



**Análise do conforto térmico e lumínico das torres 1 a 4 da Quadra 49 do
Complexo Júlio Prestes, ambiência do centro histórico de São Paulo**

*Analysis of thermal and lighting comfort of towers 1 to 4 of Block 49 of the Júlio Prestes
Complex, ambiance of the historic center of São Paulo*

*Análisis del confort térmico y lumínico de las torres 1 a 4 del Bloque 49 del Complejo Júlio
Prestes, ambientación del centro histórico de San Pablo*

Renata Zucoloto Vieira

Mestranda, PPGARQ- FAAC-UNESP, Brasil

renata.z.vieira@unesp.br

Thamiris Ramalho De Jesus

Graduanda, FAAC-UNESP, Brasil

thamiris.jesus@unesp.br



RESUMO

Desde 1972 a sustentabilidade é assunto importante no mundo, incluindo o ramo da construção civil. Aliado aos parâmetros de moradia adequada, a sustentabilidade passa a ser base projetual para muitas construtoras atualmente. No planejamento da PPP Habitacional Complexo Júlio Prestes também houve preocupação com aspectos da moradia digna, dentre os quais, o parâmetro de habitabilidade, que determina diferentes critérios, destacando o conforto térmico e lumínico. Dessa forma, o objetivo é analisar as questões de sustentabilidade das torres 1 a 4 da Quadra 49 do Complexo Júlio Prestes, inserido na ambiência do centro histórico de São Paulo/SP, no que concerne ao conforto térmico e lumínico, segundo parâmetros especificados na NBR 15.575, na NBR 15.220-3, no Código de Obras e Edificações da Prefeitura de São Paulo/SP. Metodologia: a análise tem como finalidade a comparação entre o estudo de caso e a ABNT NBR 15.220 – 3: 2005, considerando as orientações para a Zona Bioclimática 3, local de implantação do Complexo Júlio Prestes, de modo a verificar se as unidades habitacionais estudadas atendem aos princípios de conforto térmico e lumínico. Resultados: verificou-se que os parâmetros de abertura referente à ventilação atendem à norma, entretanto, as questões de sombreamento e os tipos de vedação são parcialmente atendidos. As estratégias de condicionamento térmico possuem ventilação cruzada, mas a escolha do material das vedações prejudicou o conforto térmico.

Palavras-chave: Complexo Júlio Prestes. Conforto térmico. Conforto lumínico. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Since 1972, sustainability has been an important issue in the world, including the construction industry. Combined with the parameters of adequate housing, sustainability becomes a design basis for many construction companies today. In the planning of the Complexo Júlio Prestes Housing PPP, there was also concern with aspects of decent housing, including the habitability parameter, which determines different criteria, highlighting thermal and lighting comfort. Thus, the objective is to analyze the sustainability issues of towers 1 to 4 of Block 49 of the Júlio Prestes Complex, inserted in the ambience of the historic center of São Paulo/SP, with regard to thermal and lighting comfort, according to parameters specified in the NBR 15.575, in NBR 15.220-3, in the Works and Buildings Code of the City of São Paulo/SP. Methodology: the purpose of the analysis is to compare the object of study and ABNT NBR 15.220 – 3: 2005, considering the guidelines for Bioclimatic Zone 3, location of the Júlio Prestes Complex, in order to verify whether the housing units studied meet the principles of thermal and lighting comfort. Results: it was found that the opening parameters regarding ventilation meet the standard, however, shading issues and types of sealing are partially met. Thermal conditioning strategies have cross ventilation, but the choice of seal material affected thermal comfort.

Keywords: Júlio Prestes Complex. Thermal comfort. Light comfort. Sustainability.

RESUMEN

Desde 1972, la sostenibilidad ha sido un tema importante en el mundo, incluida la industria de la construcción. Combinada con los parámetros de una vivienda adecuada, la sostenibilidad se convierte hoy en día en la base del diseño de muchas empresas constructoras. En la planificación de la APP de Vivienda Complexo Júlio Prestes, también hubo preocupación por aspectos de vivienda digna, incluido el parámetro de habitabilidad, que determina diferentes criterios, destacando el confort térmico y lumínico. Así, el objetivo es analizar las cuestiones de sostenibilidad de las torres 1 a 4 del Bloque 49 del Complejo Júlio Prestes, insertadas en el ambiente del centro histórico de São Paulo/SP, en lo que respecta al confort térmico y lumínico, según parámetros especificados. en la NBR 15.575, en la NBR 15.220-3, en el Código de Obras y Edificaciones de la Ciudad de São Paulo/SP. Metodología: el objetivo del análisis es comparar el objeto de estudio y la ABNT NBR 15.220 – 3: 2005, considerando las directrices para la Zona Bioclimática 3, ubicación del Complejo Júlio Prestes, con el fin de verificar si las viviendas estudiadas cumplen con los principios. de confort térmico y lumínico. Resultados: se encontró que los parámetros de apertura en cuanto a ventilación cumplen con la norma, sin embargo, los temas de sombreado y tipos de sellado se cumplen parcialmente. Las estrategias de acondicionamiento térmico cuentan con ventilación cruzada, pero la elección del material de sellado afectó el confort térmico.

Palabras-clave: Complejo Julio Prestes. Confort térmico. Confort ligero. Sostenibilidad.



1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a alarmante situação das mudanças climáticas globais tem sido estudo de diversos tópicos, entre eles o da construção civil, causadora de grandes impactos ambientais devido ao elevado uso de recursos naturais, chegando a consumir cerca de 40% do total extraído (Tajiri; Cavalcanti; Potenza, 2011, p. 16). Essa necessidade de mudança ambiental imediata obrigou o ramo habitacional a buscar alternativas construtivas mais eficientes e menos degradantes ao meio ambiente, reduzindo as emissões de gases poluentes.

O termo "sustentabilidade" passou a ser discutido mundialmente em 1972, na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Ambiente Humano, em Estocolmo, o qual buscou conscientizar a população sobre a necessidade de cuidar dos recursos naturais. Anos depois, este assunto se intensificou devido à publicação da "primeira imagem de satélite do buraco na camada de ozônio, na Antártica, fato histórico que sensibilizou o mundo para a urgência na questão ambiental" (Tajiri; Cavalcanti; Potenza, 2011, p. 20).

Vinte anos mais tarde, na cidade do Rio de Janeiro, surgiu o conceito de cidade sustentável durante a Conferência Mundial de Meio Ambiente, conhecida como Rio-92, gerando importantes resultados como a Agenda 21, que visa planejar sociedades sustentáveis conciliando métodos de segurança ambiental, social e econômica (Brasil, 2024).

Cidades sustentáveis, por definição, são caracterizadas por um desenvolvimento urbano ordenado, procurando evitar a degradação a fim de obter uma cidade digna para todos (Medauar; Almeida, 2004, p. 18). Em concordância, para se obter uma cidade sustentável é preciso que haja habitações sustentáveis. Estas, são consideradas sustentáveis "[...] quando a adequação ambiental, a viabilidade econômica e a justiça social são incorporadas em todas as etapas do seu ciclo de vida [...]" (Tajiri; Cavalcanti; Potenza, 2011, p. 30). Para isso, o incentivo por parte dos governos é de extrema importância para que a questão da sustentabilidade seja projetada e inserida logo no início dos projetos habitacionais pelas construtoras.

Em 2015 foi estabelecida pela ONU a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, cuja ideia principal é combater as desigualdades e contribuir para a proteção do planeta, garantindo ainda habitação de qualidade. Por isso, a promoção da melhoria de projetos habitacionais e da vida humana contribuiu para o surgimento do tema "moradia adequada, que passou a ser um direito universal em 1948, na Declaração Universal dos Direitos Humanos. Posteriormente, a ONU redigiu diversos textos diferentes para definir a moradia adequada, entre eles, estão 7 parâmetros considerados ideais, como: i) Segurança de posse; ii) Disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura; iii) Economicidade; iv) Habitabilidade; v) Acessibilidade; vi) Localização; e vii) Adequação cultural (Brasil, 2013).

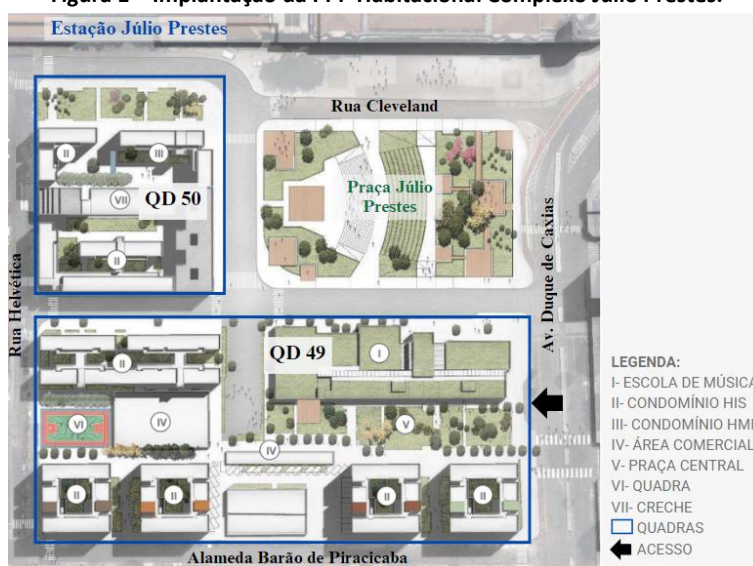
Nesse enfoque, muitos imóveis habitacionais, na cidade de São Paulo, foram "construídos ou adaptados posteriormente para serem sustentáveis, desde a escolha dos materiais, quanto em aspectos mais específicos como alternativas para conservação e reutilização da água, conforto térmico, destinação adequada de resíduos sólidos, entre outros. Entretanto, na atual realidade ainda há maior número de construções ditas como "tradicionais" do que aquelas que visam a

melhoria do meio ambiente. Isso se dá, dentre diversos fatores, pelo custo mais elevado que esta habitação chega ao consumidor que, na maioria das vezes, “escolhe o imóvel considerando fatores como tamanho adequado para acomodar sua família, conforto, localização, dentre outros, sem se preocupar, por exemplo, com o aquecimento global” (Tajiri; Cavalcanti; Potenza, 2011, p. 16).

Ainda que haja a necessidade de seguir os parâmetros de moradia adequada e de prever questões sustentáveis nos pontos de partidas iniciais de um projeto, é possível notar uma deficiência com relação ao tema nos editais que regulamentam projetos habitacionais. Algumas destas carências de informações são identificadas no Edital de Concorrência Internacional nº 001/2014, referente ao Programa Parceria Público Privada Habitacional, que provê Habitação de Interesse Social (HIS) e Habitação de Mercado Popular (HMP) para famílias com renda entre 1 e 6 salários-mínimos na região central da cidade de São Paulo.

Com base neste edital, foi construído o Complexo Júlio Prestes, que consiste em um empreendimento com 8 torres de HIS e HMP distribuídas em duas quadras no distrito de Santa Cecília, ambiência do centro histórico de São Paulo, cuja implantação é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Implantação da PPP Habitacional Complexo Júlio Prestes.



Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação, 2017.

Na Quadra 49 foram implantadas 914 HIS para famílias com faixas de renda entre R\$ 810,00 a R\$ 4.344,00, e na Quadra 50 constam 216 HIS e 72 unidades de HMP para famílias que recebem de R\$ 4.344,01 até R\$ 8.100,00 (São Paulo, 2017). Além disso, o projeto prevê espaço para cultura, educação e lazer, com a construção de uma creche para cerca de 200 crianças, quadra de esportes, praças internas e uma escola de música.

Visto isso, o objetivo deste artigo é analisar as questões de sustentabilidade das torres 1 a 4 da Quadra 49 do Complexo Júlio Prestes, no que concerne ao conforto térmico e lumínico, segundo parâmetros especificados na NBR 15.575, na NBR 15.220-3, no Código de Obras e Edificações da Prefeitura de São Paulo/SP.



2. METODOLOGIA

Os critérios de conforto térmico e lumínico são componentes do parâmetro de habitabilidade da moradia adequada, juntamente a outros 4 itens, vide Quadro 1, e para a análise deste artigo é utilizado o disposto em normas brasileiras e código de obras e sanitário municipais, no que diz respeito a diretrizes técnicas e construtivas para a garantia de salubridade e conforto das unidades habitacionais propostas.

Quadro 1 - Parâmetros da moradia adequada.

Parâmetro	Descrição	Critério
Segurança de posse	A moradia não é adequada se os seus ocupantes não têm um grau de segurança de posse que garanta a proteção legal contra despejos forçados, perseguição e outras ameaças.	Posse legal ou segura
Disponibilidade de serviços	A moradia não é adequada se os seus ocupantes não têm água potável, saneamento básico, energia para cozinhar, aquecimento, iluminação, armazenamento de alimentos ou coleta de lixo.	Disponibilidade de água potável
		Disponibilidade de sistema sanitário adequado
		Disponibilidade de energia elétrica
Economicidade	A moradia não é adequada se o seu custo ameaça ou compromete o exercício de outros direitos humanos dos ocupantes.	Disponibilidade de habitação social
		Gasto com a habitação
Habitabilidade	A moradia não é adequada se não garantir a segurança física e estrutural proporcionando um espaço adequado, bem como proteção contra o frio, umidade, calor, chuva, vento, outras ameaças à saúde.	Lotação
		Tipos de habitação
		Materialidade
		Conservação
Acessibilidade	A moradia não é adequada se as necessidades específicas dos grupos desfavorecidos e marginalizados não são levadas em conta.	Conforto térmico e lumínico
Localização	A moradia não é adequada se for isolada de oportunidades de emprego, serviços de saúde, escolas, creches e outras instalações sociais ou, se localizados em áreas poluídas ou perigosas.	Acessibilidade universal
		Acessibilidade a transporte, empregos, serviços, equipamentos sociais
Adequação cultural	A moradia não é adequada se não respeitar e levar em conta a expressão da identidade cultural.	Mitigação de riscos naturais ou antrópicos
Adequação cultural	A moradia não é adequada se não respeitar e levar em conta a expressão da identidade cultural.	Adequação cultural

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de ONU-Habitat, 2015.

A análise tem como finalidade a comparação entre o objeto de estudo e a ABNT NBR 15.220 – 3: 2005 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, considerando as orientações bioclimáticas para a Zona Bioclimática 3, em que a cidade de São Paulo está inserida, local de implantação do Complexo Júlio Prestes, de modo a verificar se as unidades habitacionais das torres 1 a 4 da Quadra 49 atendem aos princípios básicos de conforto térmico e lumínico, conforme o Quadro 2.



Quadro 2 - Parâmetros para a Zona Bioclimática 3.

Parâmetros da abertura		Tipos de vedações externas		Estratégias de condicionamento térmico passivo	
Ventilação	Sombreamento	Parede	Cobertura	Verão	Inverno
Média					
*Considerar 15% < Área do piso de ambientes de longa permanência < 25%	Permitir sol durante o inverno	Leve refletora	Leve isolada	Ventilação cruzada	Aquecimento solar da edificação, vedações internas pesadas
Estratégia		Detalhamento			
B	A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio, através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar.				
C	A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido.				
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.				
H e I	Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuam.				
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.				

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de ABNT NBR 15.220-3, 2005.

Primeiro, de modo a validar o quesito de salubridade da unidade habitacional para além do disposto na NBR 15.220-3:2005 no critério de ventilação média, utiliza-se valores mínimos de dimensionamento de ambientes, dispostos pelo Código de Obras e Edificações da Prefeitura de São Paulo, Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017, Decreto nº 57.776, de 7 de julho de 2017, bem como o disposto pelo Código Sanitário, Decreto nº 12.342, de 27/09/1978, no que diz respeito à iluminação e ventilação mínima de compartimentos habitacionais.

Tabela 1 - Dimensionamento mínimo da habitação em função da salubridade.

Uso da Edificação	Código de Obras e Edificações (2017)				Código Sanitário (1978)	
	Compartimentos	Pé direito (m)	Área (m²)	Conter círculo (Diâmetro/m)	Iluminação (área do piso)	Ventilação (área do piso)
Habitação (a)	Repouso	2,50	5,00	2,00	1/8	1/16
	Estar					
	Estudo					
Qualquer uso	Cozinha	2,50	-	1,50	1/8	1/16
	Copa					
	Sanitários	2,30	-	0,90	1/8	1/16
	Lavanderia					
	Terraços					
					1/10 (mínimo de 0,60 m²)	1/10
				-	-	-

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados do Código de Obras e Edificações da Prefeitura de São Paulo, 2017 e Código Sanitário de São Paulo, 1978.

O critério de sombreamento é analisado a partir da carta solar da cidade de São Paulo, tendo como base o disposto no *software* SOL-AR da Universidade Federal de Santa Catarina (LabEEE, 2024, *online*), considerando a cidade de São Paulo na posição latitude 23.5º Sul, segundo



a ABNT NBR 15.575: 2013 - Edificações habitacionais – Desempenho. Assim, por meio de simulação 3D proporcionada pelo *software* SketchUp do pavimento tipo das torres residenciais de 1 a 4 da Quadra 49, é verificada a incidência solar e sombreamento sobre os interiores domésticos das unidades.

As vedações externas adotadas e sua correspondência às características de parede leve refletora e cobertura leve isolada, são validadas por meio de simulação virtual dos componentes construtivos, ferramenta disponibilizada pela plataforma *online* ProjeetEEE (2024), parceria entre o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina e o Governo Federal.

Por último, para os critérios de condicionamento térmico passivo, ambas as estações (verão e inverno) são analisadas por meio das plantas arquitetônicas disponibilizadas no caderno “Projeto Praça Júlio Prestes” (Governo do Estado de São Paulo, 2017), tanto pelo posicionamento das esquadrias nas fachadas, como na diferença gráfica de espessura de vedações.

3. RESULTADOS

Para a análise dos resultados, verificou-se as 3 condicionantes dos parâmetros para a Zona Bioclimática 3, tais quais: i) parâmetros de abertura; ii) tipos de vedação externa; e iii) estratégia de condicionamento térmico passivo.

Na análise dos parâmetros de abertura foram avaliados quesitos referentes à ventilação e sombreamento, com base nas aberturas das esquadrias do projeto. Para os tipos de vedação externa, foram levados em conta os materiais construtivos, bem como as cores das paredes e da cobertura, a fim de saber a escolha acarretou uma boa condição térmica no interior dos apartamentos. Por fim, nas estratégias de condicionamento térmico passivo foram analisados a ventilação e iluminação natural no verão e no inverno.

3.1 Parâmetros de abertura

A avaliação de salubridade da unidade habitacional, conforme o disposto nas Tabelas 2 e 3, é positiva quando comparada às exigências do Código Sanitário (1978) da cidade de São Paulo, com boas áreas de projeção de iluminação e ventilação. O dimensionamento das esquadrias segue valores aproximados do não executado, de acordo com medição realizada *in loco* pelas autoras no tipo de apartamento de 2 dormitórios. Ademais, a partir da visita realizada no Complexo Júlio Prestes, atestou-se o uso de janelas *maxim ar* na maior parte dos banheiros. Entretanto, naqueles com a esquadria voltada para corredores de circulação, foi utilizado janelas basculantes devido à necessidade de privacidade para o uso deste cômodo. Portanto, considera-se para o cálculo 2 tipos de banheiros.



Tabela 2 - Projeção de iluminação e ventilação de esquadrias do tipo de apartamento de 1 dormitório.

Cômodo	Área do piso	Esquadria (h x l)	Iluminação			Ventilação		
			Coef.	Área mínima	Área projetada	Coef.	Área mínima	Área projetada
Área de serviço	2,35	J 1,14 x 1,45	1/5	0,47	1,65	1/10	0,24	0,83
Cozinha	5,20	J 1,14 x 1,14	1/8	0,65	1,60	1/16	0,33	0,80
Sala de estar/jantar	13,00	P 2,15 x 1,56	1/8	1,63	3,40	1/16	0,81	1,70
Banheiro tipo 1	3,45	J 0,74 x 0,80	1/8	0,43	0,59	1/16	0,22	0,59
Banheiro tipo 2	3,45	J 0,74 x 0,80 (0,44 fixo / 0,30 móvel)	1/8	0,43	0,59	1/16	0,22	0,24
Dormitório	9,00	J 1,14 x 1,50	1/8	1,13	1,71	1/16	0,56	0,85

Fonte: Autoras, 2024. Elaborada a partir de dados do Código Sanitário da cidade de São Paulo, 1978 e caderno Projeto Praça Júlio Prestes, 2017.

Tabela 3 - Projeção de iluminação e ventilação de esquadrias do tipo de apartamento de 2 dormitórios.

Cômodo	Área do piso	Esquadria (h x l)	Iluminação			Ventilação		
			Coef.	Área mínima	Área projetada	Coef.	Área mínima	Área projetada
Área de serviço	2,55	J 1,14 x 1,45	1/5	0,51	1,65	1/10	0,24	0,83
Cozinha	4,58	J 1,14 x 1,14	1/8	0,57	1,60	1/16	0,33	0,80
Sala de estar/jantar	10,32	P 2,15 x 1,56	1/8	1,29	3,40	1/16	0,81	1,70
Banheiro tipo 1	3,85	J 0,74 x 0,80	1/8	0,43	0,59	1/16	0,22	0,59
Banheiro tipo 2	3,45	J 0,74 x 0,80 (0,44 fixo / 0,30 móvel)	1/8	0,43	0,59	1/16	0,22	0,24
Dormitório 1	8,42	J 1,14 x 1,50	1/8	1,05	1,71	1/16	0,53	0,85
Dormitório 2	7,78	J 1,14 x 1,40	1/8	0,97	1,60	1/16	0,49	0,80

Fonte: Autoras, 2024. Elaborada a partir de dados do Código Sanitário da cidade de São Paulo, 1978 e caderno Projeto Praça Júlio Prestes, 2017.

Entretanto, quando comparada a área de ventilação projetada com o recomendado pela NBR 15.220-3:2005 (Tabela 4), no que diz respeito às diretrizes bioclimáticas para a Zona 3 em que a cidade de São Paulo está inserida, com exigência de ventilação média para ambientes de longa permanência devido à necessidade de desumidificação no verão por ventilação, atesta-se que as janelas dos dormitórios das unidades habitacionais de 1 e 2 dormitórios não são suficientes, sendo necessária a permanência das portas internas abertas para acrescer na área de ventilação do piso.



Quanto à cozinha, a janela de ambos os tipos de apartamentos atende ao mínimo exigido pelo Código (1978) e pela Norma (2005), e podem adquirir área maior de ventilação devido à janela da área de serviço de cada unidade habitacional, uma vez que estes cômodos não possuem elemento de vedação entre eles. Ademais, observou-se na visita *in loco* que as janelas da cozinha e área de serviço possuem uma pequena abertura do tipo janela bandeira em cima das folhas móveis, o que agrega também na ventilação.

A sala de estar/jantar do apartamento de 2 dormitórios, por sua vez, atende ao critério da Norma (2005) devido à área mais enxuta beneficiada pela grande esquadria da varanda, enquanto a sala de estar/jantar do apartamento de 1 dormitório, devido ser um pouco maior, carece de pouca área para atingir o mínimo necessário, porém a abertura das esquadrias da cozinha e área de serviço servem como solução, uma vez que as áreas são integradas e não impedem a ventilação cruzada.

Tabela 4 - Comparativo de exigência de ventilação para ambientes de longa permanência.

Cômodo	Área do piso	Esquadria		Ventilação (Código Sanitário 1978)		Ventilação (NBR 15.220-3:2005)	
		Dimensões	Área projetada	Coef.	Área mínima	Coef.	Área recomendada
1 dormitório							
Sala de estar/jantar	13,00	P 2,15 x 1,56	1,70	1/16	0,81	15% < Área do piso de ambientes de longa permanência < 25%	1,95 a 3,25
Cozinha	5,20	J 1,14 x 1,14	0,80	1/16	0,33		0,78 a 1,30
Dormitório	9,00	J 1,14 x 1,50	0,85	1/16	0,56		1,35 a 2,25
2 dormitórios							
Sala de estar/jantar	10,32	P 2,15 x 1,56	1,70	1/16	0,81	15% < Área do piso de ambientes de longa permanência < 25%	1,55 a 2,58
Cozinha	4,58	J 1,14 x 1,14	0,80	1/16			0,687 a 1,15
Dormitório 1	8,42	J 1,14 x 1,50	0,85	1/16	0,53		1,26 a 2,11
Dormitório 2	7,78	J 1,14 x 1,40	0,80	1/16	0,49		1,17 a 1,95

Fonte: Autoras, 2024. Elaborada a partir de dados do Código Sanitário da Cidade de São Paulo, 2017 e ABNT NBR 15.220-3:2005.

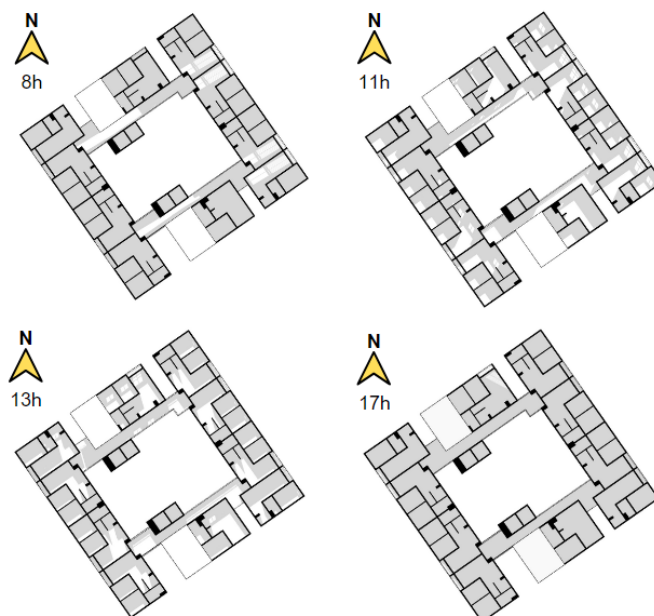
Para a avaliação de sombreamento, adotou-se 4 diferentes horários durante o solstício de inverno, abrangendo os períodos da manhã (8h e 11h) e tarde (13h e 17h).

No período da manhã, às 8h a maior parte dos apartamentos permanecem sombreadas, tendo alguma incidência de luz solar advindas de leste. Às 11h a incidência da luz solar se dá majoritariamente pela fachada nordeste, tornando-a muito benéfica para localizar as janelas dos dormitórios, ademais, devido à proximidade com o horário de 12h, em que o sol está a pino, e ao fato da tipologia das torres 1 a 4 da Quadra 49 possuírem um saguão central descoberto, há iluminação solar direta nos corredores e ambientes voltados para seu interior.

No período da tarde o sol começa a se locomover com direção a oeste, prevalecendo a iluminação natural sobre a fachada noroeste no horário das 13h, irradiando ainda, bastante luminosidade para as paredes internas da torre, onde se localiza a abertura central. O sombreamento da maior parte da quadra, incluindo as fachadas externas e àquelas voltadas ao vão

central, ocorrem no final da tarde, como pode-se observar no horário das 17h, a qual incide uma porção ínfima de luz solar na fachada noroeste, conforme se vê na figura 2.

Figura 2 – Incidência solar e sombreamento na tipologia das torres 1 a 4 da Quadra 49.
22 junho - solstício de inverno



Fonte: Autoras, 2024.

3.2 Tipos de vedações externas

Ainda que não tenha memorial descritivo da obra disponibilizado publicamente, tanto por informações da construtora Canopus Holding S.A no documento Prêmio Master Imobiliário (2019), quanto pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado de São Paulo (SDUH), observa-se a adoção de bloco estrutural de concreto como um todo para as paredes, bem como o uso de telhas metálicas nas coberturas. Assim, por meio de simulação das características de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa, obtém-se os seguintes valores na Tabela 4.

Ademais, para o cálculo de fator solar, em que $FS_o = 4 \cdot U \cdot \alpha$, considera-se para α (absortância à radiação solar – função da cor) a coloração branca, devido à limitação de cores dispostas na tabela "B.2 - Absortância (a) para radiação solar (ondas curtas) e emissividade (e) para radiações a temperaturas comuns (ondas longas)" da ABNT NBR 15.220-2:2005 "Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações", utiliza-se a simulação com as cores branca ($\alpha = 0,20$), amarela ($\alpha = 0,30$), verde claro ($\alpha = 0,40$), verde escuro ($\alpha = 0,70$) e vermelha ($\alpha = 0,74$), dada à predominância delas sobre as fachadas das torres 1 a 4, e no caso da cobertura, considera-se a cor "alumínio" ($\alpha = 0,40$).



Tabela 4 - Características térmicas de vedações externas das torres 1 a 4.

Paredes externas (NBR 15.220-3:2005) – Leve refletora		2,5 cm argamassa + bloco concreto 14x19x39 cm + 2,5 cm argamassa
Transmitância térmica – U W/m ² .K	U ≤ 3,60	2,68
Atraso térmico - φ h	φ ≤ 4,3	4,2
Fator solar - FSo %	FSo ≤ 4,0	2,14% branca
		3,2% amarela
		4,29% verde claro
		7,50% verde escuro
7,93% vermelho		
Coberturas externas (NBR 15.220-3:2005) – Leve isolada		Laje pré moldada 12cm + câmara de ar (> 5,0 cm) + telha metálica 0,6 cm
Transmitância térmica – U W/m ² .K	U ≤ 2,00	1,80
Atraso térmico - φ h	φ ≤ 3,3	4,8
Fator solar - FSo %	FSo ≤ 6,5	2,88

Fonte: Autoras, 2024. Elaborada a partir de dados da ProjetEEE, 2024 e NBR 15.220-2:2005 e NBR 15.220-3:2005.

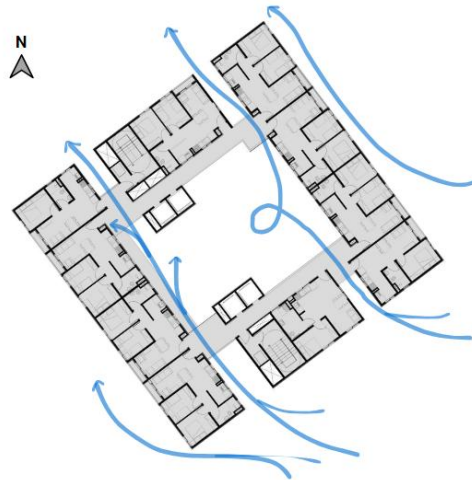
Desta forma, pode-se atestar a hipótese de que as vedações externas das torres residenciais 1 a 4 da Quadra 49 do Complexo Júlio Prestes são adequadas e propiciam condições de conforto térmico agradáveis aos usuários, como exigido pela Norma (2005). No entanto, com exceção negativa para o fator solar das fachadas que possuem cores de média tonalidade a escuras, ou seja, quando incide insolação sobre elas, a absorção de calor é maior e, conseqüentemente, pode tornar os interiores domésticos desconfortáveis por calor, especialmente no verão.

O atraso térmico do sistema de cobertura também é negativo, que é definido como o “tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor” (ProjetEEE, 2024, *online*). Neste caso, permanece o fluxo de calor para o interior por mais tempo do que o necessário, o que pode tornar o pavimento abaixo da cobertura mais quente em dias de insolação presente.

3.3 Estratégias de condicionamento térmico passivo

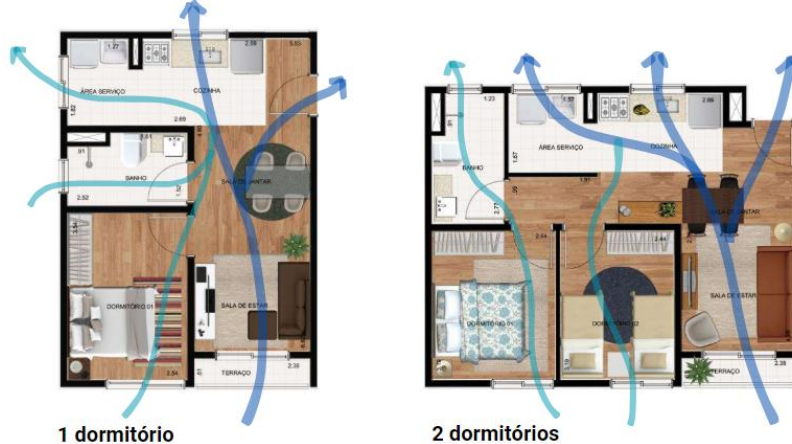
As plantas disponibilizadas pelo escritório Biselli Katchborian, responsável pelo projeto, e publicadas no caderno “Projeto Praça Júlio Prestes” são usadas de base para as análises de conforto térmico no verão.

De acordo com a disposição dos ambientes e das esquadrias, nota-se que a ventilação natural beneficia grande parte das torres residenciais de tipologia 1 a 4 da Quadra 49, em especial as fachadas nordeste e sudeste, já que a predominância dos ventos advém de leste. Desse modo, a implantação das torres é estratégica para dividir a corrente da quina do edifício. Além disso, o projeto inclui aberturas para entrada de ar nas fachadas sudeste e noroeste, permitindo a entrada de ar e criando uma ventilação cruzada que também beneficia a parte interna da torre, conforto mostra a figura 3.

Figura 3 – Influência dos ventos sobre a torre residencial.

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de São Paulo, 2017 e ProjetEEE, 2016.

Essa estratégia de ventilação utilizada no projeto e a abertura central do edifício torna o interior dos apartamentos muito bem ventilados, uma vez que ocorre ventilação cruzada em todas as tipologias presentes nas torres da Quadra 49 (Figura 4). No entanto, apesar disso, é natural que os apartamentos com janelas voltadas para as fachadas sudeste e nordeste recebam uma ventilação mais eficiente, devido à direção predominante dos ventos na cidade de São Paulo.

Figura 4 – Ventilação cruzada nos apartamentos de 1 e 2 dormitórios.

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de São Paulo, 2017.

No inverno, no entanto, a corrente de ar pode representar um desafio para o conforto térmico, principalmente nos pavimentos superiores, por receberem um fluxo de ar com maior velocidade, contribuindo para acelerar as trocas térmicas que ocasionam o desconforto por frio.

O Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014 descreve as especificações mínimas de todos os elementos que compõem a construção da PPP Habitacional, entre eles, no item 1.4.2, referente às características gerais, que inclui sistema estrutural, vedações, revestimento, entre outros, coloca detalhadamente quais tipos de sistema construtivo deverão ser utilizados (Quadro 3).

Quadro 3 – Quadro de especificações mínimas (sistema de vedação).

Características gerais		
1.4.2.3	Sistema de vedação	Alvenaria de blocos cerâmicos, blocos sílico calcários ou de concreto, sendo os blocos no mínimo classe C ou superior, conforme os cálculos determinarem, placas de concreto pré-moldadas, placas cimentícias, ou tecnologia alternativa desde que os processos estejam homologados pelos órgãos e agentes competentes. Caso venha a ser utilizado tijolo cerâmico maciço para arremates e acabamentos menores, os mesmos devem respeitar as normas brasileiras aplicáveis à espécie. Quanto ao desempenho e a durabilidade, os materiais devem atender às normas da ABNT.

Fonte: Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014.

Na análise do Edital e nas fotos das torres em construção disponibilizadas pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (2017), é possível ver que o material utilizado para as vedações foi o bloco de concreto, sendo a maioria com espessura de 14 cm e em algumas paredes internas utilizou-se blocos de 9 cm. A Figura 5 demonstra o sistema construtivo e de vedação de uma das torres da Quadra 49.

Figura 5 – Torre residencial do Complexo Júlio Prestes em fase de construção.



Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação, 2017.

De acordo com a plataforma ProjeTEEE (2024), a cidade de São Paulo é mais afetada pelo desconforto causado pelo frio do que pelo calor, com percentual de 63% e de 15%, respectivamente. Acrescenta, ainda, que apenas em 22% do ano a cidade está em conforto térmico, ou seja, em temperatura agradável ao corpo humano.

A NBR 15.220-3 (2005) especifica que “a adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido”, dessa forma, a utilização do bloco de concreto com pouca espessura para a vedação não garante o amortecimento das ondas de calor no inverno e, por isso, pode não ter sido a melhor escolha projetual.

O sol é outro fator importante no que se refere ao conforto térmico no inverno, promovendo o aquecimento solar passivo que, segundo a ProjeTEEE (2005) “é uma estratégia que consiste na utilização da radiação solar direta para aquecimento ambiental da edificação”. Dessa forma, após análise dos parâmetros de abertura referente ao sombreamento, as fachadas sudeste e nordeste são as mais ineficientes termicamente por frio, uma vez que a primeira é a que mais carece da luz solar durante todo o dia e a última recebe majoritariamente o sol da manhã, que não garante o aquecimento prolongado nos interiores dos apartamentos.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo trouxe como premissa a questão da sustentabilidade e moradia adequada nas construções civis, sobretudo na PPP Habitacional Complexo Júlio Prestes, localizada na ambiência do centro histórico de São Paulo. A partir das análises realizadas sobre o parâmetro de habitabilidade da moradia adequada, precisamente o critério de conforto térmico e lumínico abordado nas torres 1 a 4 da Quadra 49, pôde-se ter resultados positivos e negativos.

Analisando os resultados segundo os 3 principais parâmetros para a Zona Bioclimática 3, concluiu-se que para os parâmetros de abertura relacionados à ventilação, as tipologias de apartamentos das torres 1 a 4 da Quadra 49 são muito bem iluminadas e ventiladas segundo o Código Sanitário (1978). No entanto, os dormitórios de ambas as tipologias não possuem janelas com abertura suficiente para promover o conforto ideal recomendado pela NBR 15.220-3 (2005). No que tange ao sombreamento, nota-se que durante o período da manhã, a fachada nordeste é muito beneficiada pela entrada de luz natural, ainda, alguns apartamentos recebem incidência solar no início da tarde devido ao saguão central presente na planta. No entanto, os apartamentos voltados para as fachadas sudeste e sudoeste tendem a ser mais sombreados, portanto, mais frios.

O segundo principal parâmetro analisado fora os tipos de vedações externas, concluindo que houve preocupação com a pintura em cor clara das paredes das torres 1 a 4 do Complexo Júlio Prestes, a fim de que se tornassem refletoras da luz solar. No entanto, há algumas paredes externas que possuem pinturas em tons médios a escuros, facilitando a absorção de calor principalmente em dias mais quentes. Para a cobertura, o projeto indica telhas metálicas, que possuem considerável atraso térmico segundo o ProjetEEE (2024), sendo um ponto negativo no projeto já que o pavimento abaixo pode sofrer por desconforto térmico por calor.

Para as análises de estratégias de condicionamento térmico passivo, foi constatado que o estudo de caso possui ventilação cruzada em todos os apartamentos, visto que sua implantação está beneficiada pela ventilação natural advinda de leste e a planta tipo possui aberturas estratégicas que amenizam a sensação de calor no verão. Enquanto no inverno, a proposta de vedações para a construção não é tão eficaz, pois a escolha do material bloco de concreto bem como sua espessura, não garante o aquecimento dos apartamentos nos dias frios, que são maioria na cidade de São Paulo, conforme apontado pela Plataforma ProjetEEE (2024). Ademais, nem todos os pavimentos recebem iluminação solar, resultando em apartamentos prejudicados por iluminação natural durante a maior parte do dia, a exemplo dos apartamentos voltados para a fachada sudoeste.

5. REFERÊNCIAS

Analysis SOL-AR (2024). LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Acedido em 12 de Agosto de 2024, em: <https://labeee.ufsc.br/pt-br/downloads/software/analysis-sol-ar>.

Brasil (2013). Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. **Direito à moradia adequada**. – Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos.



Brasil (2024). Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Acedido em: 21 de agosto de 2024, em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>.

Medauar, O.; Almeida, F. D. M. (2004). **Estatuto da cidade: Lei 10.257, de 10.07.2001: comentários**. Ed. Revista dos Tribunais. São Paulo.

Nações Unidas (2015). **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Acedido em: 9 de Agosto de 2024, em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>.

NBR 15.220-3 (2005). **Edificações habitacionais**. Parte 1: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.

NBR 15.575 (2024). **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 1: Requisitos gerais. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.

ProjetEEE (2024). **Dados climáticos**. Acedido em 12 de Agosto de 2024, em: <https://www.mme.gov.br/projeteee>.

São Paulo (Estado). (2014). Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **Editais de Concorrência Internacional n.º 001/2014**. São Paulo.

São Paulo (Estado). (2017). Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **Lote 1 – Complexo Júlio Prestes**. Acedido em 12 de Agosto de 2024, em: <http://www.habitacao.sp.gov.br/icone/detalhe.aspx?id=13>.

São Paulo (2017). Código de Obras e Edificações da Prefeitura de São Paulo. **Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017**.

São Paulo (Estado). (2017). Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Anexo: **Projeto Praça Júlio Prestes – PPP Habitacional SP**. São Paulo.

Tariji, C. A. H.; Cavalcanti, D. C.; Potenza, J. L. (2011). **Habitação Sustentável**. Org.: São Paulo (Estado); Secretaria do Meio Ambiente; Coordenadoria de Planejamento Ambiental. São Paulo.