XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ESTUDOS EMPÍRICOS DO DESEMPENHO TERMO-LUMÍNICO DE MICROAPARTAMENTOS CONTEMPORÂNEOS NA CIDADE DE SÃO PAULO

Letícia Hein Hsiao (1); Leonardo Marques Monteiro (2)
(1) Estudante de Arquitetura da Universidade de São Paulo, Programa de dupla-formação Arquitetura e Engenharia Civil, leticia.hein@gmail.com
(2) Doutor, Professor do Departamento de Tecnologia da Arquitetura, leo4mm@usp.br
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo,
Departamento de Tecnologia de Arquitetura, LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética, Rua do Lago 876, São Paulo – SP, 05508-080, Tel: (11) 3091 4538

RESUMO

Microapartamentos na cidade de São Paulo são uma tipologia em crescimento, sendo estes um dos modelos amplamente abarcados pelo mercado imobiliário. O objetivo desta pesquisa foi verificar quais elementos e soluções arquitetônicas adotadas nos microapartamentos de edifícios, cujos projetos foram finalizados entre 2010 e 2015 na cidade de São Paulo, são os mais adequados do ponto de vista do desempenho termo-lumínico. O método desta pesquisa constitui-se de escolha dos edifícios, medições empíricas, tratamento de dados empíricos, análise e discussão dos resultados. Desta forma, foram realizadas medições empíricas em cinco unidades habitacionais, distintas entre si, que se enquadram no recorte especificado, visando comparar o desempenho de diferentes soluções arquitetônicas e, assim, possibilitando verificar quais são as mais adequadas para essa tipologia, na metrópole de São Paulo, em termos de desempenho termo-lumínico das unidades avaliadas. Os critérios utilizados para avaliação comparativa foram o modelo adaptativo de conforto térmico (ASHRAE 55, 2017) e iluminâncias úteis de luz natural (UDI). Durante o período representativo de inverno, nota-se desempenho térmico baixo e desempenho lumínico satisfatório. Enquanto no período representativo de verão o desempenho térmico e lumínicos passam a ser mais satisfatórios. O desempenho da unidade com fachada ventilada se sobressaiu no período representativo de verão e o da unidade padrão, no de inverno, em relação às demais unidades.
Palavras-chave: desempenho térmico, desempenho lumínico, microapartamentos, arquitetura contemporânea.

ABSTRACT

Microapartments in the city of São Paulo are a growing typology, being one of the most recent models adopted by the real estate market. The aim of this research is to verify which elements and architectural solutions, adopted in microapartments, designed between 2010 and 2015 in São Paulo, are the most appropriate in terms of thermo-luminous performance. The method of this research includes the choice of the buildings, empirical measures, processing of the data, analysis and discussion of the results. Therefore, the empirical measures were made in five distinct units, to compare the performance in different architectural solutions that allows us to compare the results and see which solution is the most adequate for the termo-luminous performance in the city of São Paulo. The criteria used is the thermal adaptive comfort (ASHRAE 55, 2017) and the useful daylight illuminance (UDI). During the winter measures, the thermal performance is low, while the luminous performance is satisfactory. However, during the summer, the thermal and luminous performance are both satisfactory. The performance of the unit with double-skin facade has stood out in the summer, in contrast to the standard unit that has stood out in the winter.
Keywords: thermal performance, luminous performance, microapartaments, contemporary architecture.

1. INTRODUÇÃO

Microapartamentos são uma versão mercadológica de habitações de planta-livre que se baseiam no conceito de Habitação Mínima. A tipologia abordada nesta pesquisa é extremamente recente, apresentando altas taxas de crescimento na cidade de São Paulo. De acordo com Leme e Monteiro (2016), com base nos dados da SECOVI, Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis, esta tipologia apresentou notável crescimento na cidade de São Paulo. Em 2010 unidades de até 45m² representavam 13,3% das unidades produzidas pelo mercado imobiliário neste ano, já em 2015 estas representavam 37,3%. (LEME e MONTEIRO, 2016; SECOVI, 2016)

A imagem 1 refere-se à distribuição destes apartamentos na cidade de São Paulo, de acordo com suas tipologias. Nota-se que grande parte destes empreendimentos se encontram no eixo de expansão centro-sudoeste da cidade de São Paulo, sendo que os empreendimentos mais novos concentram-se em distritos centrais como Sé e República.

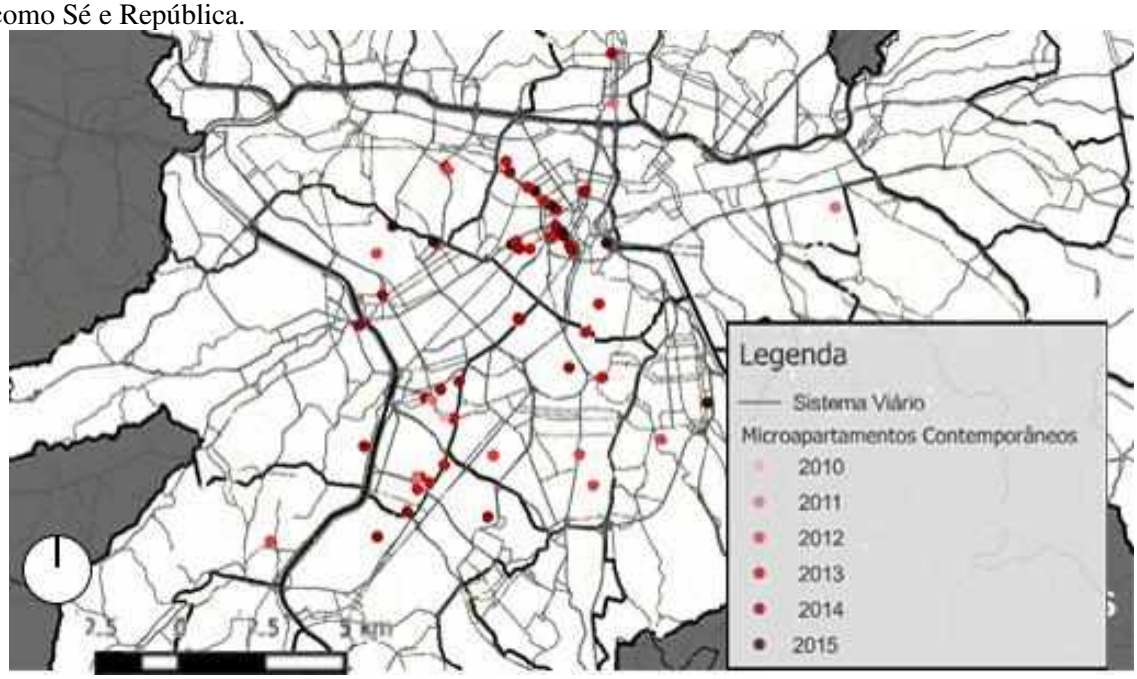


Figura 1: Mapa da distribuição de microapartamentos, classificados por ano de lançamento. Base cartográfica: Geosampa (2016), Dados de microapartamentos: coletados nesta pesquisa.

Por ser uma tipologia recente, ainda existem poucas pesquisas, de modo geral, relacionadas ao tema. Sendo assim, são necessários mais estudos. Este trabalho visa contribuir, em específico, na área relacionada ao desempenho termo-lumínico de microapartamentos recentes (com período de projeto entre 2010 e 2015), tendo como base a pesquisa de iniciação científica realizada com auxílio da FAPESP durante 2017 e 2018. Com relação a este desempenho na produção contemporânea de microapartamentos, encontramos na literatura científica o trabalho de Leme e Monteiro (2018), que discute o desempenho térmico durante a estação de inverno desta tipologia em São Paulo, por meio de pesquisa de campo.

Estudos nesse sentido são fundamentais para se entender a eficiência do edifício em prover conforto ambiental, viabilizando o bom uso da unidade habitacional e, assim, das funções a serem ali realizadas e da saúde do indivíduo que o habita. Edifícios que não possuem um bom desempenho a partir da iluminação e ventilação natural precisam atingi-lo a partir de meios ativos, ou seja, pela iluminação artificial e climatização do mesmo. Estes princípios ativos provêm menos qualidade aos seus ambientes, sendo que a iluminação artificial não possui mesmo espectro que a iluminação natural, estando em desvantagem em diversos outros fatores. A climatização artificial promove uma temperatura com poucas variações ao edifício, tornando seus usuários dependentes deste sistema e tornando maiores variações de temperatura mais desconfortáveis. (MONTEIRO, et al., 2015). Para caminhar a uma arquitetura mais sustentável e a edifícios com menor gasto energético, o estudo do desempenho termo-lumínico nas construções mais recentes é fundamental.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi verificar quais elementos e soluções arquitetônicas adotadas nos microapartamentos de edifícios, cujos projetos foram finalizados entre 2010 e 2015 na cidade de São Paulo, são os mais adequados do ponto de vista do desempenho termo-lumínico. Sendo o recorte escolhido

apartamentos de planta livre cuja área útil não exceda 45m². Este recorte de área foi estabelecido devido a áreas inferiores a 45m² serem a menor categoria de área nos dados da SECOVI e EMBRAESP (LEME e MONTEIRO, 2016). Já o recorte temporal foi estabelecido por contemplar habitações recentes e que já estivessem construídas no período da pesquisa, ou seja, 2017 e 2018.

3. MÉTODO

O método desta pesquisa foi dividido em três etapas principais: 1) Escolha dos Edifícios; 2) Medições Empíricas; 3) Tratamento de Dados Empíricos. Na sequência, é realizada a Análise e Discussão dos Resultados.

3.1. Os edifícios e unidades habitacionais estudadas

Foram selecionados três edifícios, em São Paulo, para a realização das medições empíricas. Estes foram escolhidos pois contém elementos arquitetônicos distintos, o que nos permite estudar como esta variabilidade de elementos influencia no seu desempenho termo-lumínico.

Nota-se que a pedidos das construtoras e incorporadoras, os nomes reais dos edifícios foram omitidos, sendo estes nomes substituídos pelos números I, II, III (vide Figura 2).



Figura 2: Edifícios I, II e III – Imagens renderizadas disponíveis no site da construtora

Um dos diferenciais do edifício I é a presença de elementos cerâmicos na fachada, constituindo uma fachada ventilada. Nas varandas dos apartamentos de todas as extremidades encontram-se brises verticais, dispostos em inclinação aleatória, cuja função provavelmente é mais voltada à estética e à composição da fachada do edifício. Este edifício diferencia-se do seu entorno pela sua altura, facilitando sua ventilação. Quanto às unidades habitacionais, as das extremidades possuem janela no banheiro, que pode facilitar a ventilação cruzada e também possuem planta livre de 45m², um pouco superior à dos outros apartamentos medidos.

O edifício II não possui exclusivamente unidades de planta livre, sendo as unidades Studio padrões das produzidas mercado imobiliário, com apenas uma fachada envidraçada e com varanda, única abertura para a entrada de luz e ventilação natural. Por ser um edifício que se diferencia do seu entorno, há maior velocidade do ar nas unidades, dependendo do andar que estas se localizam.

O edifício III diversos tipos de unidades, sendo que destes tipos, todos possuem unidades abaixo de 45m², recorte desta pesquisa, com exceção do tríplex. Quando ao desempenho termo-lumínico do edifício, os diversos modelos de unidades podem apresentar desempenhos distintos, devido à diferente quantidade de aberturas e área envidraçada. Outros fatores como a diferença de fachada também podem influenciar no seu desempenho. Neste edifício, a cor verde do seu parapeito de vidro das varandas também pode gerar influência, especialmente no desempenho lumínico.

3.2. Medições Empíricas

As variáveis coletadas no ambiente interno foram: 1) temperatura do ar, 2) umidade relativa, 3) velocidade do ar, 4) temperatura radiante média, 5) iluminância.

Os equipamentos utilizados nesta pesquisa foram fornecidos pelo LABAUT (Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAU – USP), sendo que todos possuem precisão e faixa de medição suficiente para o objeto de estudo desta pesquisa e abrangem todas as variáveis a serem coletadas, conforme verifica-se na Figura 3. Todos os tripés com os equipamentos foram posicionados em torno de 1m de altura, conforme a necessidade de posicionamento dos sensores. Ressalta-se que os dados referentes às medições do período de inverno já foram divulgados em Leme e Monteiro (2018), sendo os dados de verão divulgados pela primeira vez neste artigo.



Figura 3: Tripé utilizado na medição do

3.3. Tratamento dos dados empíricos – Térmica

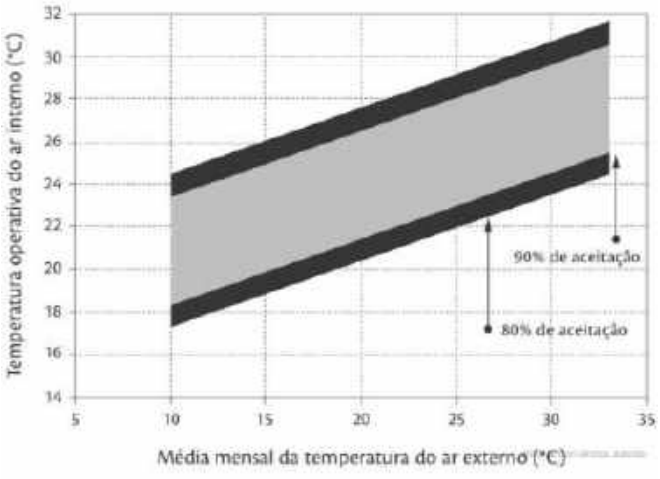


Figura 4: Modelo adaptativo de conforto térmico. Adaptado da ASHRAE 2017

Para as avaliações de Térmica, foi utilizado o índice de conforto da norma ASHRAE 55 (2017), Determining Acceptable Thermal Conditions in Occupant-Controled Naturally Conditioned Spaces. Trata-se de um modelo com base em dados empíricos de conforto, obtido a partir de limites de aceitação dos usuários em ambientes reais de ocupação e naturalmente ventilados. Este índice, ao contrário de outros, não é usado para condições de estado estacionário, típico de edifícios com controle ambiental artificial. Trata-se de um índice que permite avaliar o conforto em um ambiente mais heterogêneo, típico de um edifício naturalmente ventilado, dependente de parâmetros climáticos externos. Desta forma, o índice também é resultado da retroalimentação entre a sensação térmica dos usuários e seus comportamentos, que, consequentemente, adaptaram-se às condições climáticas. Nota-se que este índice é usado tipicamente para ambientes de trabalho, como edifícios de escritório, sendo mais adequado para este modelo de edifício que para edifícios residências. Para esse, é necessário obter a temperatura operativa do ambiente e a temperatura média mensal do ar externo (MONTEIRO; BITTENCOURT; YANNAS, 2015).

3.4. Tratamento dos dados empíricos - Iluminância

Para avaliar situações de conforto lumínico comparativamente entre as diferentes unidades habitacionais, as iluminâncias foram avaliadas com base nas Iluminâncias úteis de luz natural (UDI) (Mardaljevic et Al, 2012), onde diversas faixas de iluminância são estabelecias com base na utilidade destas para se exercer funções.

Tabela 1: Faixas de iluminâncias. Fonte: Mardaljevic et Al, 2012

Faixas de Iluminâncias (lux)	**Classificação (Mardaljevic et Al, 2012)**
Abaixo de 100	Não útil
100 a 300	Suplementar (à luz artificial)
300 a 3000	Autônoma
Acima de 3000	Excessiva

De acordo com esta classificação, iluminâncias de 100 a 300 lux são suplementares à luz artificial, sendo que apenas a luz solar a estes valores não é suficiente para atividades como ler ou cozinhar. Na faixa autônoma, entre 300 e 3000 lux, apenas a luz solar é suficiente, sendo a luz artificial dispensável, para realização de tarefas em geral. Abaixo de 100 lux a luz solar é insuficiente para tarefas cotidianas, sendo a luz artificial necessária. Acima de 3000 lux pode gerar ofuscamento, levando ao desconforto.

Nota-se que é uma classificação normalmente utilizada em ambientes de trabalho, mas neste caso será utilizada em ambientes residenciais, pois fornece parâmetros que englobam a realização de diversas tarefas.

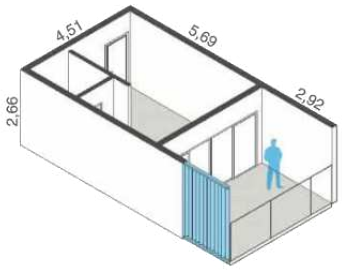
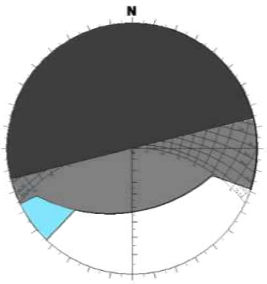
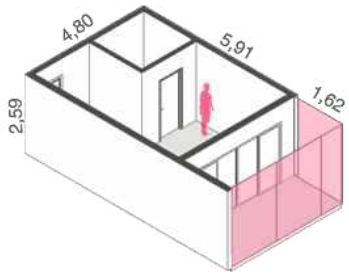
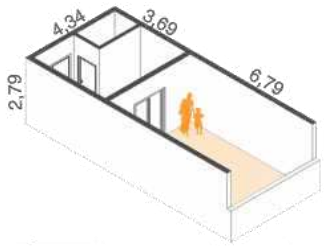
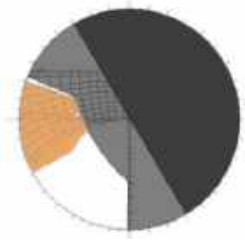
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

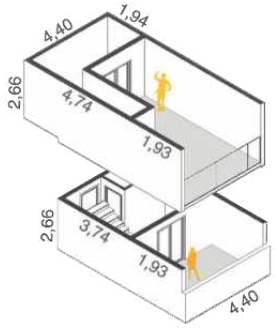
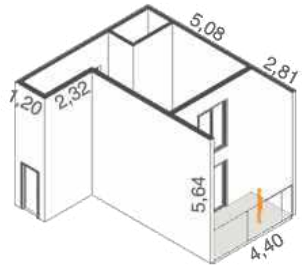
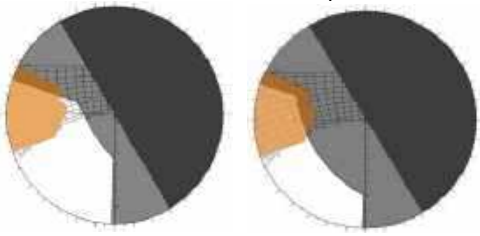
4.1. Unidades habitacionais e estudo de insolação

Com base nos estudos de geometria solar das unidades habitacionais (tabela 2), nota-se que grande parte da luz solar direta se encontra obstruída em todas as unidades por uma parte considerável do ano. (marcar áreas de varanda e internas).

Nota-se que para o edifício I, os brises (indicados em azul) foram projetados e alocados de forma que sombreiam uma parte do céu que não faz influência para a luz solar direta, sendo estes meramente estéticos. As sacadas, presentes em todas as unidades, são o principal elemento de sombreamento (o sombreamento gerado pelas sacadas está indicado em cinza em todas as imagens). No caso do fechamento da sacada com placas de vidro, prática muito comum em São Paulo para aumentar a área útil interna de apartamentos, grande parte deste sombreamento é perdido, como é visto na unidade B, onde grande parte do sombreamento é perdida ao fechar a sacada (parte do sombreamento perdida está indicada em rosa). No caso do edifício III, edifícios do entorno contribuem para a obstrução quase total da iluminação direta nestes apartamentos, com exceção da unidade D, a qual se encontra no 14º andar, onde não há obstrução de outros edifícios, ao contrário das unidades C e E (2º e 3º andar, respectivamente).

Tabela 2: Isométricas e estudos de geometria solar das unidades habitacionais

	Isométrica	Estudos de Geometria Solar
Unidade A – Ed. I **45m²**		Área azul: sombreamento do brise. Área cinza clara: sombreamento pela sacada de unidades adjacentes 
Unidade B – Ed. II **41m²**		Área rosa: perda de sombreamento devido fechamento de sacada 
Unidade C – Ed III **43m²**		Área laranja: sombreamento pelas edificações vizinhas 

Unidade D – Ed. III **44m²** **total**		Pavimento infeiror | Pavimento 
Unidade E – Ed. III **43m²**		Pavimento infeiror | Pavimento 

4.2. Resultados e análises das medições – Desempenho térmico

De acordo com as porcentagens de satisfação do modelo adaptativo (Figura 5), a unidade D (duplex) superior possui a menor taxa de insatisfação, seguida pela unidade D (inferior), unidade B (fechamento de sacada), unidade E (loft), unidade C (garden) e por último, unidade A (brises e fachada ventilada).

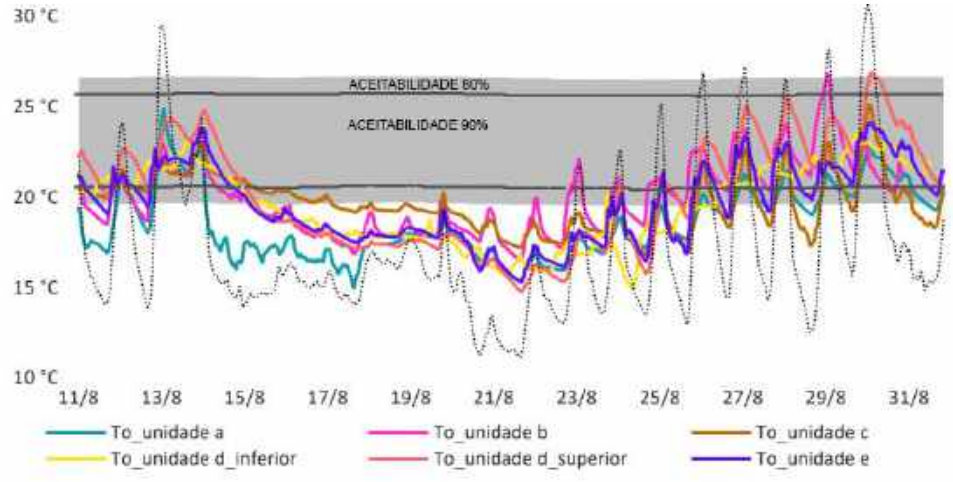


Figura 5: Temperatura operativa – medição de inverno

Todos os apartamentos possuem porcentagens de temperatura operativa não atendidas acima de 50%, apresentando na maioria dos casos temperaturas abaixo da zona de conforto. Tratam-se de índices baixos, mostrando que na produção recente de microapartamentos contemporâneos em São Paulo projetar apartamentos para garantir conforto térmico no inverno não é uma preocupação. Salienta-se também que quando se projeta pensando em conforto térmico em São Paulo a preocupação maior é arrefecer o ambiente no verão, ao invés de buscar temperaturas mais baixas no inverno. A ausência de radiação solar direta no inverno também é um fator que leva estes apartamentos a estarem abaixo da zona de conforto.

A unidade D (duplex) apresentou o melhor desempenho, salientando o efeito chaminé na unidade habitacional, fora as trocas de ar na unidade, que ocorrem de forma mais lenta e diferenciada em relação as outras unidades. Esta também não possui obstrução de radiação solar por outros edifícios, aumentando assim a incidência de radiação para esta unidade, que acarreta em temperaturas mais altas em relação às unidades C e E.

A unidade B apresenta fechamento de sacada, que contribui para diminuir o vento e as trocas de ar no interior da unidade. No período de medição também não foi detectado vento no interior da unidade, que contribui para temperaturas mais altas.

As unidades C e E apresentaram desempenho intermediário em relação as outras unidades, visto que seu desempenho cerca de 50% inferior à taxa de conforto (80%), ainda podem ser consideradas unidades de baixo desempenho.

A unidade A, de pior desempenho no inverno, apresenta maiores trocas de temperatura com o exterior, devido sua fachada ventilada. Também se encontra em um edifício que se destoa do entorno, com altas velocidades de ar. Nota-se também que durante o período de medições a porta de correr desta unidade esteve aberta durante os dias mais frios, acarretando em temperaturas baixas no interior desta unidade.

De acordo com os dados da Figura 6, a unidade A apresenta menor porcentagem de TO não atendida, sendo que apenas 0,8% das temperaturas medidas encontra-se fora da faixa de satisfação de 90% dos usuários, e todas as temperaturas medidas encontram-se dentro da faixa de satisfação de 80% dos usuários. Portanto, a unidade A apresenta condições excelentes de conforto térmico durante o verão, isto se dá devido à ausência de radiação solar na unidade, e, por ser uma unidade no centro do edifício, esta não possui outras fachadas que possam receber radiação solar.

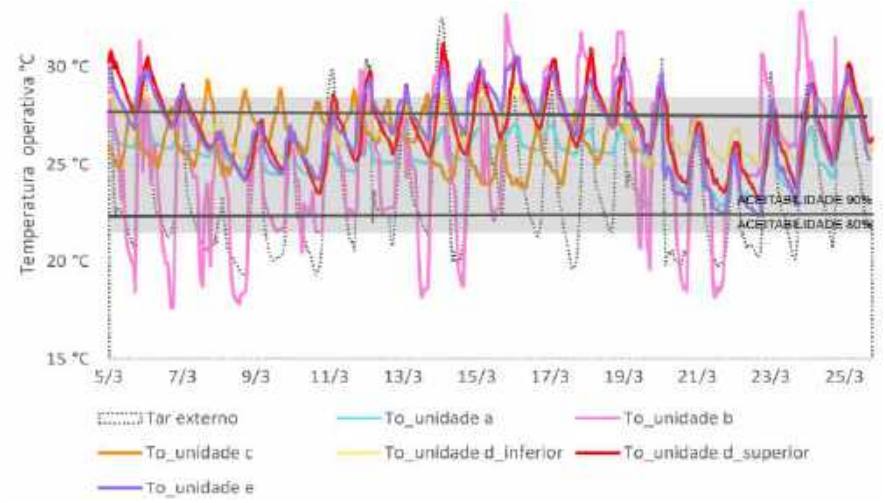


Figura 6: Temperatura Operativa – medição de verão

A unidade B, ao contrário das outras unidades habitacionais, estava ocupada durante o período de medições, fazendo-se uso não apenas da ventilação e iluminação natural como artificial. Tendo assim, ar condicionado instalado nesta unidade. Logo, os valores de temperatura operativa variam de acordo com a necessidade do usuário, mostrando valores que oscilam entre 17,6°C e 32,2°C. Pelo uso de ar condicionado no interior desta unidade, o modelo de conforto adaptativo pode não ser adequado para estabelecer padrões de conforto na mesma, pois este modelo apresenta faixas de conforto que foram determinadas para ambientes naturalmente ventilados.

A unidade C apresentou 11,9% das medições superior à faixa de satisfação de 90% dos usuários e apenas 2,7% superior à faixa de 80% de satisfação, sendo esta a unidade com o segundo melhor desempenho térmico no verão, sendo que o melhor desempenho se deu na unidade A. Alguns motivos que levam ao bom desempenho da unidade C são sua proteção à radiação solar, dada pela sacada da unidade habitacional acima desta e pelos edifícios do entorno, que sombreiam a unidade C durante todo o ano. Assim como na unidade A, a unidade C não possui outras fachadas que possam receber radiação.

Quanto à unidade D, esta apresenta 36,3% (pavimento superior) e 34,1% (pavimento inferior) de medições superior à faixa de satisfação de 90% dos usuários e 29% (pavimento superior) e 12,1% (pavimento inferior) superior à faixa de 80%, portanto o pavimento inferior apresenta melhor desempenho em relação ao superior. Isto pode se dar devido ao efeito chaminé, que leva o ar quente para a parte superior da unidade, resfriando o pavimento inferior. Mesmo assim, esta unidade habitacional ainda apresenta desempenho inferior em relação às unidades A e C, isto pode se dar devido ao maior número de aberturas, que permite maior entrada de radiação para o interior da habitação, e principalmente à ausência de edifícios no entorno que bloqueiam a entrada de radiação solar.

Por fim, a unidade E apresenta 1,7% das medições inferiores à faixa e 41,3% superiores à faixa de 90% de satisfação, apresentando também 26,3% das medições superiores à faixa. Sendo assim, esta unidade apresenta o pior desempenho em relação às unidades A, C e D. Isto pode se dar devido ao grande número de aberturas, que assim como na unidade D, permite a maior entrada de radiação para a unidade. Ao contrário

desta, as maiores esquadrias da unidade E não podem ser abertas ao mesmo tempo, pois a abertura superior só pode ser alcançada se construído um mezanino, logo, o efeito chaminé não pode ser potencializado

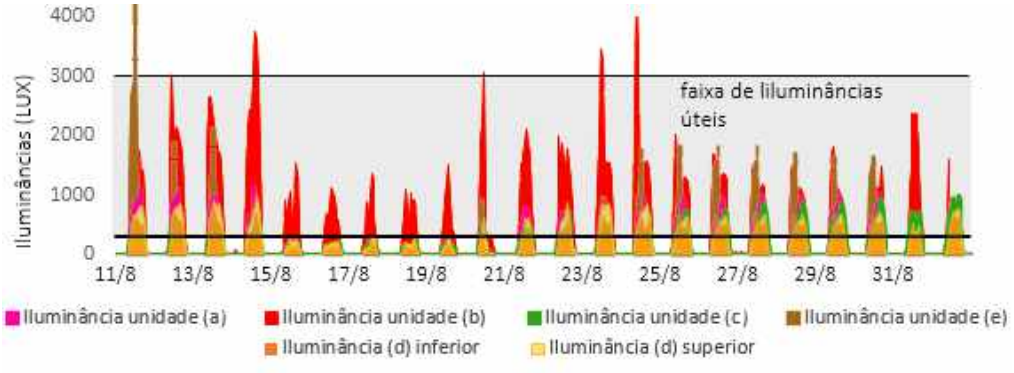


Figura 7: Iluminâncias – medição de inverno

4.3. Resultados e análises das medições – Desempenho lumínico

De acordo com a Figura 7, quatro das cinco unidades habitacionais apresentam 30% de suas iluminâncias inferiores a 300 lux, valores baixos, porém nota-se que isto pode se dar devido às baixas iluminâncias externas entre os dias 15/08 a 21/08. A orientação das aberturas destas unidades também não favorece o desempenho lumínico durante o inverno, visto que estas são sudeste e sudoeste, e o sol durante o inverno encontra-se ao norte.

A unidade B pode ter apresentado melhores resultados devido sua orientação, mais voltada à leste, que lhe proporciona maior número de horas de incidência de luz, também devido à pouca obstrução, uma vez que sua sacada é envidraçada. A unidade E apresenta melhores resultados em relação à A, C e D; devido seu maior número de aberturas, chegando até a atingir valores superiores a 3000 lux.

Mesmo com a ausência de luz direta em quase todas as unidades durante o período de medição, os valores de iluminância se encontram dentro das iluminâncias úteis ou superior a estas mesmas.

De acordo com a tabela de iluminâncias fora da faixa útil, apenas as unidades B e C apresentam 10% dos valores medidos (durante o dia) abaixo de 300 lux, isto pode se dar devido ao uso de mecanismos para controle de iluminação pelo usuário na unidade B e à ausência de luz na unidade C, visto que esta é mais afetada pelo entorno, por se encontrar em um pavimento inferior em relação às unidades D e E.

Apenas a unidades D (pavimento inferior) e possuem valores de iluminância superiores a 3000 lux em mais de 15% das iluminâncias medidas. Isto pode se dar devido à ausência de obstrução da radiação solar, por parte do entorno. E, como o pavimento inferior possui menos obstrução por parte da sacada que o pavimento superior (vide mascaramentos do céu a partir desta unidade), seus níveis de iluminância mostram-se maiores.

O desempenho lumínico das demais unidades mostra-se similar, tendo boa parte dos valores dentro das iluminâncias úteis.

De acordo com a Figura 8, relativa às medições de verão, mesmo com a ausência de luz direta em quase todas as unidades durante o período de medição, os valores de iluminância se encontram dentro das iluminâncias úteis ou superior à estas mesmas.

De acordo com a tabela de iluminâncias fora da faixa útil, apenas as unidades B e C apresentam 10% dos valores medidos (durante o dia) abaixo de 300 lux, isto pode se dar devido ao uso de mecanismos para controle de iluminação pelo usuário na unidade B e à ausência de luz na unidade C, visto que esta é mais afetada pelo entorno, por se encontrar em um pavimento inferior em relação às unidades D e E.

Apenas a unidades D (pavimento inferior) e possuem valores de iluminância superiores a 3000 lux em mais de 15% das iluminâncias medidas. Isto pode se dar devido à ausência de obstrução da radiação solar, por parte do entorno. E, como o pavimento inferior possui menos obstrução por parte da sacada que o pavimento superior (vide mascaramentos do céu a partir desta unidade), seus níveis de ilumância mostram-se maiores.

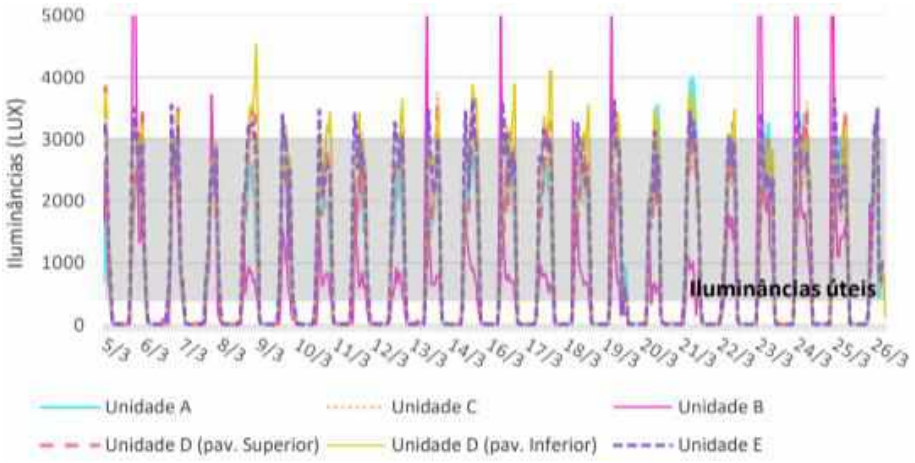


Figura 8: Iluminâncias – medição de verão

O desempenho lumínico das demais unidades mostra-se similar, tendo boa parte dos valores dentro das iluminâncias úteis.

A tabela 3 traz, em suma, os resultados recém apresentados em termos de porcentagem das medições fora das zonas definidas para conforto térmico e lumínico, para inverno e verão, para cada unidade avaliada.

Tabela 3: Porcentagem das medições fora das zonas definidas de conforto. Os melhores desempenhos estão marcados em cinza.

	Inverno		Verão	
Unidade	**Térmico (% abaixo de 90% de satisfação)**	**Lumínico (% de iluminâncias não autônomas)**	**Térmico (% abaixo de 90% de satisfação)**	**Lumínico (% de iluminâncias não autônomas)**
A	83,6	30,2	0,8	16,6
B	63,1	12,3	50,5	26,3
C	74,3	38,6	11,9	18,9
D inferior	61,9	38,6	36,3	35,2
D superior	54,9	40,0	34,1	16,6
E	65,3	34,5	43,0	27,8

A partir dos estudos empíricos, nota-se que todas as unidades apresentaram desempenho baixo no inverno, acima de 50% das medições estavam fora das zonas de conforto em todas as unidades. Já seu desempenho lumínico neste período foi mais satisfatório, sendo que 40% a 12,3% das medições estavam fora da zona de conforto. Para este período, a unidade B (unidade padrão) apresentou melhor desempenho, de modo geral, embora ainda seja um desempenho baixo. No verão, as unidades apresentaram melhor desempenho térmico, sendo que as porcentagens de insatisfação variam entre 50,5% a 0,8%. O desempenho lumínico fora da zona de conforto varia entre 35,2% a 16,6%, também melhores que os apresentados no inverno. Desta forma, a unidade com o melhor desempenho para o verão é a unidade A (fachada ventilada).

5. CONCLUSÕES

Quanto ao desempenho termo-lumínico, apenas as medições empíricas não bastam para sua avaliação qualitativa, embora esse seja um método bastante usado para avaliar quantitativamente espaços construídos e nos forneça informações fundamentais e embasamento para estudos posteriores. Nota-se também que os índices de conforto utilizados foram elaborados tendo como base edifícios de escritórios durante o período de trabalho dos funcionários, sendo que ainda faltam índices de conforto, tanto lumínicos quanto térmicos, que avaliem ambientes residenciais. Outros métodos também devem ser levados em consideração para avaliar o desempenho termo-lumínico destas unidades, como simulações computacionais e avaliação pós-ocupação, que deve ser feita após período mínimo de ocupação de um ano, que não pode ser feito nesta pesquisa pelas unidades estarem vazias. Outros fatores também devem ser levantados para uma melhor avaliação do desempenho destas unidades, como a acústica, ergonomia e eficiência energética.

Desta forma, observou-se que microapartamentos contemporâneos na cidade de São Paulo é um tema ainda recente e muito amplo, que abre possibilidades para diversos questionamentos e novas pesquisas na

área de desempenho do ambiente construído. Levantam, assim, muitos assuntos que não foram abarcados nesta pesquisa, porém, novas pesquisas ainda podem surgir neste tema bastante atual, considerando que mesmo após o ano limite do recorte, 2015, novos empreendimentos de microapartamentos estão sendo lançados na cidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ASHRAE. **Standard 55-2017**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy; ASHRAE. Atlanta, 2017.

FROTA, A; SCHIFFER, S; **Manual de conforto térmico**, Nobel, 1988

GEOSAMPA, **Dados Abertos** – Prefeitura de São Paulo, 2016. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx, (Acessado em: 22/08/2018).

GONÇALVES, J.C.S.; BODE, K. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

LEME, C.; MONTEIRO, L. A recente produção dos apartamentos compactos de planta livre na cidade de São Paulo. In: Fórum Habitar, 3, 2016, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IEDS, 2016

LEME, C.; MONTEIRO, L. desempenho térmico no inverno dos atuais microapartamentos de planta livre em São Paulo. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído XVII, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC, 2018

LEME, C.; MONTEIRO, L. Thermal Comfort In Micro-Apartments In The Subtropics – Winter Season. In: Passive and Low Energy Architecture Conference, 2018, Hong Kong. **Proceedings…** Hong Kong: CUHK, 2018

MARDALJEVIC, John et al. Daylighting metrics: is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probabilty? In: First building simulation and optimization conference, 2012, Loughborough. **Proceedings**... Loughborough: IBPSA, 2012.

MONTEIRO, L; BITTENCOURT, L.; YANNAS, S.; Arquitetura da Adaptação. In. GONÇALVES, J.C.S.; BODE, K. (Org). **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 27 a 55

NICOL, F.; HUMPHREYS, M.; ROAF, S. **Adaptive thermal comfort: principles and practice**. Routledge, 2012.

ROMERO, M; Apresentação. In. GONÇALVES, J.C.S.; BODE, K. (Org). **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 7 a 10

SECOVI, Departamento de Economia, **Dados de lançamentos imobiliários**. São Paulo, 2016

TEIGE, K; **The minimum dwelling**. MIT press, 2002.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro de ambas às pesquisas base para este artigo, a pesquisa de mestrado *Desempenho Termo-luminoso de Microapartamentos de Planta Livre na Cidade de São Paulo,* da bolsista FAPESP Carolina Carvalho Leme, processo no. 2016/17379-0 e a pesquisa de iniciação científica *Relações entre Clima, Arquitetura e Desempenho Termo-luminoso em Microapartamentos Contemporâneos,* da bolsista FAPESP Letícia Hein Hsiao, processo no. 2017/12701-4.