ARBORIZAÇÃO URBANA EM ÁREAS CENTRAIS: MAPEAMENTOS CLIMÁTICOS INICIAIS NA APAC-CRUZ VERMELHA - RJ

URBAN AFFORDABILITY IN DOWNTOWN AREAS OF RIO DE JANEIRO IN APAC-CRUZ VERMELHA: INITIAL CLIMATE MAPPINGS

Agnes da Silva Carvalho 1; Laura Vitória Drummond Daiha2; Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos 3; Eliane Silva Barbosa4

[1]Graduanda em Paisagismo, bolsista IC da FAPERJ | agnesvazlobo@gmail.com | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil; [2]Graduanda em Arquitetura e Urbanismo| laura.daiha@fau.ufrj.br | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil; [3]Prof. Dr. Programa de Pós-Graduação em Projeto e Patrimônio | virginia.vasconcellos@fau.ufrj.br | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil; [4]Prof. Dr. em Arquitetura | eliane.barbosa@fau.ufrj.br | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil.

Resumo:
Este artigo objetivou apresentar e discutir o conforto higrotérmico, a partir da presença ou ausência de arborização na Área de Proteção do Ambiente Cultural – APAC – Cruz Vermelha, na Cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa é qualitativa e experimental e avaliou trechos das ruas do Lavradio, da Relação e Gomes Freire, onde foram levantados o conjunto arquitetônico e realizadas medições com instrumentos. O trabalho incluiu visitas de campo, registros fotográficos e elaboração de mapas síntese como ferramentas para compreender os desafios ambientais do local. As medições mostraram como as variáveis climáticas temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento, analisadas em conjunto com elemento da forma urbana, como altura das edificações, proporção entre largura das ruas e altura dos prédios, materialidade do solo e presença de áreas verdes, revelando como essas interações afetam as condições de conforto. Os resultados mostraram que a predominância de edificações ocupando quase totalmente os lotes, associada à vias estreitas, dificulta a inserção de arborização. O estudo evidenciou a importância de políticas de arborização e planejamento urbano integradas à preservação do patrimônio, visando à melhoria do conforto higrotérmico e da qualidade ambiental em centros históricos.

Palavras-chave:
APAC-Cruz Vermelha; Conforto Ambiental; Arborização urbana; Patrimônio cultural edificado.

Abstract:
This article aims to present and discuss hygrothermal comfort, based on the presence or absence of trees in the Cultural Environment Protection Area – APAC – Cruz Vermelha, in the city of Rio de Janeiro. The research is qualitative and experimental and evaluated sections of the streets of Lavradio, Relação and Gomes Freire, where the architectural complex was surveyed and measurements were taken with instruments. The work included field visits, photographic records and the preparation of summary maps as tools to understand the environmental challenges of the site. The measurements showed how the climatic variables: air temperature, air humidity and wind intensity, interact with the elements of the urban form, altering the comfort conditions. As a result, it was observed that the predominance of old buildings, occupying almost all the lots, and the width of the roads and sidewalks, hinder ventilation and the implementation of green areas; the intensive use of asphalt also affects the microclimate, contributing to the increase in temperatures and the formation of heat islands, a common phenomenon in the central areas of cities. The study highlights the importance of urban afforestation and planning policies for preserving heritage and improving hygrothermal comfort and environmental quality in historic centers.

Keywords:
APAC-Cruz Vermelha; Environmental comfort; Urban afforestation; Built cultural heritage;

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho integra uma pesquisa que analisa as relações entre o projeto, a arborização urbana (vegetação, como elemento da forma urbana), sua relação com o conforto higrotérmico, a evolução da cidade e o patrimônio cultural arquitetônico. O artigo objetivou analisar os desafios do patrimônio arquitetônico em relação a inserção de arborização e a adequação ao conforto higrotérmico nas áreas centrais da Cidade do Rio de Janeiro. Com base nos levantamentos realizados em trechos das ruas do Lavradio, da Relação e Gomes Freire, na APAC-Cruz Vermelha, foi possível analisar as modificações físico espaciais do lugar.

A pesquisa é desenvolvida a partir da observação dos usos do solo urbano, gabarito e identificação dos elementos da forma urbana e dos espaços livres públicos (calçadas e vias) que interagem com a arborização presente. A Área de Proteção do Ambiente Cultural Cruz Vermelha e adjacências, APAC-Cruz Vermelha, são marcadas por sobrados ecléticos e ruas estreitas. O trecho analisado corresponde às ruas do Lavradio, Gomes Freire, da Relação e adjacências, no Centro do Rio de Janeiro, por serem um exemplo dentre muitas transformações em áreas de patrimônio na Cidade. Os espaços livres e edificados do recorte de estudo foram analisados a partir de levantamentos bibliográficos e visitas à campo.

Foram utilizados recursos como: registros fotográficos, medições das variáveis climáticas com instrumento de precisão e observações diretas não participativas resultando em mapeamentos, elaboração de desenhos, croquis, tabelas e textos ilustrativos. Por se tratar da área central de uma metrópole, a região central da Cidade frequentemente enfrenta o fenômeno da ilha de calor urbana que é causado por diversos fatores. O aumento da temperatura do ar é acentuado pela presença de edificações que absorvem e retêm calor, pelo uso predominante de asfalto no solo e ainda, pela escassez de vegetação. Esses fatores contribuem para a elevação da temperatura do ar, intensificam a concentração de poluentes e assim, reduzem qualidade do ar e o bem-estar da população (Romero *et al*., 2019). Portanto, é importante analisar a escala microclimática por meio de levantamentos urbanísticos que identifiquem os desafios a serem resolvidos, com o objetivo de promover o maior conforto higrotérmico e contribuir para a saúde e a qualidade de vida dos usuários e moradores da cidade.

Diante desse cenário, o trabalho serve como piloto para que outros recortes da Cidade possam ser analisados visando à recuperação de espaços que vem sendo deteriorados, em grande parte, pelas mudanças de uso do solo que ocorreram nas áreas centrais das cidades, entre outros.

2. REVISÃO LITERATURA

A compreensão dos fenômenos climáticos urbanos e suas implicações na arquitetura têm se tornado essencial diante das crescentes exigências por ambientes mais sustentáveis. Entre esses fenômenos, destaca-se a ilha de calor urbana (ICU), definida por Oke (1982) como aumento significativo da temperatura em áreas urbanizadas em comparação com regiões periféricas, decorrente da substituição da cobertura vegetal por materiais impermeáveis e altamente absorventes de calor. Esse efeito é agravado por fatores como a densidade construtiva, a escassez de ventilação natural e a baixa presença de vegetação urbana (Lopes, 2008), contribuindo diretamente para o desconforto térmico e a degradação ambiental nas cidades.

Nesse contexto, a vegetação urbana, em especial as árvores, assume papel crucial na regulação microclimática. Como destaca Vasconcellos (2020), as árvores não apenas promovem o sombreamento e reduzem a temperatura do ar, mas também influenciam positivamente no bem-estar físico e psíquico da população. Sua presença contribui para a mitigação de efeitos térmicos extremos, aumento da umidade relativa do ar e melhora na qualidade ambiental. Em contrapartida, a ausência de áreas verdes, somada ao uso intensivo de materiais com alta capacidade de absorção térmica, intensifica a formação de ilhas de calor.

A materialidade urbana também desempenha papel determinante nas condições térmicas locais. Materiais como o asfalto, o concreto e superfícies metálicas tendem a reter e irradiar calor,

contribuindo para o aumento das temperaturas de superfície e dificultando a dissipação do calor acumulado. Como aponta Ferreira (2023), o setor da construção civil é um dos principais responsáveis pelo consumo energético e pelas emissões de gases de efeito estufa, o que reforça a necessidade de adoção de práticas sustentáveis no campo da arquitetura, incluindo o uso de materiais com melhor desempenho térmico e menor impacto ambiental.

Além disso, o desafio de intervir em áreas de valor histórico, como as localizadas em zonas centrais do Rio de Janeiro, exige uma abordagem projetual mais sensível e criteriosa. A presença de um tecido urbano consolidado, com edificações de alto valor patrimonial e normas rígidas de preservação - como nas áreas de Proteção do Ambiente Cultural (APAC)- impõe limitações à implantação de soluções ambientais convencionais, como arborização extensiva ou substituição de materiais. Nesses casos, torna-se fundamental conciliar os princípios de conservação com estratégias de sustentabilidade e conforto ambiental, como foi proposto por Choay (2001), que defende a preservação não como um obstáculo à transformação urbana, mas como uma oportunidade de reinterpretação da cidade, respeitando a sua memória e adaptando às demandas contemporâneas. Como exemplo, Araujo (2006) destacou:

> "...Desta forma, a cidade introduz modificações climáticas, sendo, portanto, o clima urbano um exemplo da modificação do clima local pelo homem. Repensar tal questão hoje é refletir sobre a qualidade de vida na cidade, permitindo o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais. Os centros históricos são objetos de discussão neste contexto, pois passam por processos de revitalização sem considerar as condições de conforto. (Araújo, 2006)

A pesquisa estuda as condições de conforto ambiental sob um enfoque bioclimático reforçando a ideia de que independente do uso do solo, as medições das variáveis climáticas devem ser adequadas para o conforto dos usuários. O processo de revitalização é tão importante para a preservação da história da cidade quanto para a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável. A integração entre conforto higrotérmico, planejamento urbano e valorização do patrimônio exige uma visão multidisciplinar, em que arquitetura, urbanismo, clima e conservação caminham juntos na construção de soluções eficazes e contextualizadas.

3. MÉTODOS

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa (participativa) e experimental. Os procedimentos utilizados foram: levantamentos bibliográficos e de campo, com mapeamento das informações, observações diretas não participativas e registros fotográficos. As observações diretas não participativas e os registros fotográficos das fachadas permitiram elaborar os mapas sínteses e analisar sobre os desafios encontrados. O recurso das medições com os instrumentos de precisão contribuiu para a verificação do conforto higrotérmico na área estudada.

Para seleção do recorte de estudo foi realizada uma análise em mapas do Data Rio e *Google Earth,* além de visitas de campo. A utilização do *software QGIS* permitiu a criação de mapas a partir de informações inseridas, resultando em maior eficácia quanto ao compartilhamento de dados durante o processo da pesquisa e em publicações futuras.

Durante as visitas de campo, os pesquisadores foram organizados em grupos, cada qual responsável pela coleta de diferentes conjuntos de dados, incluindo o mapeamento da arborização urbana, da materialidade, gabarito das edificações e o uso do solo. As medições das condições climáticas foram realizadas com instrumentos de medição de precisão (termo-higrômetro e anemômetro), devidamente calibrados e utilizaram-se, ainda, câmeras de celular, trenas digital e manual. As medições foram realizadas em um único dia, na parte da manhã, em dois horários, obedecendo a um percurso móvel previamente definido, com doze pontos de medição, sendo eles ao sol e à sombra de copas de árvores.

Os dados obtidos foram anotados em uma planilha de campo e registrados no Excel. A escolha dos pontos ocorreu em função da diversidade de cenários encontrados, como a Rua do Lavradio e as ruas adjacentes possuem características urbanas diferentes, buscou-se variações quanto à

forma de ocupação dos lotes, gabaritos e a presença de vegetação, permitindo uma melhor comparação e análise do conforto ambiental dos espaços livres públicos.

4. RESULTADOS

Projetar em áreas consolidadas e de valor histórico impõe desafios relevantes, especialmente quanto à inserção de arborização e à permeabilidade do solo. A alta densidade e a ocupação total dos lotes por edificações tombadas restringe intervenções físicas, exigindo soluções que respeitem a paisagem urbana e os bens patrimoniais. As diretrizes do IPHAN reforçam essa complexidade, ao demandar compatibilidade entre preservação cultural e uso contemporâneo. Segundo o IPHAN, toda intervenção deve buscar a valorização do bem cultural, de forma a garantir sua integridade física e a manutenção dos valores históricos, estéticos ou simbólicos a ele atribuídos (IPHAN, 2016). Nesse contexto, deve-se conciliar sustentabilidade ambiental e conservação da memória com abordagens inovadoras, sensíveis ao entorno e articuladas com órgãos de proteção.

O uso do solo na área de estudo é predominantemente comercial, seguido pelo uso institucional (figura 1). Neste percurso, encontram-se alguns bens tombados como: Garagem Poula, Armazém do Senado, na Avenida Gomes Freire, Sociedade Brasileira de Belas Artes e Escola Municipal Celestino da Silva, na Rua do Lavradio.

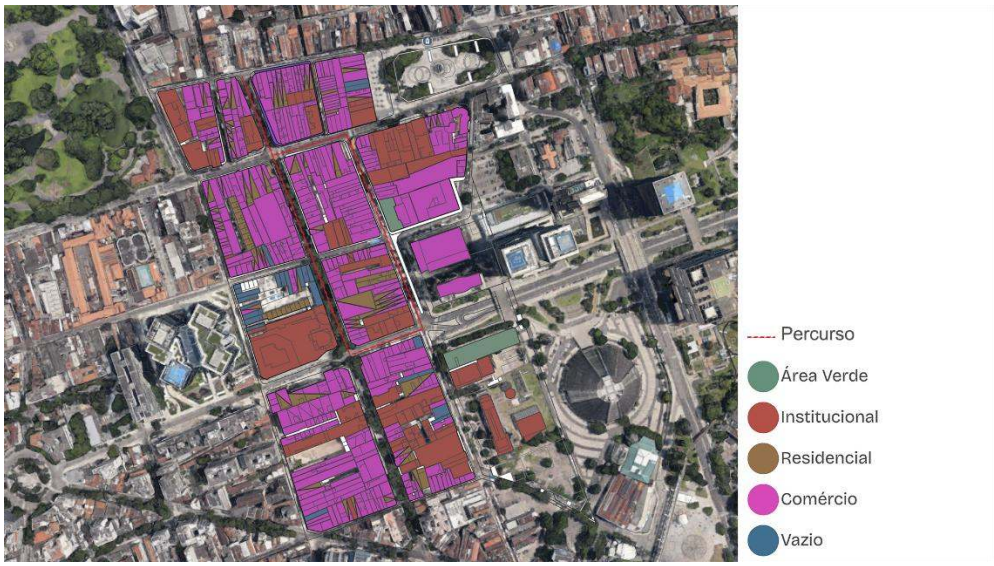

Figura 1: Mapa de Uso
Fonte: Elaborado pelas autoras no QGIS (2025).

A observação no local, aliada à análise do mapa de gabarito (figura 2), permitiu compreender a diversidade arquitetônica da região, as alterações de altura ao longo das décadas e sua influência nas condições microclimáticas registradas. Com isso, foi possível analisar a altura das edificações e as interrupções abruptas dos gabaritos, pois as recomendações da APAC, seguem um padrão de altura que varia de um a três pavimentos.

A correlação entre o gabarito das edificações e as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento) foi feita a partir da comparação entre os dados de medição e as características físicas dos trechos analisados. Observou-se, por exemplo, que ruas com predominância de edificações baixas e contínuas, como a Avenida Gomes Freire, possibilitam maior sombreamento por copa arbórea e temperaturas mais amenas, resultando em maior conforto térmico (pontos de medição de P1 a P6). O ponto 2 registrou a maior média de temperatura ao sol, 33,2ºC e o ponto 5 a menor média de temperatura à sombra, 28,3ºC.

Em contrapartida, mesmo havendo afastamentos maiores na Rua do Lavradio, edifícios mais altos, com mais de 30 andares, reduzem o fluxo de ar e intensificam a retenção de calor nas superfícies urbanas, conforme apontado pelas medições de temperatura e umidade realizadas nos pontos P7

e P12. Os valores encontrados nas medições apontam para resultados de temperaturas mais baixas quando registradas maiores velocidades dos ventos, como por exemplo, a média de temperatura registrada ao sol no ponto 7 foi de 28,1ºC, com registro da média de velocidade dos ventos de 1,87m/s, enquanto a média da temperatura à sombra no ponto 12 foi de 31,1ºC com velocidade média dos ventos de 0,865m/s.

Na Rua da Relação, observa-se sombreamento apenas por meio das edificações sobre a via e calçamentos, que é muitas vezes insuficiente e desigual ao longo do dia, devido a variação de altura e ao afastamento entre os edifícios, além da orientação solar, o que contribui para temperaturas mais elevadas, conforme indicado nas medições de campo. Esses dados evidenciam que o gabarito impacta diretamente na incidência solar sobre as vias e na capacidade de ventilação natural, influenciando assim as condições de conforto térmico nos espaços públicos.

Essa leitura articulada entre gabarito, uso do solo e desempenho climático reforça a importância de considerar a morfologia urbana como um fator determinante para a qualidade ambiental em centros históricos. Ao mesmo tempo, evidencia que soluções para o conforto térmico em áreas protegidas devem ser adaptadas às restrições patrimoniais, valorizando os vazios urbanos, fachadas históricas e os poucos espaços disponíveis para inserção de vegetação, ou mesmo explorando estratégias como elementos sombreados reversíveis, materiais com melhor desempenho térmico e ventilação induzida pela configuração urbana.

Ainda em relação à figura 2, observa-se a predominância das edificações em relação aos espaços livres. Cabe destacar, que os lotes possuem alta taxa de ocupação, sem afastamentos laterais e há prédios altos que absorvem e retém calor, o que dificulta a presença de arborização, a circulação do ar e favorece o aumento da temperatura e os efeitos das ilhas de calor urbana que intensifica a concentração de poluentes, impactando a qualidade do ar e o bem-estar da população.



Figura 2: Mapa de gabarito

Fonte: Gerado pelas autoras no QGIS (2024)

Observar as características da arquitetura e seu entorno é fundamental para compreensão da identidade histórica da rua e de como a materialidade influencia no microclima e consequentemente, no conforto ambiental. Para isso, foi realizado o mapeamento da materialidade das vias (figura 3) e destaca-se que há uma alta concentração de asfalto nas ruas e de concreto nos edifícios, o que pode resultar em altas temperaturas, pois o calor tende a se acumular nesses materiais. Porém, onde ocorre presença de vegetação, as medições realizadas indicam uma redução da temperatura, o que ressalta a importância dos espaços livres públicos arborizados. Os pontos de 1 a 5,

localizados na Rua Gomes Freire, com maior abundância de arborização, apresentam maiores áreas de sombra por vegetação e nesse trecho, no ponto 5 está evidenciada a menor média de temperatura do ar ao sol, 29ºC.

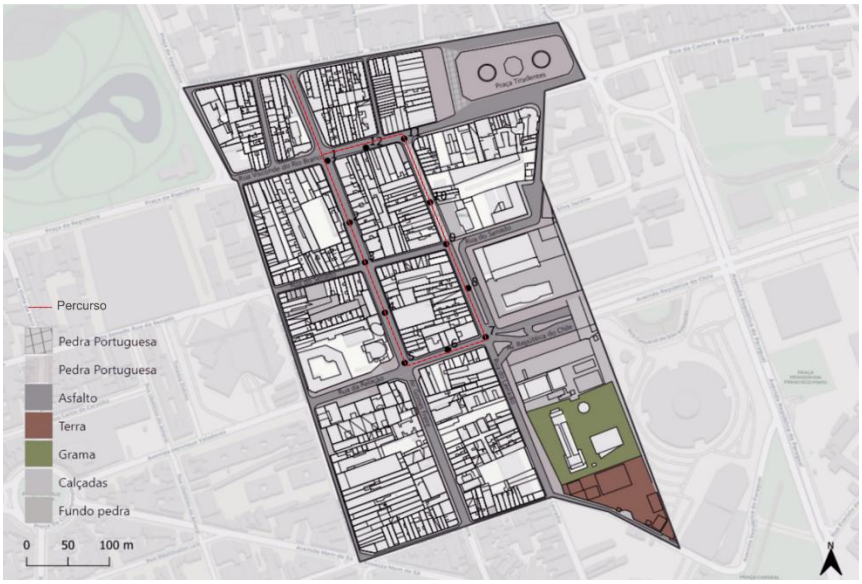

Figura 3: Mapa de materialidades
Fonte: Gerado pelas autoras no QGIS (2024)

Adicionalmente, foi possível observar que a direção predominante dos ventos, é fato relevante para a análise de ventilação natural e para a dispersão térmica. Esse dado, quando cruzado com as características físicas dos trechos analisados, reforçou o impacto da vegetação e dos elementos da forma urbana sobre o comportamento climático local.

No mapeamento de arborização (Figura 4), observa-se que, a esquina da Rua do Lavradio com a Rua Visconde do Rio Branco (P7 a P11) apresenta cobertura vegetal escassa, mesmo em lotes com maior disponibilidade de área. As espécies predominantes são as palmeiras, como a Palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*), dispostas em fileiras no canteiro da calçada central e as palmeiras Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) com golas de plantio estreitas, na esquina da Rua do Lavradio com a Visconde do Rio Branco. Além disso, há algumas arbustivas de pequeno porte como as clúsias (*Clusia fluminense*), que estão plantadas em jardineiras e ainda alguns ipês (*Handroanthus heptaphyllus*). A vegetação presente na calçada central não possui copas grandes, logo, não favorece para o conforto térmico, pois não oferece proteção eficaz contra a radiação solar.

A ausência de vegetação efetiva para sombreamento e redução da radiação solar direta foi particularmente notada nos trechos entre a Rua da Relação e a Rua do Senado, onde se observam apenas árvores de pequeno porte. Em contraste, na Avenida Gomes Freire (P1 a P5), foi identificada uma presença mais significativa da espécie Oiti (*Licania tomentosa*), cuja copa é densa, na qual desempenha papel importante na mitigação da radiação solar direta e no aumento da umidade relativa do ar (Vasconcellos, 2020). As medições realizadas em trechos sombreados por essas árvores apresentaram valores mais amenos de temperatura e maior conforto higrotérmico, em comparação com pontos de baixa arborização como o P2. Essa diferença corrobora estudos que associam a presença de vegetação arbórea ao aumento do bem-estar térmico urbano.

A coleta e o aumento da base de dados sobre espécies vegetais adequadas ao ambiente urbano mostram-se essenciais não apenas para prevenir problemas, relacionados ao manejo, mas também para orientar o planejamento urbano e a escolha de espécies com maior potencial de adaptação e benefícios microclimáticos. A arborização adequada contribui significativamente para a melhoria do conforto térmico, controle da umidade, redução da poluição e promoção da caminhabilidade atributos fundamentais para a qualidade de vida em áreas densamente urbanizadas e historicamente consolidadas.



Figura 4: Mapa de arborização
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024)

Na tabela 1 estão destacados em vermelho os maiores resultados e em azul, os mais baixos, observa-se que a Avenida Gomes Freire apresenta melhores condições de conforto térmico em comparação com a Rua do Lavradio. Esse resultado está associado a maior presença de vegetação arbórea, especialmente de espécies com copas densas, como o Oiti (*Licania tomentosa*), que contribuem para a redução da temperatura do ar e melhoria das condições microclimáticas.

Para a definição de maior conforto térmico neste estudo, consideraram-se como principais indicadores os menores valores médios de temperatura do ar registrados nos pontos de medição, com ênfase na comparação entre áreas expostas ao sol e aquelas sombreadas por vegetação. Essa escolha fundamenta-se nos parâmetros estabelecidos pela norma ASHRAE 55 (2017), que define faixas de conforto em ambientes externos entre 20°C e 26°C, considerando a interação da umidade relativa do ar e velocidade do vento. A norma defende que o conforto térmico resulta da combinação de múltiplos fatores ambientais e pessoais como vestimenta e nível de atividade, e que as percepções individuais podem variar. Ainda assim, seu objetivo é estabelecer condições térmicas aceitáveis para a maioria dos ocupantes, oferecendo uma base sólida aceitável para a maioria dos usuários e, como consequência, uma referência para a avaliação do desempenho ambiental em espaços abertos e construídos.

As variações de temperatura se mostraram mais relevantes para a análise do conforto ambiental nos trechos mais arborizados, como os da Avenida Gomes Freire, que apresentaram médias térmicas mais amenas, configurando-se como páreas com maior conforto higrotérmico.

Local	Pontos de Medição	Horário	Temperatura do ar (°C)		Umidade do ar (%)		Velocidade do Vento (m/s)	
			Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
	P1	09:00	31,71	29,48	64,68	68,94	0,53	0,51
		10:20	32,4	29,63	63,15	69,29	0,77	0
		Média	32,055	29,555	63,915	69,115	0,65	0,255
	P2	09:10	29,13	27,44	72,08	**77,39**	1,39	0,74
		10:25	**37,27**	29,71	61,5	69,01	0,39	0,35
		Média	33,2	28,575	66,79	73,2	0,89	0,545

Avenida Gomes Freire	P3	9:20	29,75	28,23	69,54	74,03	0,97	0
		10:29	32,6	30,63	62,16	66,45	0,32	0,16
		Média	31,175	29,43	65,85	70,24	0,645	0,08
	P4	9:25	29,92	27,68	70,53	75,82	0,7	1,06
		10:35	31,69	30,41	63,09	66,5	0,42	0,72
		Média	30,805	29,045	66,81	71,16	0,56	0,89
	P5	9:30	28,42	27,75	**73,85**	75,11	2,44	1,25
		10:40	29,7	29,02	68,88	70,19	1,55	0,42
		Média	**29,06**	28,385	71,365	72,65	1,995	0,835
	P6	9:35	30,13	28,49	69,43	73,72	1,28	0,21
		10:45	32,37	29,74	63,54	67,99	1,39	0
		Média	31,25	29,115	66,485	70,855	1,335	0,105
Rua do Lavradio	P7	9:44	29,38	**26,77**	72,72	78,32	1,94	**2,75**
		10:50	32,59	29,47	63,62	67,88	11,19	0,95
		Média	30,985	28,12	68,17	73,1	**6,565**	1,85
	P8	9:50	-	28,01	-	74,89	-	1,23
		11:00	31,32	-	62,94	-	1,54	-
		Média	31,32	28,01	62,94	74,89	1,54	1,23
	P9	9:55	30,77	30,86	67,46	66,52	0,31	0
		10:05	35,68	34,36	54,05	55,53	0,15	0,11
		Média	33,225	32,61	60,755	**61,025**	0,23	0,055
	P10	10:00	32,02	29,84	64,42	69,37	0,53	0,72
		11:10	33,63	**34,9**	59,1	56,15	**0,14**	0
		Média	32,825	32,37	61,76	62,76	0,335	0,36
	P11	10:05	32,04	30,86	63,58	65,81	1,34	0,22
		11:15	33,72	33,01	59,09	59,93	0,18	0,16
		Média	32,88	31,935	61,335	62,87	0,76	0,19
	P12	10:10	31,31	30,59	64,67	65,87	0,81	1,41
		11:20	33,9	31,8	**57,51**	62,68	0,81	0,32
		Média	32,605	31,195	61,09	64,275	0,81	0,865

Tabela 1: Resultados das variações climáticas
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024)

4.1. DISCUSSÕES

A configuração urbana revela um paradoxo climático: enquanto a Avenida Gomes Freire, caracterizada por edificações de menor altura e ocupação mais contínua dos lotes, sem afastamentos, apresenta presença de arborização e tende a ser termicamente mais confortável, a

Rua do Lavradio, apesar de possuir grandes afastamentos entre os edifícios no lado ímpar, o que favorece a inserção de espaços livres verdes e a ventilação, a arborização é escassa e edifícios altos reduzem o fluxo de ar, resultando em um ambiente com temperaturas mais elevadas. Essa contradição evidencia que a forma como o tecido urbano é ocupado, a altura das edificações e a presença de vegetação são fatores cruciais que interferem diretamente no microclima urbano.

Os resultados evidenciaram, de forma clara, a importância da vegetação na regulação climática urbana. A presença de cobertura vegetal, especialmente arborização, mostrou-se fundamental para a melhoria do conforto ambiental, com redução da temperatura quando comparada ao entorno imediato sem arborização. A comparação entre ruas com diferentes espécies e quantidades reforça essa análise, apontando para a urgência de políticas públicas que incentivem a ampliação das áreas verdes nas cidades, particularmente em zonas de alta densidade construtiva como o Centro do Rio de Janeiro. A mitigação dos efeitos de ilha de calor depende de um conjunto de estratégias complementares, entre elas, destacam-se a criação de parques, corredores verdes, telhados e jardins verticais. Já o uso de materiais altamente reflexivos, que funcionam como espelhos, pode aumentar a reflexão de calor no espaço urbano e pavimentos permeáveis. A ventilação urbana também desempenha papel central nesse processo e deve ser favorecida por projetos arquitetônicos que respeitem os fluxos naturais de vento, pois a aeração nas cidades influencia o clima urbano (Sartori, 1984).

É crucial que o planejamento urbano considere não apenas o controle higrotérmico, mas também a caminhabilidade e o conforto dos pedestres, especialmente em áreas de preservação patrimonial. Intervenções devem equilibrar a necessidade de sombreamento com a preservação da visibilidade dos bens históricos, promovendo uma experiência urbana acessível e qualificada.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados iniciais, sob o ponto de vista do conforto ambiental, pode-se concluir que as análises efetuadas revelaram os desafios da relação do patrimônio cultural com as novas demandas da sociedade. O trabalho também serve como modelo para que o método usado na pesquisa possa ser empregado em outras áreas do Centro da Cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa permite, ainda, a construção de mapas sínteses para facilitar a leitura da área, o que se pretende trabalhar na sequência. Deste modo, a pesquisa segue ampliando conhecimentos sobre as áreas centrais da Cidade do Rio de Janeiro, com foco principal nas relações do patrimônio cultural edificado com o conforto ambiental, reunindo informações que auxiliam para o banco de dados da Prefeitura do Rio de Janeiro, ou que sejam relevantes para uma possível intervenção na área.

É importante considerar que as pesquisas em espaços livres públicos não podem ser feitas por apenas um pesquisador em campo, pois é necessário a realização das notações, mapeamentos, medições e registros fotográficos. O que gera um desafio conciliar a quantidade de pesquisadores necessários para um bom levantamento *in loco*. O planejamento urbano deve garantir caminhabilidade e conforto ambiental, respeitando a identidade histórica dos espaços e do patrimônio edificado. Este estudo evidencia a importância da implantação de vegetação na regulação climática urbana, ratificando que a presença de espaços livres verdes melhora o conforto higrotérmico e a qualidade do ar, pois a vegetação urbana, além de contribuir para o conforto térmico, também desempenha um papel importante na melhoria da qualidade do ar ao remover poluentes atmosféricos, como ozônio e dióxido de nitrogênio (Nowak; Crane; Stevens, 2016) e sua ampliação deve ser incentivada por políticas públicas, estratégias que contribuem para mitigar as ilhas de calor urbana e, consequentemente, pensar uma cidade mais resiliente e sustentável.

As intervenções devem equilibrar a necessidade de sombreamento com a preservação da visibilidade dos bens históricos, promovendo uma experiencia urbana acessível e qualificada. A pesquisa, embora limitada, por questões adversas como compatibilidade de horários da equipe e alterações climáticas ao longo do dia, mostra sua eficácia tanto para o avanço das pesquisas quanto pode auxiliar em trabalhos futuros. Do mesmo modo, contribui para o aperfeiçoamento do Grupo de Pesquisa, no treinamento e na formação de estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de; CARAM, Rosana. **Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1–22, jun. 2006. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/asoc/a/KyLqb6MKPnZyDQSdBmfZCbs/>. Acesso em: 19 maio 2025.

ASHRAE. Standard 55: **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017. Disponível em: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>. Acesso em: 19 maio 2025.

BRASIL. **Cartas patrimoniais: documentos internacionais de referência para a preservação do patrimônio cultural.** Brasília: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, [s.d.]. Disponível em: https://portal.iphan.gov.br. Acesso em: 06 maio. 2025.

BRASIL. **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN**. Cartas patrimoniais: documentos internacionais de referência para a preservação do patrimônio cultural. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1702/>. Acesso em: 19 maio 2025.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio.** Tradução de Luciano Vieira Machado. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

COSTA. Maria Helena Couto Costa. **Urbanismo sustentável em Áreas de Proteção Ambiental. O caso da drenagem urbana no Setor de Mansões Park Way, em Brasília – DF, 2008**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2008.

FERREIRA, Beatriz de Abreu Inácio Santos; **Pensar a materialidade na arquitetura**. U lisboa, Faculdade Arquitetura, Universidade lisboa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10400.5/98831>. Acesso em: 08 Abr. 2025.

FREITAS, Cley Anderson Silva de; SILVA, Sabrina Lopes da; MIRANDA, Ingrydy Magaélia Felix; ALMEIDA, Davi Silva Fernandes de; FIGUEIREDO, José Vidal de; MOREIRA, Luís Clenio Jário; CALOU, Vinícius Bitencourt Campos. **Dinâmica Temporal de Ilhas de Calor na Região do Crajubar - CE: Causas, Efeitos e Medidas de Mitigação**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 39, e39240006, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/gPZxJcfcpT3nZHBfDL7MJZM/?lang=pt>. Acesso em: 01 Abril 2025.

LOPES, A. **O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa**. Territorium, n. 15, p. 3952, 2008. Disponível em:<https://doi.org/10.14195/1647-7723_15_4>. Acesso em: 08 Abr. 2025.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. **Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States.** ***Urban Forestry & Urban Greening***, v. 4, n. 3–4, p. 115–123, 2006. Disponível em: <Remoção da poluição do ar por árvores e arbustos urbanos nos Estados Unidos - ScienceDirect>. Acesso em: 19 maio 2025.

OKE, T.R. **The energetic basis of the urban heat island**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.

ROMERO, Marta Adriana Bustos; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello; LIMA, Erondina Azevedo de; WERNECK, Daniela Rocha; VIANNA, Elen Oliveira; SALES, Gustavo de Luna. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. 1.ed. Brasília: ETB, 2019.

SARTORI, M. da GB (1984). **Considerações sobre aeração em cidades e sua importância no Planejamento Urbano.** Ciência e Natura , 6 (6), 59–74. https://doi.org/10.5902/2179460X25070

VASCONCELLOS, V. M. N.**; Método para a classificação da permeabilidade de copa de árvores.** V!RUS, São Carlos, n. 20, 2020. [online]. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=4&item=13&lang=pt >. Acesso em: 25 Mar. 2025

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. As autoras agradecem à FAPERJ (Bolsa de Iniciação Científica), ao CNPq, PROARQ-FAU-UFRJ e a todos os integrantes do Grupo ProConf.