

ESTUDOS DE SUSTENTABILIDADE DIRECIONADOS AO CONFORTO AMBIENTAL E CLIMATOLOGIA URBANA

Juliana Aparecida Biasi*

Marta Veronica Buss**

Jeferson Eduardo Suckow***

João Paulo Valentini****

Giovana Pasqual*****

Resumo

A crescente procura por soluções que proporcionem eficiência energética e conforto térmico tem resultado em um grande volume de pesquisas em diversas universidades, todas em busca de projetos ou pesquisas que tragam esclarecimentos e melhorias nas condições de conforto, economia e sustentabilidade para a sociedade envolvida, ao mesmo tempo que proporcionem auxílio para a comunidade pesquisadora através de publicações de novas metodologias ou do aperfeiçoamento dessas. Com esse objetivo, este artigo propõe o estudo de três outros artigos, desenvolvidos por pesquisadores do setor de sustentabilidade com foco em conforto ambiental e climatologia urbana, pertencentes à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, através de um brainstorm realizado pelo grupo de pesquisa interno para verificar as correlações entre eles e de como essas pesquisas têm potencial de desenvolvimento tecnológico, ambiental e social.

Palavras-chave: Climatologia Urbana. Conforto Ambiental. Conforto Térmico. Eficiência Energética.

1 INTRODUÇÃO

A história não é clara quanto ao surgimento do conforto ambiental como matéria científica (SEGAWA, 2003), porém seus objetivos são claros:

utilizar racionalmente os recursos disponíveis para proporcionar ao usuário conforto e condições necessárias para habitar o ambiente seja ele interno ou externo. Diversos estudos explanam como o conforto ambiental é uma ferramenta necessário no desenvolvimento de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo (FREITAS; AZERÊDO, 2013; KOWALTOWSKI; LABAKI; PINA; BERTOLLI, 1998).

Este artigo pretende apresentar os resultados do brainstorm, realizado pelo grupo de pesquisa de três trabalhos produzidos pelos integrantes do grupo de desenvolvimento sustentável com foco em conforto ambiental e climatologia urbana ao analisar como estes estudos se integram, se complementam, contribuem para a sociedade em um desenvolvimento sustentável e qual é a perspectiva de evolução dessas pesquisas de agora em diante.

2 DESENVOLVIMENTO

Das três pesquisas a serem abordadas neste artigo, duas são direcionadas para o ambiente externo, (PIASKOWY; KRÜGER, 2016; ROSSI; KRÜGER; BRÖDE, 2012) e uma é direcionada à eficiência energética para conforto térmico de ambiente interno (KRÜGER; LANGE; FERNANDES; ROSSI, 2016).

2.1 Caracterização climática da área dos estudos

As três pesquisas foram realizadas na cidade de Curitiba, Paraná, e por esse motivo abordam as mesmas características climáticas.

Curitiba é situada na região sul do Brasil, possui altitude média de 917m, seu clima é subtropical, mesotérmico controlado por massas de ar polares e tropicais. A temperatura média anual é de 16°C, apresentando grande amplitude térmica diária e sazonal. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com maior concentração no verão. Entretanto, o inverno também pode se tornar chuvoso devido à uma frente polar atlântica. É classificado como tipo Cbf (KOPPEN, 1928), com frio intenso no inverno e

clima ameno no restante do ano. Fevereiro é o mês mais quente do ano, com média de temperatura em 22°C e máxima de até 35° C, enquanto junho é em geral o mês mais frio do ano com temperatura média de 18°C e mínima de até -5°C.

2.2 Estudo 1: Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI

O objetivo deste estudo foi analisar o conforto térmico de transeuntes nas ruas da cidade de Curitiba, Paraná, a fim de definir faixas de conforto e desconforto para frio e calor. Esses dados, agrupados em faixas, permitem realizar uma calibragem local para o índice UTCI (Universal Thermal Climate Index).

Durante 14 dias, entre os meses de janeiro e agosto de 2009, foram monitoradas simultaneamente, em dois pontos de ruas locais de pedestres, as variáveis climáticas e aplicados questionários de conforto com a população local, perfazendo um total de 28 pontos de coleta com tempo de monitoramento diário de 5 horas (das 10h00 às 14h59) o que totaliza 140 horas de pesquisa em campo.

As variáveis climáticas monitoradas foram: T_{rm} - temperatura radiante média (°C); T_g - temperatura de globo (°C); v_a - velocidade do ar (m/s); ϵ_g - emissividade do globo (adimensional); D - diâmetro do globo (m); T_a - temperatura do ar (°C).

O passo seguinte foi a obtenção da sensação térmica predita através do índice UTCI, para a qual utilizou-se o modelo UTCI-Fiala (FIALA et al, 2011 apud ROSSI; KRÜGER; BRÖDE, 2012), estudo que considera:

- O comportamento adaptativo em relação ao isolamento térmico a partir de estudos de campo realizados na Europa;
- A distribuição de roupas utilizadas em diferentes partes do corpo;
- A redução da resistência térmica e evaporativa da roupa causada pelo movimento da pessoa andando a 4 km/h em superfície plana e pelo vento.

A verificação da consistência dos resultados encontrados com o índice UTCI foram agrupados conforme os dados pessoais de: gênero, idade e IMC (índice de massa corpórea). Os resultados foram que houve poucas diferenças entre os subgrupos, o que indica que o índice UTCI teve uma boa capacidade preditiva.

Na sequência houve a proposição de faixas de menor desconforto térmico para o UTCI, para isso, foram realizadas duas análises:

- Análises das respostas de sensação térmica reais e as previstas pelo índice UTCI;
- A porcentagem estimada de insatisfeitos com o ambiente analisado para as respostas reais e para o UTCI.

Para as análises preditivas do UTCI foram adotadas a combinação de duas faixas que podem ser consideradas como conforto térmico:

- Conforto térmico: abrange as temperaturas de UTCI de 18°C a 26°C;
- Sem estresse térmico: abrange as temperaturas de UTCI de 9°C a 18°C;

Na análise dos resultados das respostas reais de sensação térmica, surgem as seguintes faixas:

- Desconforto para o frio: $T_a \leq 15^\circ\text{C}$;
- Conforto: $15^\circ\text{C} < T_a < 24^\circ\text{C}$;
- Desconforto para o calor: $T_a \geq 24^\circ\text{C}$.

A análise do índice UTCI mostrou a necessidade de calibração das faixas para a cidade de Curitiba conforme indicado na Tabela 1.

2.3 Estudo 2: Análise do sombreamento e uso de áreas ensolaradas em uma praça urbana em um local subtropical

O objetivo desse segundo estudo foi analisar o uso e permanência dos usuários nos bancos da praça do Japão, na Cidade de Curitiba.

A praça do Japão está inserida no meio urbano e encontra-se na área denominada "setor estrutural", que é servido pelo sistema de transporte público em massa e possui alta densidade de construções que parecem não

ter um limite claro quanto a altura segundo a legislação vigente. Como consequência, a maioria das edificações e também a praça carecem de ventilação e acesso à luz solar.

Para o estudo foram utilizadas duas câmeras digitais posicionadas na varanda do memorial japonês existente na praça. Isso permitiu a avaliação de 10 dos 16 bancos existentes e manteve a discrição da pesquisa para que os usuários do local não tivessem alterações de comportamento durante esse estudo de observação. As câmeras foram ajustadas para ter o espaço de tempo de 1.5 minutos entre os registros de cada foto. O estudo durou quatro dias, durante a estação de inverno do ano de 2015, desde às 10h30min até 16h, o que totalizou em 8.435 cenas analisadas.

Para o entendimento das relações de comportamento dos usuários e as condições térmicas, foram utilizados os índices térmicos PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e UTCI ajustado para Curitiba (ROSSI; KRUGER; BRODE, 2012). As informações das variáveis climáticas de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e emissividade do globo foram obtidas através da estação meteorológica oficial do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizado a aproximadamente 6km do local avaliado.

Em análise preliminar a praça mostra a seguinte configuração de áreas:

- 52% das cenas com bancos sombreados;
- 14% das cenas com bancos expostos ao sol;
- 33% das cenas com bancos parcialmente sombreados;
- 1% das cenas com iluminação refletida pelas edificações do entorno.

Os resultados iniciam indicando a preferência das pessoas pelos bancos em áreas não sombreadas (expostas ao sol) mesmo quando os índices mostram condições de estresse para o calor. Entretanto, quando estudo mostra o tempo de permanência em cada um dos 10 bancos nas diversas situações que esses encontram-se durante o período de coleta de dados (sombreado; não sombreado; parcialmente sombreado) o resultado aumenta para os bancos sombreados e parcialmente sombreados. É

levantada a questão de diminuição de estresse térmico ao calor ao se mover de uma área sem sombreamento para uma completamente ou parcialmente sombreada. É observado também que bancos que possuem a combinação de uso consecutivo em situação sombreada para parcialmente sombreada tem menor tempo de permanência do que os que possuem as combinações de usos consecutivos nas ordens de não sombreada para sombreada ou de não sombreada para parcialmente sombreada.

O índice PET classifica as horas monitoras em:

- 21% de conforto térmico;
- 61% de estresse moderado ao calor;
- 18% de forte estresse ao calor.

Já o índice UTCI varia de:

- 68% sem estresse térmico;
- 32% de estresse moderado ao calor;

Pelo motivo das horas de estudo apresentarem, em sua maioria, proximidade à situação de conforto segundo os índices, essas não foram suficientes para eleger um padrão de uso dos bancos não sombreados, sombreados ou parcialmente sombreados pela consciência do clima local. O estudo pretende proceder com análises a serem realizadas durante as condições climáticas de todo o ano, focando em aspectos sazonais de uso da praça.

2.4 Estudo 3: Avaliação do potencial de resfriamento de um sistema teto-reservatório para condições subtropicais

Essa terceira pesquisa apresentada teve como objetivo avaliar a aplicação do resfriamento evaporativo à inércia para o condicionamento térmico de ambientes em situação de calor em Curitiba utilizando um reservatório d'água.

Foram utilizados métodos anteriormente adotados na temática: utilização de células-teste para experimentos com resfriamento evaporativo indireto - REI (KRÜGER et al., 2004; KRÜGER; RORIZ, 2004; GONZÁLEZ-GARCIA, 2010; GONZÁLEZ et al., 2014 apud KRÜGER; LANGE; FERNANDES; ROSSI, 2016) e adoção de equações preditivas para a comparação simultânea de diferentes configurações da célula teste.

Os fatores psicrométricos definidores do potencial do sistema baseados na evaporação da água são: a TBUdep (diferença entre temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido do ambiente externo), o aumento da capacidade térmica (resultante da combinação do volume de água no reservatório e o alto calor específico do corpo d'água) e, em decorrência, o aumento da inércia térmica do sistema.

Assim, foram confeccionados dois módulos em dimensões idênticas: um controle (MC) e um experimental (ME). A diferença entre os módulos está na cobertura, o MC é coberto por uma chapa de compensado naval 15mm de espessura mais 150mm de EPS, enquanto que a cobertura do ME é feita com uma bacia metálica de base quadrada pintada com tinta acrílica na cor branca para o armazenamento de água. A pintura ocorreu para que a cobertura não tivesse aumento da capacidade térmica do teto-reservatório (TR) além do próprio corpo d'água.

Foram utilizadas duas configurações para o ME, a primeira (ME1) com TR aberto e sombreado por uma placa de compensado naval de 10mm de espessura, envernizada, pintada na cor branca e revestida sua face inferior com EPS de 5mm de espessura. O espaço entre a caixa e a placa de sombreamento é de 6cm e proporciona uma ventilação permanente no sistema de evaporação. Na segunda (ME2), o TR fica vedado e isolado por uma tampa de madeira compensada revestida com 4,5cm de EPS, a bacia metálica recebeu uma chapa do mesmo material vedada com aplicação de silicone, a tampa e a bacia tem entre elas uma câmara de ar que as separa.

Os módulos foram posicionados de maneira que pudessem receber a mesma quantidade de radiação solar ao longo do período monitorado e que não projetassem as sombras umas sobre as outras.

Foram utilizados três data loggers idênticos para o monitoramento das temperaturas do ar externo, interno ao MC e interno ao ME (1 e 2). Os aparelhos foram programados para realizar medições a cada 15 minutos.

Para que as duas configurações medidas pudessem ser comparadas foram desenvolvidas equações preditivas do comportamento térmico baseadas nos procedimentos sugeridos por Fernandes et al. (2015). Sendo assim, a configuração 2 foi normalizada sob as mesmas condições climáticas da primeira série de dados de desempenho, ambas relativamente ao MC.

Os resultados mostram que em ambos os casos o ambiente interno tem um amortecimento de temperatura quando comparado ao ambiente externo. Para o ME1, TR aberto e sombreado, a amplitude térmica (valores absolutos) durante o período atingiu 14°C, para o MC a amplitude foi de 26,2°C e, no ambiente externo, chegou a 22,7°C. Enquanto no MC houve um aumento da amplitude térmica em 15%, no ME1 ocorreu a redução de quase 40%.

Também foi calculado a “depressão térmica da temperatura de bulbo úmido” (TBUdep) que define o potencial do sistema de resfriamento evaporativo. Quanto maior for o TBUdep, maior é o resfriamento evaporativo. O relatório de saída de temperatura e humidade para a cidade de Curitiba indicam uma baixíssimo potencial de aplicação para essa estratégia, sendo este de 1% das horas do ano, ou de aproximadamente 2% para o período diurno (das 6h00 às 19h00). Sistemas de resfriamento evaporativo comumente mostram temperaturas em torno de 2°C acima da TBU. No caso do ME1, a temperatura média interna se mantém em torno de 1 °C acima da TBU média e a média das máximas com 0,1°C acima da TBU máxima diária.

Quando analisados os resultado do ME1, TR aberto e sombreado, quanto as condições de conforto térmico e seu potencial de resfriamento, utiliza-se como base a norma ASHRAE Standart 55, indicada para edificações

ventiladas naturalmente. De acordo com essa norma, a definição da temperatura de conforto (T_{conf}) se dá com base na temperatura externa média que, nesse caso, obtém-se $24,3^{\circ}\text{C}$. Conclui-se que o sistema proporciona mais de 96% das horas diurnas monitoradas sem desconforto por calor/ necessidade de resfriamento para ME1.

Para o ME2, observou-se que a massa térmica gerou um atraso térmico significativo e em consequência uma redução da temperatura interna. A amplitude térmica registrada na segunda configuração foi de $6,3^{\circ}\text{C}$ para o ME2, $15,2^{\circ}\text{C}$ para o MC e de $15,1^{\circ}\text{C}$ para o ambiente externo. Dessa maneira, o ME2 atingiu 60% de queda da amplitude térmica durante o período.

Outras observações foram realizadas para os dois módulos experimentais, no ME1 (TR aberto e sombreado) notou-se que a massa de água mantém-se em temperatura mais constante (resultado de seu alto calor específico), associado à alta condutividade da bacia metálica, faz com que o ME1 acompanhe a pequena variação de temperatura da água do reservatório. Durante o período noturno, a temperatura tende a acompanhar a temperatura do ambiente externo ($T_{BS} = T_{BU}$), e, em período diurno, a temperatura da água tende a ser limitada pela TBU.

Já no ME2 (TR isolado e vedado) é notado o aumento significativo no atraso e no amortecimento térmico em relação ao ambiente externo devido ao não contato do teto-reservatório com o ambiente externo, não havendo trocas de cargas térmicas por convecção, como ocorre no ME1. A massa de água isolada no TR aumenta a inércia térmica do sistema e isso faz com que a taxa de aquecimento seja mais lenta durante o dia. Porém no período da noite, o compartimento de água cede calor para o ambiente interno do ME2, aumentando em $1,5^{\circ}\text{C}$ a temperatura média em relação ao MC.

O trabalho conclui que a configuração do ME2 aumenta significativamente a capacidade térmica do sistema, porém a configuração do ME1 mostra-se mais eficaz para o resfriamento do ambiente e para a contribuição não haver desconforto ao calor.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 A CORRELAÇÃO ENTRE ESTUDOS E SEUS PRÓXIMOS PASSOS

Desde a década de 60, Olgay (2008), discute as relações de um edifício com o meio ambiente natural em que está inserido, assim como a relação do ser humano com o clima, do clima com a arquitetura e da arquitetura com o urbanismo. A partir dessa publicação, diversos profissionais e pesquisadores em todo o mundo buscam reduzir o impacto ambiental através de pesquisas para obtenção de conhecimento sobre o usuário e seus níveis de conforto, o ambiente natural em que está inserido, o ambiente construído, e as correlações entre eles. O resultado esperado é o uso desse conhecimento para o desenvolvimento de edificações e planos de urbanização sustentáveis que proporcionem uma melhor qualidade de vida à sociedade.

Estudos mostram que o conforto térmico está entre os fatores que influenciam o uso de espaços ao ar livre. Os elementos – como áreas verdes, altura de prédios vizinhos, larguras de ruas, entre outros – influenciam no conforto de ambientes externos e internos por terem impacto direto na ventilação, iluminação e sensação térmica local (DIMOUDI; NIKOLOPOULOU, 2003; TUMINI; GARCÍA; RADA, 2016; LINDBERG; THORSSON; RAYNER; LAU, 2016).

Para analisar a interdependência que ocorre entre os estudos parece muito claro que o estudo sobre as definições de faixas de conforto e desconforto térmico calibradas para a cidade de Curitiba está estreitamente relacionada ao segundo estudo que analisa o uso de áreas sombreadas e ensolaradas na praça do Japão na mesma cidade do primeiro. O uso de um UTCI calibrado ao clima local tem melhor precisão sobre os resultados.

O segundo estudo está à procura de um padrão de comportamento para contribuir com o planejamento urbano da cidade. Quando há informação disponível de como os usuários utilizam o meio público por que

não utilizar esses dados? A organização espacial externa deve ser confortável e bem planejada, tal como é a preocupação para um ambiente interno à uma edificação. Quanto melhor planejado, maior será o número de usuários do local, o que também significa uma melhoria de qualidade de vida e infraestruturas que atendem ao seu propósito.

O estudo do comportamento humano para o uso de áreas sombreadas, não-sombreadas ou parcialmente sombreadas prossegue em diversas situações climáticas anuais para traçar um padrão comportamental correlacionado ao conforto térmico dos usuários. O grupo que participou do brainstorm sugere o avanço do estudo para um número maior de praças, parques e demais espaços abertos, entendendo que o estudo pode colaborar para o desenvolvimento da cidade. Foi levantada também a possibilidade de exposição do projeto à sociedade e poderes públicos da cidade de Curitiba.

Já o terceiro estudo, referente à adoção do sistema de resfriamento evaporativo através de um teto-reservatório, demonstra que para a obtenção de dados de elevada eficiência também considerado com cuidado o posicionamento dos modelos experimentais em áreas não sombreadas e ventiladas. Sabe-se que as cidades não estão planejadas para atender os padrões de ventilação e iluminação ideais para todas as edificações, tendo isso em mente, qual seria a efetividade do sistema em situações não ideais? Os materiais utilizados nos módulos não são materiais comumente usados na construção civil, qual seria a eficiência do sistema quando aplicado em uma construção convencional? Outras perguntas são levantadas quanto às possibilidades de utilização do teto reservatório sombreado, com ventilação permanente durante o dia e com tamponamento durante o período noturno visto as quedas de temperaturas externas durante o período da noite. Ou de como o teto reservatório fechado pode ser utilizado para aquecimento de água para o uso em residências (banhos, piscinas, entre outras situações). Questões de cálculos de custos também foram levantadas: quanto estaria sendo economizado

em energia para resfriar o ambiente utilizando o método de resfriamento evaporativo ao invés de utilizar um aparelho de ar-condicionado?

3 CONCLUSÃO

O grupo concluiu que a primeira necessidade é desenvolver um modelo padrão testando diversos materiais utilizados comumente na construção civil brasileira e, em um segundo momento, partir para um estudo de situações com diversidade de sombreamento e ventilação. Em um último momento, quando encontrados materiais e situações ideais, poderão ser calculadas as diferenças de custos entre o sistema estudado e os convencionais ar-condicionados.

REFERÊNCIAS

- DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*, v. 35, n.1, pp. 69–76, 2003.
- FREITAS, R. M.; AZERÊDO, J. F. A. A Disciplina Conforto Ambiental: Uma Ferramenta Prática na Concepção de Projetos de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo. *Caderno ProArq*, n. 20, p. 94-113, 2013.
- GONZALEZ, E. et al. Estudo Experimental Com Sistemas de Resfriamento Passivo em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., Maceió, 2014. Anais... Maceió: ANTAC, 2014.
- GONZALEZ-GARCIA, S. Estudio Experimental del Comportamiento Térmico de Sistemas Pasivos de Enfriamiento en Clima Cálido-Húmedo. Huelva: Universidad Internacional de Andalucía, Sede Internacional de la Rábida, 2010.
- KOPPEN, W. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. (Wall-map 150 x 200 cm).
- KRÜGER, E. L. et al. O Uso de Protótipos Experimentais de Baixo Custo Para Avaliação de Materiais de Vedações Quanto ao Seu Desempenho Térmico. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 1.;

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. Anais... São Paulo: ANTAC, 2004.

KRÜGER, E. L.; RORIZ, M. Previsão Horária de Temperaturas Internas do Ar: aplicação no estudo de células teste. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Maceió, 2004. Anais... Maceió: ANTAC, 2004.

KRÜGER, E. L.; LANGE, S. C.; FERNANDES, L.; ROSSI, F. Avaliação do potencial de resfriamento de um sistema teto-reservatório para condições subtropicais. Ambiente Construído, Porto Alegre: v. 16, n. 3, p. 107-125, 2016.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. M. G.; BERTOLLI, S. R. A Visualização do Conforto Ambiental no Projeto Arquitetônico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7., Florianópolis, 1998. Anais... Florianópolis: ANTAC, 1998.

LINDBERG, F.; THORSSON, S.; RAYNER, D.; LAU, K. The impact of urban planning strategies on heat stress in a climate-change perspective. Sustainable Cities and Society, Amsterdam: v. 25, p. 1-12, 2016.

OLGYAY, V. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 5. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

PIASKOWY, N.; KRÜGER, E. L. Analysis of shading and usage of sun-lit areas in an urban square in a subtropical location. In: WINDSOR CONFERENCE: MAKING COMFORT RELEVANT, 9., Windsor, 2016. Anais eletrônicos... Windsor: NCEUB, 2016. Disponível em: <http://www.nceub.org.uk/W2016/pdfs/proceedings/Proceedings_Windsor_Conference_2016.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; BRÖDE, P. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 41-59, 2012.

SEGAWA, H. Clave de Sol: Notas Sobre a História do Conforto Ambiental. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 37-46, 2003.

TUMINI, I.; GARCÍA, E. H.; RADA, S. B. Urban microclimate and thermal comfort modelling: strategies for urban renovation. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. v. 7, n. 1, p. 22-37, 2016.

Sobre o(s) autor(es)

* Arquiteta e Urbanista pela PUCPR, Especialista em Engenharia e Gestão de Projetos pela PUCPR, Mestranda em do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela UTFPR,

Professora de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNOESC.
arquiteturabiasi@gmail.com

** Engenheira Sanitarista e Ambiental pela UNOESC, Mestre em Ciência e Biotecnologia pela UNOESC, Professora de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNOESC.
marta.buss@unoesc.edu.br

*** Arquiteto e Urbanista pela UFSC, Especialista em Geopolítica e Educação Ambiental pela UNOESC, Coordenador e Professor do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UNOESC.
jeferson.suckow@unoesc.edu.br

****Arquiteto e Urbanista pela UNOESC, Aluno de Pós-Graduação em Gestão de Projetos em Engenharia pela PUCPR.
jpvalentini@gmail.com

*****Arquiteta e Urbanista pela UNOESC.
giovana@giovanapasqual.arq.br

Tabela 1 – Faixas de conforto/desconforto térmico do UTCI adaptada às condições de Curitiba

Faixa de UTCI	Categorias de estresse	Faixas de UTCI ajustado	Classificação por Conforto/Desconforto	Faixas de UTCI
> 46°C	Extremo estresse para o calor	> 46°C		
38°C a 46°C	Muito forte estresse para o calor	38°C a 46°C		
32°C a 38°C	Forte estresse para o calor	32°C a 38°C		
26°C a 32°C	Moderado estresse para o calor	27°C a 32°C	> 27°C	Desconforto por calor
18°C a 26°C	Conforto Térmico	15°C a 27°C	15°C a 27°C	Conforto
9°C a 18°C	Sem estresse térmico	9°C a 15°C	< 15°C	Desconforto por frio
0°C a 9°C	Pouco estresse para frio	0°C a 9°C		
0°C a -13°C	Moderado estresse para o frio	0°C a -13°C		
-13°C a -27°C	Forte estresse para o frio	-13°C a -27°C		
-27°C a -40°C	Muito forte estresse para o frio	-27°C a -40°C		
< -40°C	Extremo estresse para o frio	< -40°C		

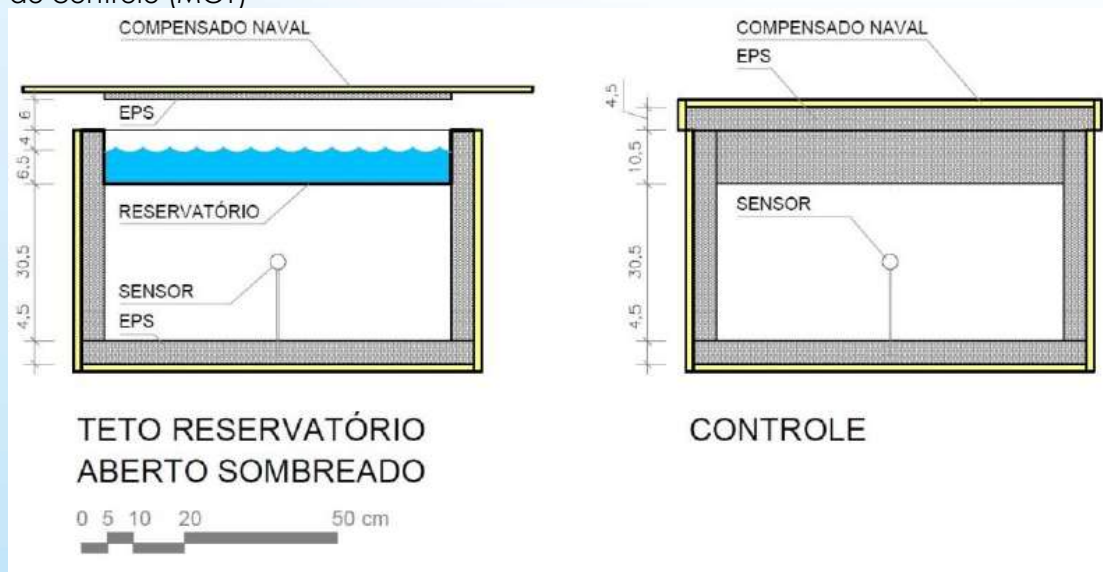
Fonte: ROSSI; KRÜGER; BRÖDE (2012).

Tabela 2 – Padrões de permanência dos usuários da praça correspondentes aos valores de PET e UTCI

Item	Banco	Condição	PET (°C)	UTCI (°C)	Permanência (min.)
A1	B1	Não sombreado	21.0	25.5	5
	B5	Parcialmente sombreado	22.0	26.0	23
A2	B1	Não sombreado	21.0	25.5	5
	B5	Parcialmente sombreado	22.0	26.0	23
G4	B2	Não sombreado	25.0	26.0	17
	B1	Sombreado	25.0	26.0	32
G8	B2	Sombreado	25.0	26.0	3
	B5	Parcialmente sombreado	25.0	26.0	12
G9	B2	Sombreado	25.0	26.0	3
	B5	Parcialmente sombreado	25.0	26.0	12
L5	B4	Sombreado	23.0	25.0	1.5
	B3	Parcialmente sombreado	21.0	23.0	5
P8	B6	Parcialmente sombreado	23.0	25.0	11
	B9	Sombreado	23.0	24.0	6
S6	B9	Sombreado	23.0	25.0	3
	B10	Parcialmente sombreado	23.0	25.0	5
S7	B9	Sombreado	23.0	25.0	7.5
	B10	Parcialmente sombreado	23.0	25.0	5

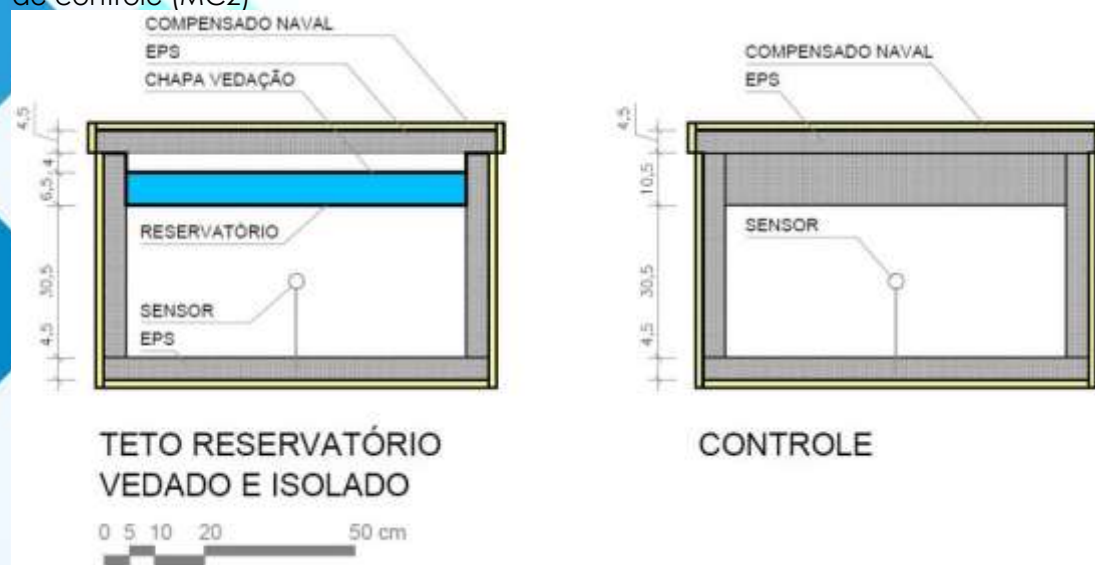
Fonte: PIASKOWY; KRÜGER (2016).

Figura 1 – Configuração 1: à esquerda, o módulo experimental (ME); e, à direita o módulo de controle (MC1)



Fonte: KRÜGER; LANGE; ROSSI (2016).

Figura 2 – Configuração 2: à esquerda, o módulo experimental (ME); e, à direita o módulo de controle (MC2)



Fonte: KRÜGER; LANGE; ROSSI (2016).

Fonte:

Fonte: