

O conforto higrotérmico em clima tropical de altitude: avaliação da Praça da Liberdade, Petrópolis-RJ

Thuany Calory Fialho Furtado da Rosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
thuany.fialho@hotmail.com

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The urban environment is dynamic and the constant densification, together with the lack of planning and integration to the local conditions, intensify the physical-territorial, environmental, social and economic disturbances. The climatic changes resulting from the urbanization process are reflected in the environmental quality of cities, damaging the effective use of their free spaces for permanence. In this way, it becomes necessary to understand the essential factors for the improvement of the urban hygrothermal comfort, considering the climatic reality of each region. This article aims to evaluate the hygrothermal comfort conditions in a high-altitude tropical climate city, presenting the case study of the Praça da Liberdade, in Petropolis, RJ. The methodology is based on documentary and field surveys, including measurements with precision instruments, which measure direct solar radiation, air temperature and relative humidity, illuminance, wind behavior and temperature of flooring materials. The results achieved began to draw a profile of the use of the Square, according to the hygrothermal comfort conditions of the evaluated areas. Shading elements, such as afforestation and constructed elements, played similar roles in reducing the variable air temperature and floor coating. However, in terms of solar radiation and illuminance, the constructed element presented superior behavior to the afforestation. It was also observed that the extensive use of the concrete impaired the hygrothermal comfort of the users. The present work ratified the importance of a planning that respects the local particularities, aiding in design guidelines appropriate to the quality and urban sustainability.

Keywords: *Urban hygrothermal comfort; High-altitude tropical climate; Urban open spaces.*

1. INTRODUÇÃO

Para a qualidade e sustentabilidade do ambiente construído, é fundamental compreender a multidisciplinaridade que envolve o planejamento urbano. Diversas questões precisam ser consideradas, como a climatologia, a termodinâmica, a cultura, a economia, a política, dentre outros. Do ponto de vista do conforto higrotérmico¹, as condições produzidas pela constante transformação das cidades interferem no uso e ocupação de seus espaços. Deste modo, a busca pelo conforto torna-se um desafio, visto a

¹ O conforto higrotérmico faz parte do conforto ambiental, que abrange uma série de características que geram maior ou menor estabilidade emocional, física, social, entre outros. Neste trabalho será tratada apenas a questão referente ao conforto higrotérmico urbano. Cabe ressaltar, ainda, que os termos conforto térmico e higrotérmico são utilizados com a mesma conotação por alguns autores. Como este artigo parte do princípio que temperatura e umidade estão intrinsecamente relacionadas, optou-se por utilizar o termo conforto higrotérmico.

necessidade da conjugação de diversos elementos e variáveis, como a forma urbana, o clima local, os indivíduos presentes no espaço e suas trocas térmicas, de acordo com a fisiologia de cada um.

A cidade, entendida como um sistema, agrega uma série de subsistemas que se inter-relacionam e se complementam, onde o bem-estar da população é uma de suas principais atribuições. Os espaços livres urbanos destinados à permanência, como as praças, são essenciais para a qualidade urbana, pois interferem positivamente nas questões climáticas e ambientais, melhorando a ventilação urbana e controlando a temperatura e umidade do ar, visto que atenuam o traçado rígido das cidades (VASCONCELLOS, 2006). Além destes fatores, também propiciam o desenvolvimento das relações sociais (COISSON *et al*, 2016).

Com o propósito de tornar a cidade mais agradável e saudável para a população, a investigação sobre o clima é fundamental para a prática do desenho urbano, pois fornece subsídios para o planejamento adequado (CARVALHO, 2001). Cada clima apresentará valores relativos à radiação solar, temperatura, umidade, precipitações e movimentos de ar. Segundo Nery *et al* (2001), em médio prazo, o estudo do clima urbano permite compreender as melhores condições de conforto higrotérmico e, ainda, indicar as diretrizes de uso e ocupação que favoreçam tal condição.

O clima tropical de altitude abrange condições semelhantes aos demais climas tropicais, que variam de acordo com o período do ano: tropical úmido no período de chuvas (verão) e tropical seco no período da seca (inverno). As condições de conforto neste tipo climático apresentam-se, por vezes, contraditórias, onde, de maneira geral, em termos de diretrizes para o desenho urbano, deve-se controlar o calor excessivo e a radiação solar diurna e oferecer proteção contra o frio. No entanto, o desenho urbano não atende a todas as exigências climáticas, devendo-se contar também com a forma e desempenho das edificações (ROMERO, 2000).

A partir do enfoque bioclimático urbano e sua aplicação para garantia do conforto higrotérmico dos espaços livres destinados à permanência, levando em conta que estes espaços devem promover o bem-estar dos usuários e auxiliar na mitigação dos problemas climáticos urbanos, o presente artigo tem o objetivo de avaliar as condições de conforto higrotérmico em uma cidade de clima tropical de altitude. Como estudo de caso, foi selecionada uma praça tradicional da Cidade de Petrópolis – RJ, a Praça da Liberdade, localizada no Centro Histórico, sendo a maior praça, em área, e uma das mais utilizadas pela população e turistas.

Cabe ressaltar que o estudo deste tipo climático ainda é escasso no meio acadêmico, o que torna as bases de consulta rarefeitas para os profissionais que atuam nos projetos urbanos. Este trabalho busca, ainda, servir de fomento para as pesquisas relacionadas ao conforto higrotérmico, levando em consideração o clima em questão como elemento fundamental no processo projetual.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A crescente evolução das cidades é um processo inerente à condição urbana. No entanto, este crescimento gera uma série de modificações que precisam e devem ser controladas de forma coerente e harmoniosa com o existente (LAMAS, 2000). No que tange ao conforto higrotérmico, é necessário entender como as novas formas e materiais interagem com as variáveis climáticas locais, que por sua vez, trabalham em conjunto conforme as características do clima local. O estudo das cidades deve

compreender tais características, bem como as particularidades de cada microclima, originados por meio de diversos elementos do ambiente construído (VASCONCELLOS, 2006).

Os espaços livres urbanos, públicos ou privados, compõem a trama urbana e estruturam um complexo sistema espacial, denominado sistema de espaços livres. São espaços que não estão ocupados por um volume edificado, tendo acesso previsto para tal ou espaços residuais das construções (MAGNOLI, 2006). Em conjunto com os espaços edificados, estabelecem uma relação de complementaridade, configuram e qualificam a paisagem, organizam seus diferentes tecidos, além de permitirem uma rica leitura da cidade (HIJIOKA *et al*, 2007; TÂNGARI, 2012).

Os espaços livres públicos para permanência são aqueles onde os indivíduos permanecem por determinado período de tempo, seja para o lazer ou descanso. No caso das praças, desempenham papéis sociais, simbólicos e ambientais, relacionados às características culturais dos indivíduos das cidades. O aspecto social está ligado à oferta ao lazer e ao convívio social. Gonçalves *et al* (2007) comentam que as praças constituem o *locus* da vida cotidiana, tornando os indivíduos sujeitos urbanos. O aspecto simbólico, segundo Tângari (2012), está relacionado à tradição paisagística da cidade, contribuindo para a preservação de sua memória. No que diz respeito ao papel ambiental, as praças atuam na melhoria da qualidade climática e da salubridade do indivíduo (VASCONCELLOS, 2006).

A qualidade ambiental das praças é parte fundamental para o desenvolvimento das atividades humanas, refletindo no seu uso efetivo e consequente permanência dos usuários. Entretanto, a falta de integração aos condicionantes locais e as constantes reformulações, como a substituição de áreas verdes (ajardinadas e arborizadas) pelas pavimentadas, reduzem o sombreamento, a absorção de calor pelo solo natural e a drenagem das águas pluviais. Estes fatores irão ocasionar prejuízos ao conforto dos usuários e à qualidade do entorno urbano. Sendo assim, as praças devem ser planejadas de modo a atender as necessidades da população e da cidade, onde Romero (2001) lembra que “desenhar espaços públicos não é dispor massas de edifícios ou fachadas dos mesmos, mas criar uma experiência de espaço envolvente, articulado entre si e apto para o uso comum a que se destina.” (ROMERO, 2001, p. 30).

A necessidade de adequação dos projetos aos condicionantes locais teve destaque com o estudo dos irmãos Olgyay (1963), a partir da aplicação do conceito de bioclimatologia à arquitetura. Estes conceitos norteiam os projetos para que se enquadrem nas características da região, visto que fornecem as informações essenciais para a construção de espaços higrotermicamente confortáveis ao indivíduo, além de valorizarem os aspectos culturais, ambientais e sociais (LAMBERTS *et al*, 1997; BARBIRATO *et al*, 2007). Para alcançar estes benefícios, tudo o que compõe o ambiente urbano (edifícios, sistema viário, vegetação, mobiliário, praças, etc.) deve “conjugarse com o objetivo de satisfazer às exigências do conforto térmico para as práticas sociais do homem.” (ROMERO, 2000, p. 87).

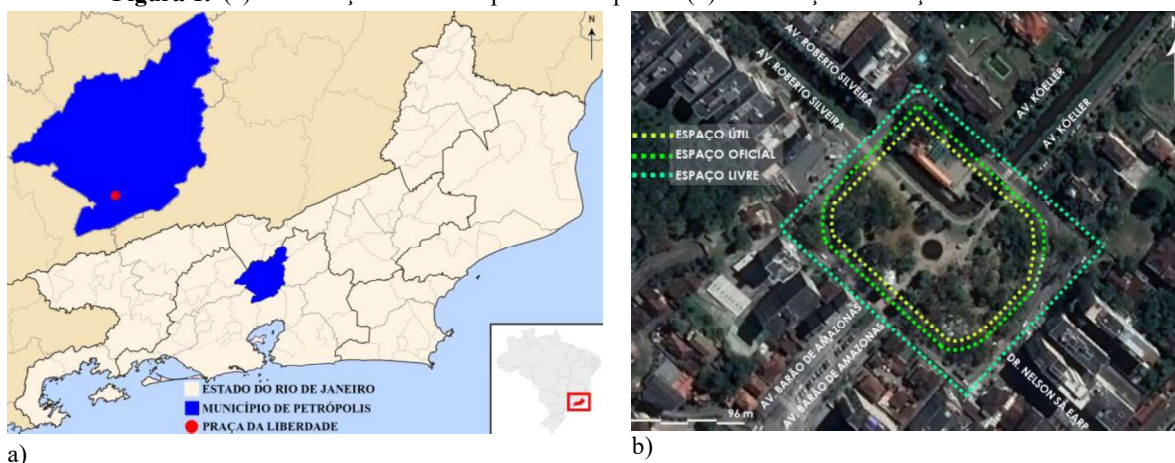
Numa analogia, pode-se entender o conforto higrotérmico, isoladamente, como um subsistema, que é composto e fortemente influenciado por outros minissistemas, cujos elementos são complementares e interagem entre si, atuando de maneira decisiva no processo de trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Seu estudo torna-se fundamental para a qualidade urbana, pois garante um ambiente adequado para as atividades e ocupações humanas (LAMBERTS *et al*, 2001). Pode-se considerar que as variáveis humanas são subjetivas e dependem do sistema humano, que é único, e, em consonância com Lamberts *et al* (2001), afirmar que as variáveis ambientais ou climáticas são objetivas, podendo ser mensuradas e calculadas com base nos dados coletados em experimentos de campo.

Para Olgay (1963), Givoni (1976), Lamberts *et al* (1997) e Romero (2000), as principais variáveis ambientais que influenciam no conforto higrotérmico são a temperatura e umidade relativa do ar, o movimento do ar e a radiação solar. Corbella e Yannas (2003) apontam a relevância da radiação infravermelha das superfícies vizinhas, visto que ao atingir uma superfície, a radiação solar se transforma, em parte, em uma fonte de calor, onde a exposição direta à radiação pode levar ao desconforto (CORBELLA E YANNAS, 2003). Vasconcellos (2006) aponta que a nebulosidade² também precisa ser considerada, pois “o grau de nebulosidade interfere na radiação solar incidente (durante o dia, no que se refere ao aquecimento do ar e, à noite, no seu resfriamento), no que tange à quantidade de radiação infravermelha que escapa em direção ao céu.” (VASCONCELLOS, 2006, p. 47).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Praça da Liberdade está localizada no Centro da Cidade de Petrópolis³, no encontro das Avenidas Barão de Amazonas, Roberto Silveira, Köeller e Rua Dr. Nelson de Sá Earp. Possui uma superfície de, aproximadamente, 15.355,00 m² (espaço oficial), sendo a maior praça, em área, do Centro Histórico (**Figura 1**). Atualmente, a Praça constitui um dos espaços livres públicos para permanência mais significativos da Cidade, com equipamentos e áreas destinadas ao lazer, estar, feiras, eventos artísticos e culturais.

Figura 1. (a) Localização do Município de Petrópolis e (b) Localização da Praça da Liberdade.



Fonte: Autores sobre Base *Google Earth*, 2018.

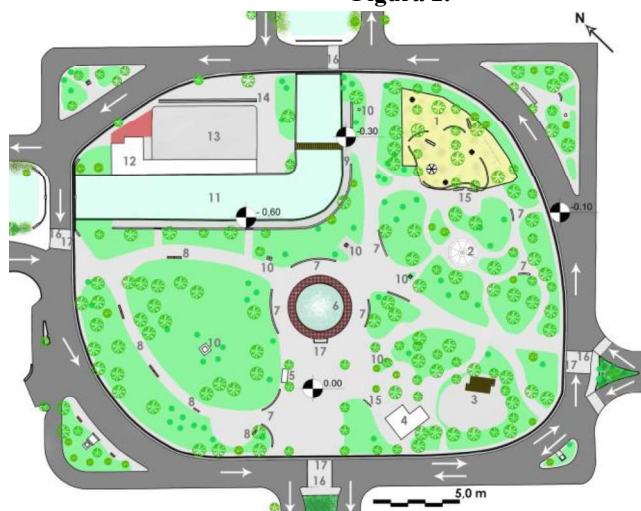
A vegetação, principalmente a arbórea, é um elemento fundamental da Praça, desde sua fundação até os dias atuais, compondo a paisagem e integrando-a ao seu entorno. A taxa de arborização é de cerca de 59,6%, distribuída nas extremidades da Praça. O sombreamento também é feito por elementos construídos (Coreto e Centro de Informações Turísticas), equivalendo a cerca de 2%. Como revestimentos de piso, predomina os impermeáveis (42,47%), caracterizados pelo uso extensivo do

² Neste trabalho a variável nebulosidade entrou, apenas, como suporte aos dias de experimentos, uma vez que foram mensurados dias de céu limpo a parcialmente limpo e sem chuva.

³ A Cidade de Petrópolis faz parte da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, está a 809 metros acima do nível do mar, sobre uma base topográfica marcada por relevo acidentado (montanhas cobertas pela vegetação de Mata Atlântica) e diversos rios que se interligam.

concreto nas áreas de circulação e do coreto, e o cerâmico vermelho em parte da área do restaurante. Em seguida aparece o piso permeável (36%) com uso da grama nas áreas de canteiro, e os semi-permeáveis (13,03%) com o uso da pedra portuguesa preta e branca como paginação de piso nas calçadas, do saibro no *playground* e da madeira no tablado da área de eventos e na ponte. As vias de entorno apresentam o asfalto como revestimento predominante (**Figura 2**).

Figura 2. Planta baixa da Praça da Liberdade.



- 1 – *Playground* com gradil alto (brinquedos infantis e mesas de jogos)
- 2 – Coreto
- 3 – Área destinada a eventos, com tablado de madeira
- 4 – Apoio turístico e sanitários
- 5 – Banca de jornal
- 6 – Chafariz
- 7 – Áreas de estar com bancos de concreto
- 8 – Áreas de estar com bancos de madeira
- 9 – Área de estar rebaixada, com bancos de concreto
- 10 – Monumentos/ estátua
- 11 – Rio Quitandinha
- 12 – Restaurante
- 13 – Rínque de patinação com gradil baixo
- 14 – Arquibancada
- 15 – Bicletário
- 16 – Travessia de pedestres
- 17 – Piso tátil
- 18 – Ponte de madeira

Fonte: Autores, 2018.

A inserção da Praça na Cidade é caracterizada pela inter-relação de diversos elementos da forma urbana, como a topografia, as áreas verdes, o sistema viário, a densidade construída, o uso do solo e o gabarito. A topografia e as áreas verdes são elementos marcantes na paisagem, sendo retraídas pela expansão das edificações e da malha urbana. A arborização das Avenidas Köeller e Roberto Silveira funciona como corredores verdes, conduzidos, prioritariamente, pelos leitos de rios. A arborização nas calçadas acontece, somente, nas Avenidas Köeller e pontualmente na Barão de Amazonas, oferecendo o sombreamento necessário para a circulação dos pedestres e servindo de anteparo para reduzir a reflexão da radiação solar. Em contrapartida, as demais áreas sofrem com insolação intensa, causando desconfortos aos transeuntes, principalmente nas épocas mais quentes do ano.

As edificações apresentam diferentes implantações no lote, com afastamentos frontais e laterais diversos, formando reentrâncias, caracterizando um tecido com maior permeabilidade aos ventos. Este fato favorece a adequada ventilação urbana e permite a retirada do calor excessivo produzido pelas edificações, melhorando as condições de conforto higratérmico neste tipo climático.

4. METODOLOGIA

Para a escolha do estudo de caso foi selecionada a Praça da Liberdade, localizada na Cidade de Petrópolis, na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, cujo clima é o tropical de altitude. A Praça é um referencial para a Cidade devido ao seu forte caráter histórico, dimensões e intenso uso pela população e turistas.

A Pesquisa foi iniciada pelo levantamento bibliográfico, que deu suporte à contextualização do artigo, seguido pelo inventário de campo, observando as características físico-ambientais e climáticas.

Estes dados serviram de base para o planejamento da medição de campo, que envolveu a seleção dos turnos e pontos de medição, bem como as aferições propriamente ditas. A medição de campo apresentada foi realizada na época de verão, contemplando a condição quente-úmida do clima tropical de altitude, caracterizando-se como um estudo piloto. O estudo e levantamento dos dados climatológicos utilizou o método das medidas móveis.

A escolha dos turnos de medição considerou as horas mais amenas e de maior pico de temperatura, radiação solar e iluminância; horários de movimento baixo a moderado e que aproveitassem a iluminação natural. Foram determinados dois turnos de medição: manhã (9h) e tarde (14h). A seleção dos pontos compreendeu duas etapas. A primeira etapa consistiu na definição dos setores, de acordo com os microclimas encontrados na Praça, conforme os elementos que interagem para o conforto higrotérmico (entradas de vento; proximidade ao elemento água - rio e chafariz; exposição solar; condições e forma de sombreamento; tipos de revestimento de piso), totalizando cinco setores (A, B, C, D, E). A segunda etapa correspondeu à distribuição espacial dos pontos (onze pontos), de modo a facilitar o deslocamento dos pesquisadores para que o período de medição em cada turno fosse de, aproximadamente, uma hora, garantindo que não houvesse diferenças climáticas significativas entre eles (**Figura 3**).

Figura 3. Setores e respectivos pontos de medição.



SETOR A

Pontos 1, 2 e 3.

- Piso predominante: concreto;
- Proximidade à calha do Rio Quitandinha.

SETOR B

Pontos 4 e 5.

- Área central da Praça;
- Piso predominante: concreto;
- Proximidade ao chafariz;
- Sombreamento pelo coreto.

SETOR C

Pontos 6 e 7

- Piso predominante: grama;
- Densamente arborizado.

SETOR D

Pontos 8 e 9

- Piso predominante: concreto.
- Sem proximidade ao elemento água.

SETOR E

Pontos 10 e 11

- Piso predominante: concreto.
- Próximo a extensas áreas gramadas.

Fonte: Autores sobre Base *Google Earth*, 2018.

Para o estudo microclimático foram realizadas aferições das principais variáveis que influenciam no conforto higrotérmico urbano, como a radiação solar direta, a temperatura e umidade relativa do ar, a iluminância, a velocidade e direção predominante do vento e a temperatura dos materiais de revestimento de piso. Para a coleta dos dados foram utilizados instrumentos de precisão, como um Sensor de Radiação Solar (*Spectrum Technologies*), um Termo higrômetro ITHT 2210 de alta precisão (*Instrutemp*), um Luxímetro digital LM801 (*Instrutemp*), um Termo Anemômetro digital MDA-11 (*Minipa*) e um Termômetro Infravermelho com mira laser, MT-360 (*Minipa*).

O procedimento básico para a aferição determina que os instrumentos permaneçam nos pontos por cinco minutos, sendo quatro minutos para a estabilização e um para as medições propriamente ditas. As primeiras medidas registradas no período de estabilização são desprezadas. Durante as medições, os

aparelhos foram mantidos imóveis e ficaram a aproximadamente 1,70m do chão, com exceção do termômetro de superfícies. Os dados coletados foram transferidos para planilhas pré-confeccionadas no Programa Excel. É importante mencionar que, aliado ao estudo microclimático, foram realizadas observações diretas não participativas para comparação entre as condições de conforto higrotérmico e os usos e apropriações feitas pelos usuários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A medição de verão aconteceu no dia 24 de janeiro de 2018. As variáveis iluminância e radiação solar apresentaram reduções significativas em seus valores à sombra. O estudo da influência do tipo de sombreamento nestas variáveis indicou que o elemento construído teve um desempenho melhor do que a arborização, reduzindo consideravelmente estas variáveis. Este fato pode ser explicado pela composição do elemento vegetal, onde a disposição de suas folhas permite a passagem, mesmo que mínima, de luz e radiação solar. No entanto, sob o aspecto do controle de tais variáveis, essencial nesta época do ano, considerou-se que ambos os elementos (vegetal e construído), de acordo com seus benefícios particulares em outras variáveis ambientais, são adequados para este propósito, atuando em conjunto para a melhoria da qualidade ambiental da Praça e proporcionando seu uso efetivo neste tipo climático.

A temperatura do ar sofreu reduções, em média, de 1,5°C quando aferida à sombra. Neste caso, a arborização e o elemento construído apresentaram resultados semelhantes, cuja diferença entre eles foi inferior a 1°C no turno da manhã e de 1,2°C à tarde. No caso da umidade relativa do ar, fortemente influenciada pela presença de vegetação e do elemento água, observou-se acréscimos médios de 2,65% nos pontos aferidos sob a copa das árvores. Entretanto, nos pontos próximos ao Rio e ao chafariz, 3 e 4 respectivamente, os resultados foram similares aos demais pontos aferidos sem a proximidade destes elementos. Cabe destacar que, no dia da medição, o chafariz estava desligado durante todo o experimento de campo. Acredita-se que o funcionamento do mesmo possa elevar o percentual de umidade relativa do ar em seu entorno imediato.

Em termos de revestimento de piso, foram avaliados dois tipos: o concreto (pavimento contínuo com juntas de dilatação com nata de concreto) e a grama. Observou-se que, ao sol, o concreto apresentou temperaturas superiores à grama, nos dois turnos, com diferenças entre 4,5°C pela manhã e 13°C à tarde. Como apenas o concreto encontrava-se sombreado pelo elemento construído (coreto), a comparação entre os pisos à sombra considerou os valores obtidos sob a copa das árvores. Neste contexto, a grama indicou temperaturas em torno de 1,3°C menores do que o concreto.

Pode-se destacar, ainda, a respeito do comportamento dos pisos avaliados, um aumento expressivo de suas temperaturas, sobretudo do concreto, à medida que as medições se encaminhavam para o turno da tarde, registrando uma temperatura de 54,5°C no ponto 1, às 14h, por conta de sua constante exposição solar. Esta condição é extremamente prejudicial para o conforto higrotérmico dos usuários, principalmente por conta do forte caráter de circulação da Praça. Lamberts *et al* (2011) recomendam uma temperatura de piso entre 23°C e 25°C em locais onde há circulação de pessoas. Com base nestes resultados, o uso extensivo da grama seria o mais indicado, visto sua menor emissão de calor. Além disso, possui maior grau de permeabilidade, o que contribui para a drenagem urbana, melhorando o escoamento superficial das águas pluviais, garantindo a adequada infiltração no solo e promovendo o

equilíbrio dos recursos hídricos. Em cidades com elevados índices pluviométricos, como Petrópolis, esta opção seria benéfica, onde o aumento destas áreas pode ser implementado como alternativa aos constantes problemas de alagamento vivenciados a cada ano. Todos os resultados mencionados foram expressos na **Tabela 1**.

Tabela 1. Comportamento das variáveis ambientais – medição de verão.

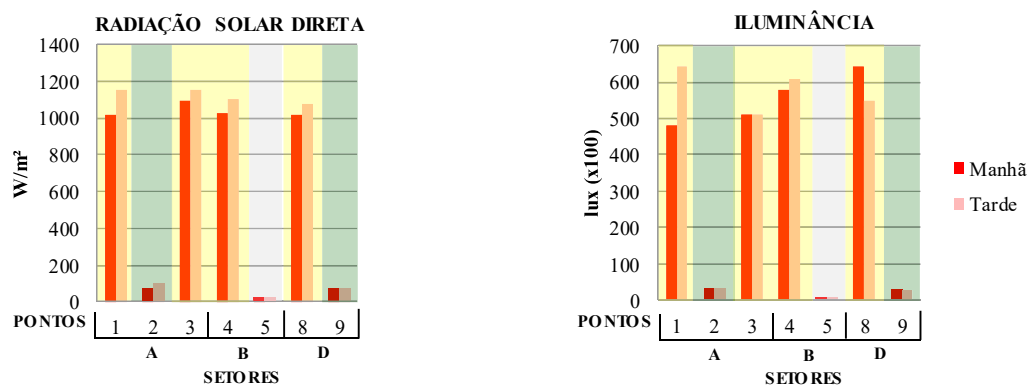
| Pontos | RADIÇÃO SOLAR DIRETA (W/m ²) | | TEMPERATURA DO AR (°C) | | UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | | ILUMINÂNCIA (lux) | | TEMPERATURA DO PISO (°C) | | PISO (TIPO) | VENTO (m/seg.) | | DIREÇÃO (predominante) | |
|--------|------------------------------------------|-------|------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------|-------|--------------------------|-------|-------------|----------------|-------|------------------------|-------|
| | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde | | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde |
| 1 | 1015 | 1150 | 31,42 | 32,35 | 56,92 | 51,36 | 480 | 645 | 32 | 54,5 | Concreto | 0,82 | 1,85 | NO | SE |
| 2 | 77 | 102 | 26,89 | 31,77 | 65,25 | 52,35 | 34 | 33 | 18 | 23,5 | Concreto | 1,23 | 2,3 | SE | SE |
| 3 | 1094 | 1156 | 29,63 | 31,30 | 60,01 | 56,35 | 510 | 510 | 31 | 50,5 | Concreto | 0,61 | 1,9 | SE | SE |
| 4 | 1025 | 1107 | 27,15 | 33,42 | 62,22 | 50,57 | 580 | 610 | 32 | 50 | Concreto | 3,5 | 0,82 | SE | SE |
| 5 | 25,5 | 27 | 28,50 | 31,89 | 61,24 | 55,00 | 5 | 6 | 22,5 | 25,5 | Concreto | 0,82 | 0,66 | SE | SE |
| 6 | 134 | 1100 | 28,21 | 32,43 | 64,51 | 53,79 | 65 | 650 | 20 | 36,5 | Grama | 0,61 | 2,21 | NO | SE |
| 7 | 1008 | 93 | 27,58 | 29,83 | 63,21 | 56,58 | 590 | 24 | 31 | 24 | Grama | 1,8 | 2 | SE | SE |
| 8 | 1020 | 1075 | 27,7 | 31,99 | 63,4 | 49,67 | 645 | 550 | 38 | 51 | Concreto | 0,5 | 0,92 | NE | NE |
| 9 | 75 | 74 | 27,15 | 30,61 | 64,58 | 52,89 | 30 | 30 | 18 | 21 | Concreto | 3,8 | 1,33 | NE | NE |
| 10 | 1091 | 83 | 29,72 | 30,38 | 58,61 | 52,53 | 490 | 40 | 44,5 | 35 | Concreto | 2,88 | 1,7 | NO | NE |
| 11 | 122 | 1045 | 28,61 | 31,04 | 61,80 | 52,33 | 77 | 385 | 25 | 41 | Concreto | 0,67 | 2,21 | NO | NE |

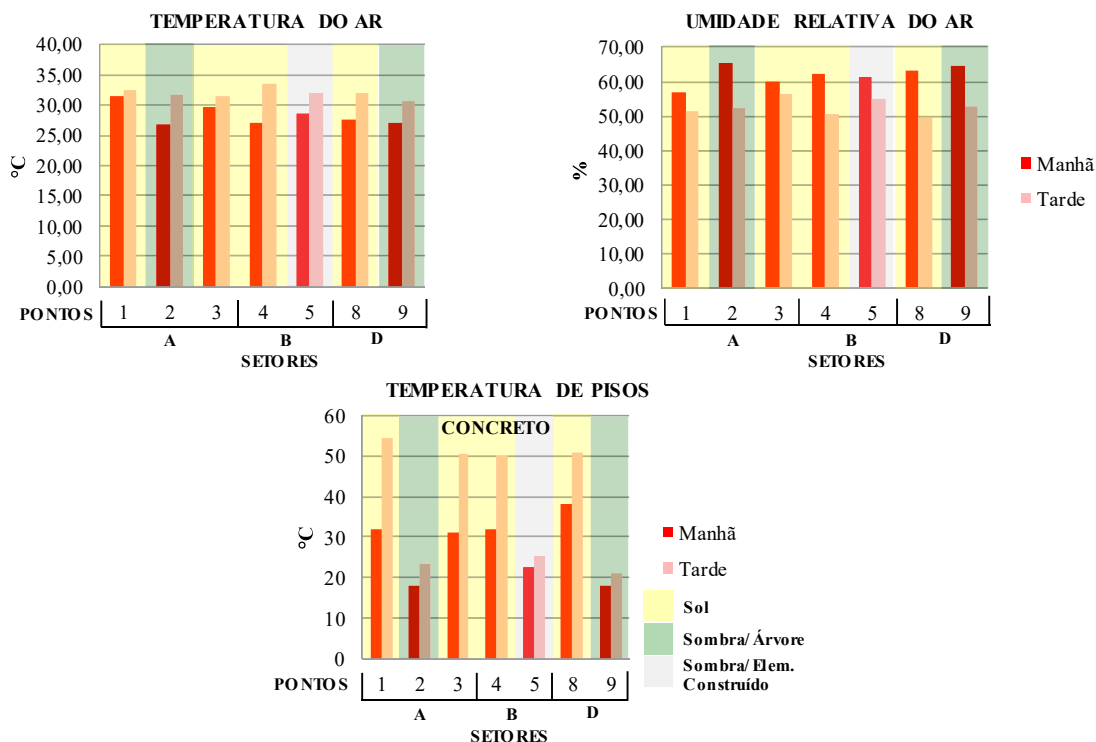
Fonte: Autores, 2018.

O vento é uma variável dinâmica, que se altera por inúmeros fatores. Em geral, Petrópolis apresenta ventos dominantes que diferem de acordo com a época do ano. No período úmido, a direção predominante é noroeste e no período seco, sudeste e leste. Nos resultados obtidos na medição de verão, apenas nos pontos 1, 6, 10 e 11 notou-se o predomínio dos ventos na direção noroeste. Nos demais pontos a direção predominante variou entre sudeste e nordeste. Acredita-se que esta modificação se deve à topografia acidentada e à forma como a Praça está inserida no traçado urbano.

Alguns pontos apresentaram exposições solares diferentes em cada turno. Os pontos 6 e 7, inicialmente à sombra e ao sol respectivamente, inverteram sua condição de sombreamento. Fato semelhante ocorreu com os pontos 10 e 11, onde o ponto 11, do sombreamento total, passou ao sombreamento parcial, devido à permeabilidade da copa da árvore (*Magnolia champaca*). O **Gráfico 1** ilustra os valores dos pontos que apresentaram a mesma condição de exposição solar nos dois turnos: exposição total ao sol (pontos 1, 3, 4, 8), sombra do elemento construído (ponto 5) e sombra da árvore (pontos 2 e 9).

Gráfico 1. Comportamento das variáveis ambientais conforme a condição de sombreamento – medição de verão.





Fonte: Autores, 2018.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho corroborou a importância do estudo do clima local para os projetos urbanos, uma vez que contribui para a qualidade e sustentabilidade das cidades. No caso apresentado, pôde-se observar que a Praça da Liberdade não conjuga todos os atributos necessários para o conforto higrotérmico dos usuários, em clima tropical de altitude.

No cruzamento dos dados entre as medições de campo e as observações de uso, notou-se um esvaziamento das áreas com maior pico de radiação solar, iluminância e temperatura do ar, sendo mais utilizadas na parte da manhã, como as áreas de lazer próximas ao Rio Quitandinha e ao redor do chafariz. No turno da tarde, as áreas mais utilizadas foram o coreto, o *playground* e houve intensa apropriação das áreas gramadas/ arborizadas. A escolha inadequada dos pisos influenciou negativamente no conforto dos usuários, prejudicando um dos seus principais aspectos: a circulação.

O estudo do ambiente urbano é uma tarefa multidisciplinar, pois, de acordo com sua complexidade, envolve a análise de fatores adicionais aos usualmente observados em ambientes internos. É fundamental que os profissionais que atuam no planejamento urbano promovam um desenvolvimento equilibrado e sustentável, que inclua as especificidades locais, reduzindo os impactos e garantindo melhores resultados socioambientais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L.C.L.; TORRES, S.C. **Clima e cidade: uma abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. EDUFAL: Maceió, 2007.
- CARVALHO, M. M. de. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001.
- COISSON, E.; DEL LESTO, S.; GHERRI, B. Sustainable Redevelopment of Public Spaces in City Centers: A Bioclimatic Approach. In: **Procedia Engineering**, v. 161, p. 1852-1857, 2016.
- CORBELLA, O. D.; YANNAS, S. **Em busca da arquitetura sustentável para os trópicos. Conforto ambiental**. Rio de Janeiro. Editora Revan, 2003.
- GONÇALVES, F. S. *et al.* As praças que a gente viu! As praças que a gente quer. **XV Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte. II Congresso Internacional de Ciências do Esporte–Política Científica e Produção do Conhecimento**. Recife Anais: CBCE, 2007.
- HIJIOKA, A. *et al.* Espaços livres e espacialidades da esfera de vida pública: uma proposição conceitual para o estudo de sistemas de espaços livres urbanos no país. **Paisagem e Ambiente**, n. 23, p. 116-123, 2007.
- LAMAS, J.M.R.G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian. Ministério da Ciência e da Tecnologia, 2000, 590p.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo, Brazil: PW Editores, 1997.
- LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A.; GOULART, S. **Conforto e stress térmico**. Apostila de disciplina. LabEEE, UFSC, 2011.
- MAGNOLI, M. M. **Espaço livre – Objeto de trabalho. Open space**. In: Paisagem Ambiente: ensaios – n.21. São Paulo. p. 175 – 198. 2006.
- NERY, J.; ANDRADE, T. Metodologia de Investigação dos Fatores Microclimáticos. **VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, Campinas. Anais. ANTAC (no prelo), 2001.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 2000. 128 p.
- _____. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Editora da Universidade de Brasília, 2001.
- TÂNGARI, V. R. O papel dos espaços livres públicos na formação da imagem urbana. **Anais: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo**, v. 6, n. 3, 2012.
- VASCONCELLOS, V. M. N. **O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido: uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.