui um centro histórico tombado pelo IPHAN, fato esse que não justifica a ausência de arborização. Observa-se, muitas vezes em cidades históricas brasileiras uma tendência em se ter cenários de ruas e praças áridas, como grande maioria das praças europeias da época, cujo clima e cultura são bem diferentes dos trópicos. Não se nega que houve colonização portuguesa, e por isso, muitas das particularidades desse povo foram incorporadas e mantidas até hoje. Entretanto, adaptações foram necessárias em todas as áreas ao longo dos anos, principalmente no que relaciona-se com o clima: radiação solar intensa, diferente regime de chuvas e vento; o que tornaria mais natural a presença de arborização urbana. Observa-se a inserção de elementos contemporâneos nas cidades históricas, especialmente em Laranjeiras, como mobiliário urbano e acessibilidade para construir um ambiente urbano funcional, que corresponda às necessidades atuais. Entretanto, é intrigante verificar que as poucas árvores existentes nas vias urbanas estão desaparecendo, sob "justificativas" de ser privilegiar a visualização do patrimônio arquitetônico, preterindo assim, o conforto térmico dos usuários.

Os resultados obtidos com as entrevistas ilustram que a grande maioria sentia certo desconforto térmico no momento da entrevista na rua Dr. Getúlio Vargas, estando eles caminhando levemente ou sentados, enquanto na rua da Independência isso não ocorreu com a mesma percentagem. Isto pode ser atribuído ao fato de os valores de temperatura do ar monitorados sempre ultrapassarem os 30ºC, atingindo o limite máximo de 35.9° C; como também ao fato de a rua da Independência possuir indivíduos arbóreos adultos. Mais de 60% dos entrevistados declararam possuir árvores em seu domicílio, ou seja, existe uma preocupação quanto a arborização, por parte da população, pelo menos no que diz respeito a arborização em áreas privadas, fato que não se reflete nas vias urbanas. Com relação ao emprego do software Ray Man, os dados, em PET e PMV, mostraram que as duas ruas apresentam grande desconforto térmico, não apresentando nenhum resultado dentro das faixas de conforto. Deste modo, como alguns autores afirmam (Callejas & Nogueira, 2013), para localidades com dados elevados de temperatura do ar, como Cuiabá, podendo

incluir- se Laranjeiras também, seria necessário realizar adaptações na calibração índices para que os dados resultantes do software possam refletir a realidade com maior fidelidade.

Este foi um estudo inicial para a cidade de Laranjeiras, e planeja-se dar continuidade ao estudo, monitorando mais dias no verão e em outros períodos do ano, como também aprimorar o manuseio da ferramenta computacional utilizada.

5 REFERÊNCIAS

Abreu, L. V; Labaki, L. C. (2010) Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído (Online)**, *10*, 103-117.

Abreu-harbich, L. V. De, Labaki, L. C. e Matzarakis, A. (2012) Conforto Térmico Em Cânions Urbanos Idealizados. **XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, (1), 71-79.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (s/d) [Online]. Available: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/357, Acesso em março de 2016.

Nogueira, A; Donizeti, E. (2012) **A Cidade, o Trapiche e a Universidade**, Editora UFS, São Cristóvão.

Callejas, I. J. A. e Nogueira, M. C. de J. A. (2013). Sensação Térmica Em Ambiente Urbano a Céu Aberto Na Cidade Cuiabá-MT. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, (9), 1946–1958.

Vieira, L., & Labaki, L. C. (n.d.). O Efeito Da Disposição De Indivíduos Arbóreos Da Espécie Caesalpinia Peltophoroides (Sibipiruna) No Microclima. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, (1).

Petalas, K. V. e Mota, F. S. B. (2013) Avaliação das Condições Bioclimáticas da Região Costeira do Nordeste Brasileiro: O Município de Fortaleza, CE. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 13, 185-201.