



Engenharia

Desempenho térmico de paradas de ônibus em microclima na cidade de Manaus

Samuel Antão Ferreira do Nascimento¹, Sarah Émille Rebouças Valcácio², Aline Nascimento de Araújo³, Raimundo Pereira de Vasconcelos⁴, Viviane Siqueira Magalhães Rebelo⁵, Matheus de Oliveira Dutra⁶

Resumo

A Universidade Federal do Amazonas está localizada dentro de um fragmento de floresta preservado na área urbana da cidade de Manaus, tendo um sistema de vias internas que possibilita a sua ligação com o restante da cidade. O principal modal é o transporte urbano por meio de ônibus que permite o acesso de milhares de estudantes todos os dias às dependências do campus. Neste contexto, a presente pesquisa se delimitou a verificar o comportamento térmico de diferentes modelos de paradas de ônibus envolvendo esse microclima singular. Foram analisados três modelos arquitetônicos no campus sendo o primeiro de concreto armado, o segundo de aço com telhas cerâmicas e o terceiro com aço inox e fibra de vidro, sendo analisados os sistemas estruturais, bem como, os respectivos materiais empregados na construção, através de medições de temperatura em diversos pontos da estrutura (coberturas, pilares, vidros e bancos). Para tal análise, adotou-se como ferramentas de estudo termo-higrômetro, termômetro digital infravermelho e câmera termográfica, coletando dados em horários específicos durante três dias em cada respectivo modelo. Os resultados mostraram que além dos fatores térmicos e arquitetônicos, as características do entorno e a rotina de ocupação influenciaram diretamente no desempenho térmico, gerando menores temperaturas nos modelos localizados mais internamente a floresta.

Palavras-Chave: Conforto térmico, Propriedades Térmicas, Sistemas Estruturais.

Thermal Performance of Bus Stops in Microclimate from the Manaus City. The Federal University of Amazonas is located within a preserved forest fragment in the urban area of the city of Manaus, having a system of internal roads that allows its connection with the rest of the city. The main modal is urban transport by means of buses that allow the access of thousands of students every day to the premises of the campus. In this context, the present research was limited to verify the thermal behavior of different models of bus stops involving this unique microclimate. Three architectural models were analyzed on the campus the first in reinforced concrete, the second in steel with ceramic tiles and the third in stainless steel and fiberglass, analyzing the structural systems, as well as the respective materials used in their construction, through temperature measurements at various points

¹ Mestre em Engenharia Civil - UFAM antaoleumas@gmail.com

² Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, FT, UFAM, sarah.valcacio@outlook.com

³ Graduada em Engenharia Civil – UFAM alinensaraujo@gmail.com

⁴ Doutor em Engenharia Civil – UFRJ, professor titular do departamento de engenharia civil, FT, UFAM, vasconcelos@ufam.edu.br

⁵ Mestra em Engenharia Civil - UFAM vivianesiqueira.eng@gmail.com

⁶ Graduado em Engenharia Civil – UFAM engmatheusdutra@gmail.com

of the structure (roofs, pillars, glass and benches). For this analysis, thermo-hygrometer, digital infrared thermometer and thermographic camera were adopted as study tools, collecting data at specific times over three days in each respective model. The results showed that, in addition to the thermal and architectural factors, the characteristics of the surroundings and the occupation routine directly influenced the thermal performance, generating lower temperatures in the models located more internally to the forest.

Keywords: Thermal comfort, Thermal Properties, structural systems

1. Introdução

Em Manaus, o sistema de transporte coletivo público é composto majoritariamente por ônibus, juntamente com o uso de micro-ônibus, principalmente nas regiões Norte e Leste. Em 2018, cerca de 500 mil passageiros utilizavam o transporte coletivo diariamente (SILVA et al., 2019), o que representa aproximadamente 25% da população do município. Atualmente, o transporte coletivo de Manaus funciona com 10 empresas e cerca de 200 linhas, com uma frota de 1620 ônibus (IMMU, 2021).

Por conta da enorme explosão demográfica ocorrida após a implantação da Zona Franca de Manaus, onde a população cresceu de 300 mil habitantes em 1970, para uma estimativa de 2,255 milhões em 2021 (IBGE, 2021), a infraestrutura de transporte urbano gerou diversas deficiências ao decorrer do tempo, tais como: superlotação, sucateamento da frota de ônibus, tempo de espera elevado (SILVA et al, 2019).

Apesar dos sucessivos avanços implementados ao longo das décadas no sistema de transporte coletivo, como a criação dos Terminais de Integração, a implantação de ônibus articulados e o Sistema Expresso (COSTA et al, 2017), os pontos de ônibus da cidade são alvos de críticas relativas à qualidade do sistema de transporte público, principalmente por conta do estado de degradação, oriundo de vários fatores, como a ação de intempéries, acidentes ou vandalis-

mo, o que implica na perda da finalidade principal deste serviço, que é a de abrigar os passageiros das intempéries (PESSOA; BARBOSA, 2017).

Precisamente em Manaus há diversos modelos de paradas onde em sua maioria são compostas por estruturas metálicas, com cobertura de telhas cerâmicas ou de fibra de vidro, além de estruturas de concreto armado. Levando em consideração as características climáticas da cidade de Manaus, com um clima tropical quente e úmido, dividido em épocas de seca – entre maio e novembro – e épocas chuvosas – entre dezembro e abril, e uma temperatura média relativamente alta com cerca de 27 °C (INMET, 2021), é necessário atentar se as paradas de ônibus existentes na cidade são adequadas para condições climáticas locais, visto que, a região em que as paradas estão inseridas podem ser influenciadas pela vegetação. Em cidades onde há vegetação abundante, observa-se que estas trazem consigo o sombreamento e regularização de temperaturas, promovendo qualidade de vida, entretanto, há uma fragilidade no decorrer da urbanização desenfreada, a diminuição do verde com passar do tempo, levando a menores parcelas de fragmentos de florestas. Estes fragmentos são formados por vegetação remanescente isolada pelos loteamentos urbanos que mesmos nestas condições geram a diminuição de impactos antrópicos no microclima (CALDAS, 2016). Um exemplo disso é o campus Senador Arthur Virgílio

Filho na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) onde há um fragmento de floresta com boa conservação, surgindo neste local um microclima singular. Diante disso, o presente trabalho procurou analisar o desempenho térmico de três paradas de ônibus de Manaus no campus da UFAM com tipologias diferentes. A análise foi desenvolvida por meio de medições de temperatura realizadas in loco. Desta forma, deseja-se apontar qual destas tipologias é a que apresenta melhor condição ao microclima analisado, levando em consideração o conforto térmico.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Clima e Arquitetura

O clima é um dos elementos principais a se levar em consideração na concepção de um projeto arquitetônico pois, de acordo com as características climáticas do local, serão tomadas as soluções construtivas que melhor se adequem a realidade da região. A arquitetura objetiva diminuir o desconforto de temperaturas elevadas, seja excesso de frio ou calor, buscando espaços que propiciam temperaturas e ventos amenos e trazendo uma sensação de confortabilidade (FROTA; SCHIFFER, 2001). Portanto, identificar características climáticas e térmicas e sua correlação com outros fatores do ambiente, é importante no planejamento de estruturas urbanas, a fim de melhor beneficiar seus usuários (MACIEL; NASCIMENTO; ZANELLA, 2012; LABAKI, et al 2012).

No Amazonas as condições atmosféricas são caracterizadas por distribuição irregular das chuvas e a pequena variação sazonal (AGUIAR, 2017). Contudo, têm-se observado constantes alterações no comportamento climático, em especial no ambiente urbano, fruto das modificações substanciais na paisagem natural (FOLI, 2020). Especificamente em Manaus, estudos comprovaram isso onde

ao longo do tempo adveio um aumento acentuado do desconforto térmico, com a ocorrência do fenômeno "ilhas de calor", (SILVA; AGUIAR, 2012; CARVALHO; SOARES; SILVA, 2013; ROMERO et al, 2019).

Diante deste contexto a normatização brasileira pertinente recomenda que a cidade de Manaus por se encontrar na Zona Bioclimática 8, adote aberturas para ventilação grandes, e que as aberturas sejam sempre sombreadas. Também se recomenda que as vedações externas, como paredes e cobertura, sejam do tipo "leve refletora", e a utilização da ventilação cruzada permanente como estratégia de condicionamento térmico passivo, notando-se que o condicionamento passivo poderá ser insuficiente nos horários mais quentes (ABNT,2005).

2.2 Microclima

Em grandes metrópoles, cada região possui suas peculiaridades ambientais sendo suas características definidas diretamente pela ação humana, surgindo assim um clima regional específico intitulado microclima. No caso de Manaus, tem-se um clima quente que contrasta com o processo de evapotranspiração, levando também a um clima úmido com aumento do índice pluviométrico. A UFAM por possuir uma porção fragmentada de floresta é uma das regiões da cidade com maior índice pluviométrico, consequentemente com um dos climas mais amenos, trazendo com isso menor desconforto térmico (SILVA, 2012).

Logo, há uma influência direta no clima, alterando a umidade local e proporcionando uma biodiversidade singular, com consequente regularização da temperatura da região e de suas adjacências. Tal fragmento de floresta no meio urbano aumenta a umidade relativa gerando a diminuição de temperatura (MARTINI; BIONDI, 2015; CALDAS, 2016). Deste modo, é possível notar uma diferenciação de temperatura entre os lo-

cais próximos a universidade com grande quantidade de árvores e outras regiões da cidade com menor arborização, como por exemplo, a região central, portanto, ocorrendo diferenças significativas entre regiões na mesma cidade (MARTINS, 2012; PINHEIRO; SOUZA, 2017).

2.3 Conforto térmico

O conforto térmico é definido como a sensação de bem estar gerado pelo ambiente térmico em que a pessoa está inserida (LA CRUZ et al, 2018). Existem diversas variáveis que devem ser levadas em consideração ao se definir os níveis de conforto térmico em um ambiente. Dentre estas destacam-se as variáveis climáticas: a radiação solar, a luz natural, a temperatura, o vento e a umidade (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

No estudo do conforto térmico de ambientes construídos é indispensável analisar, além da influência das condições ambientais e arquitetônicas, as características intrínsecas aos elementos construtivos. Em razão de que os materiais empregados na construção das edificações se comportam termicamente em função de suas propriedades térmicas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

2.4 Propriedades Térmicas

As propriedades térmicas de um dado material que estão relacionadas com a sua resposta à aplicação de calor são a capacidade térmica, resistência térmica, e condutividade térmica. A capacidade térmica é a disposição que um material construtivo possui em reter calor, onde a partir da quantificação dessa característica é possível avaliar o quanto um material pode contribuir em termos de inércia térmica para um ambiente. A resistência térmica denota a capacidade do material resistir a passagem do calor, logo, quanto maior a espessura do material por exemplo menor será a propagação do calor do ambien-

te externo para um ambiente interno sendo maior a sua resistência térmica. A condutividade térmica é a capacidade de um material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo e é proporcional a densidade do material e inversamente proporcional a resistência térmica, onde quanto maior a resistência térmica menor será a resistência térmica (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Além disso, existem as propriedades térmicas inerentes à superfície dos materiais, quanto a radiação solar, sendo estas a absorptância, refletância e a emissividade (SUETAKE, 2017). Absorptância mensura radiação solar absorvida pela superfície do material que gera calor e é influenciada pela cor do material. A refletância mede o comportamento do material quanto a parcela de energia solar que incide e é refletida e a emissividade denota a resistência superficial a radiação infravermelha de onda longa, mensurando por unidade de tempo a emissão de energia térmica na superfície do material, logo, materiais bem polidos possuem baixa emissividade e valores elevados de refletância como por exemplo uma folha de alumínio polida (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; SUETAKE, 2017).

2.5 Sistemas Estruturais

O avanço da tecnologia, e concomitantemente, dos materiais, acarreta novos processos construtivos e diversifica as técnicas a serem escolhidas para a execução de um sistema estrutural. Em se tratando da estrutura dos elementos de mobiliário urbano, como os pontos de ônibus, esse progresso tende aliar custo e/ou benefício a funcionalidade, buscando adequar estes as exigências normativas a serem cumpridas para atender ao usuário, e objetivando o conforto térmico (VENTURA, et al 2019; SOUZA et al, 2019). Logo, na escolha das paradas de ônibus, foram observados aspectos que pudessem ser comparativos como o

aspecto construtivo, a arquitetura, localização e os materiais constituintes de cada tipo de parada.

Sendo assim, foi apurado 'in loco' através de análise visual por meio de registros fotográficos os principais materiais envolvidos nas paradas, observando a

associação de sistemas básicos estruturais. Com base nessas informações coletadas foi elaborado o Quadro 1, onde consta a nomeação das paradas de ônibus por critério de ordem cronológica de análise na pesquisa.

Quadro 1 – Tipologia das paradas de ônibus analisadas

Modelo	Registros fotográficos		
1			
2			
3			

Fonte: Autoria própria (2020, 2021).

A parada modelo 1 (Quadro 1) é o padrão SEMINF desenvolvida pela Secretaria Municipal de Infraestrutura da cidade de Manaus, já a parada modelo 2 é o padrão SMTU desenvolvida pela Superintendência Municipal de Transportes Urbanos de Manaus sendo a mais comum na cidade, e a parada modelo 3 é o padrão CEMUSA desenvolvida pela empresa especializada em mobiliário urbano CEMUSA (PESSOA, BARBOSA, 2017). A parada modelo 1 (Quadro 1) é uma estrutura de concreto armado com vidro, composta por uma associação contínua de sistemas estruturais de arcos formando uma abobada longa sem tímpanos. A configuração da cobertura mostra a incidência de momento fletor

devido ao vínculo engastado. Consequentemente surge o esforço cortante e normal com as solicitações de tração, compressão e flexão na cobertura. Dentre essas solicitações a compressão e a flexão levam a maiores dimensões nas seções e se mostram preponderantes na estrutura (REBELLO, 2000). Sendo constituída de concreto armado propicia uma vinculação monolítica e dimensões de pouca esbeltez quando comparado com outros materiais construtivos como aço e madeira. Logo, levando os elementos estruturais a serem mais robustos pelo material constituinte e os esforços atuantes. Da mesma forma há uma demanda maior nos vínculos de engastamentos dos pilares com a fundação,

ocasionando a diminuição na economia na estrutura como um todo. Por outro lado, apresenta proteção contra intempéries na parte de trás através do vidro que colabora para não absorção de calor pelo concreto no encosto para os usuários.

A estrutura da parada 2 (Quadro 1) é uma estrutura metálica com cobertura em telhas de cerâmica. A estrutura metálica, sendo isotrópica e homogênea, mostra-se adequada para vencer vãos, possuindo praticamente a mesma resistência tanto a compressão quanto a tração, sendo esses os esforços principais na estrutura, o que de fato leva a seções mais esbeltas e econômicas, consequentemente, a otimização desses esforços gera um bom desempenho à flexão, tendo vigas empregadas ao longo do eixo longitudinal (REBELLO, 2000). A cobertura é formada por uma associação de sistemas estruturais entre treliças (tesouras) e vigas (terças). Já os pilares são circulares e vazados possuindo massas igualmente afastadas do centro de gravidade da seção o que de fato se mostra adequado para esforços de compressão, são pilares curtos, visualmente, e a cobertura não solicita tanto peso nos apoios quando comparado com concreto armado, promovendo assim uma resistência ao efeito de flambagem nos pilares, sendo estes vinculados na fundação por engastamento. Ressalta-se que a parada não apresenta proteção contra intempéries lateralmente, somente a cobertura protege os usuários, tendo assentos sem encosto.

Adentrando na estrutura da parada modelo 3 (Quadro 1), esta é uma estrutura metálica cromada com vidro e cobertura de fibras de vidro. A estrutura é formada por uma associação de sistemas estruturais com pilares de perfil circular metálico vazado, entretanto, com maior esbeltez que a parada 2, cuja cobertura retangular de fibra de vidro em forma de placa promove baixo custo e alta resis-

tência. O formato dos pilares denota massa igualitariamente distanciada do centro de gravidade, visualmente com tratamento específico resultando em aço inoxidável. O peso da cobertura se mostra menor quando comparado com as demais paradas, o que de fato leva a menores dimensões dos pilares, mostrando-se visualmente um pilar curto favorável contra ao efeito de flambagem. Há também a inserção de vidros formando vedações lateral e posterior, que trazem consigo um aspecto estético e de segurança contra possíveis intempéries como chuvas e servindo de encosto para os assentos.

3. Materiais e métodos

Para a pesquisa apresentada neste artigo realizou-se inicialmente a delimitação dos diferentes tipos de paradas de ônibus existentes na Universidade Federal do Amazonas localizada na Av. Rodrigo Otávio, no bairro Coroadó, Manaus, Amazonas, Brasil. Em seguida, fez-se a identificação e caracterização das paradas escolhidas, que posteriormente foram vistoriadas para coleta dos dados para fins comparativos nos quesitos: desempenho térmico e propriedades térmicas dos elementos construtivos.

Para coleta de dados conforme fluxograma (figura 1) foram utilizados os seguintes equipamentos: Termômetro digital HM-350 para aferição da temperatura do ambiente no centro da parada de ônibus e a uma distância de 10 metros, Termômetro Digital Infravermelho Incoterm Scan Temp ST-600 para aferição nas superfícies dos materiais que compõe as paradas, nesse caso na cobertura, banco, pilares e vidro e a Câmera Termográfica Profissional Flir T420 que detecta a radiação de calor sendo utilizada para identificar a temperatura da superfície de objetos.

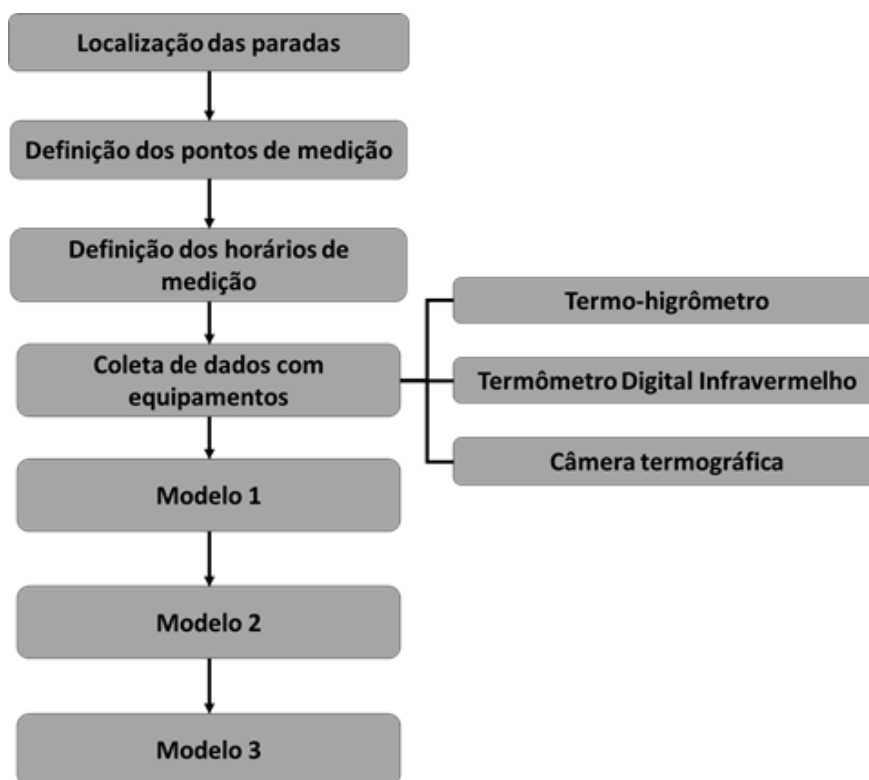


Figura 1 – Fluxograma da metodologia

Fonte: Autoria própria.

3.1 Caracterização da área de estudo

O campus universitário da UFAM possui uma área aproximada de 6,7 milhões de metros quadrados, o que a torna o terceiro maior fragmento verde em área urbana do mundo e o primeiro do Brasil, sendo essa região a maior área permanente verde dentro da cidade de Manaus, gerando um microclima específico. Esta área engloba várias espécies da fauna - como preguiças, pacas, saúns-de-coleira - e da flora, em meio a uma grande porção de mata virgem. Sua área construída corresponde a cerca de 35% do projeto arquitetônico original, de autoria do arquiteto Severiano Mário Porto.

Para caracterização desta grande área de estudo, inicialmente foi empregado uma análise por meio de imagens de satélite, via Google Maps e Google Earth, marcando-se os pontos de ônibus escolhidos para análise. A parada em frente à UFAM é o Modelo 3 enquanto a da entrada do mini campus da

UFAM (setor sul) é o Modelo 2, e mais internamente, no estacionamento do campus (setor norte), tem-se a parada de Modelo 1 (figura 2). Vale destacar que as paradas de ônibus distanciam entre si: Modelo 1 e Modelo 2 cerca de 3,25 km, Modelo 1 e Modelo 3 cerca de 3,40 km e entre Modelo 2 e Modelo 3 cerca de 140m, sendo estas medidas feitas através do Google Earth.

3.2 Coleta e análise de dados

A coleta de dados foi realizada em fevereiro de 2020, precisamente no inverno amazônico, por meio de medição "in loco" utilizando os devidos equipamentos, uma parada de cada vez, considerando três horários ao longo do dia, por volta de 9h, 12h e 15h, durante 6 dias, conforme esquematização apresentada no Quadro 2.



Figura 2 - Localização das paradas de ônibus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Fonte: Google Earth (2021).

Quadro 2 – Horários e dias de medições

Medições					
Modelo	Horários (h)	Dias			
1	9	12	13	14	
	12				
	15				
2	9			18	19
	12				
	15				
3	9				
	12				
	15				

Fonte: Autoria própria

As paradas 2 e 3 eram próximas, deste modo, pode-se fazer medição nas mesmas datas e por volta dos mesmos horários. Quanto aos pontos de medição estes são mostrados a seguir, levando-se em consideração as características dos materiais e as especificidades de cada parada. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam a esquematização das medições referentes aos respectivos modelos 1, 2 e 3 com os pontos de análise de temperatura e devidos equipamentos.

Em todas as paradas a medição por meio do termo-higrômetro ocorreu em 2

pontos, um no meio da parada e outro com distanciamento de aproximadamente 10m (figuras 3, 4, 5). Já os elementos escolhidos para medição por termômetro digital foram dois pilares de cada parada, coberturas, bancos, áreas de vidro. Quanto a câmera termográfica, foi observando apenas 1 ponto aproximadamente no meio das respectivas coberturas. Todas seguiram o mesmo critério de pontos de medição com exceção da parada modelo 2 que não constava o vidro (figura 4).

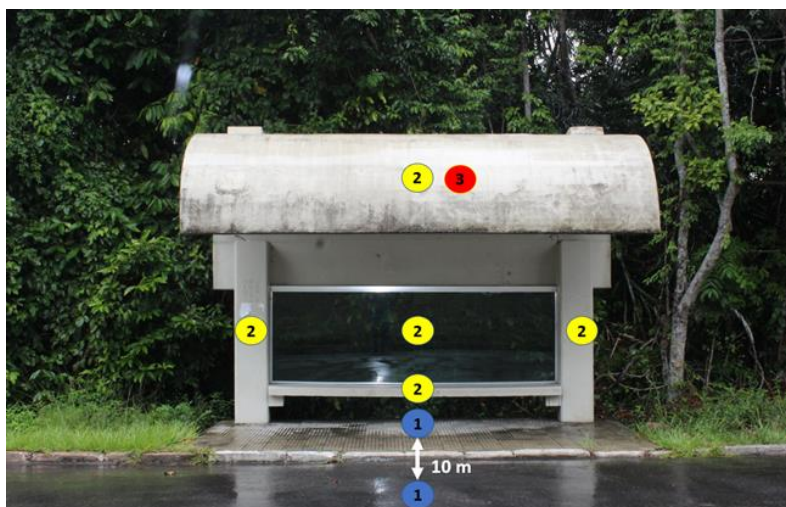


Figura 3 - Esquematização das medições da parada modelo 1. (1) Termo-higrômetro digital HM-350, (2) Termômetro Digital Infravermelho Incoterm Scan Temp ST-600, (3) Câmera Termográfica Profissional Flir T420. Fonte: Autoria própria (2020).

As especificidades da cobertura do modelo 2 (figura 4) mostram uma não homogeneidade em termos de diferentes materiais empregados na sua concepção, o que leva a uma complexidade na medição, em relação as telhas e terças empregadas, além da ausência do elemento vidro para comparação com os demais modelos. Em contraparti-

da, ressalta-se que as paradas modelos 1 e 3 possuem em suas respectivas coberturas uma homogeneidade com relação ao material constituinte. A parada modelo 2 possui a estrutura toda metálica e com uma cobertura em telha cerâmica colonial, sem proteção nas laterais e fundos (figura 4).



Figura 4 - Esquematização das medições da parada modelo 2. (1) Termo-higrômetro digital HM-350, (2) Termômetro Digital Infravermelho Incoterm Scan Temp ST-600, (3) Câmera Termográfica Profissional Flir T420. Fonte: Autoria própria (2021).

Salienta-se ainda que há bastante vegetação no entorno dos modelos 1 e 2 com sombreamento significativo, porém,

no modelo 3 (figura 5) a vegetação é em menor quantidade quando comparado com os demais modelos. Como já

mencionado, a parada de ônibus modelo 3 é uma estrutura mista em aço inox-vidro, sendo protegida nos fundos e em

apenas uma lateral por vidro e a cobertura em fibra de vidro.

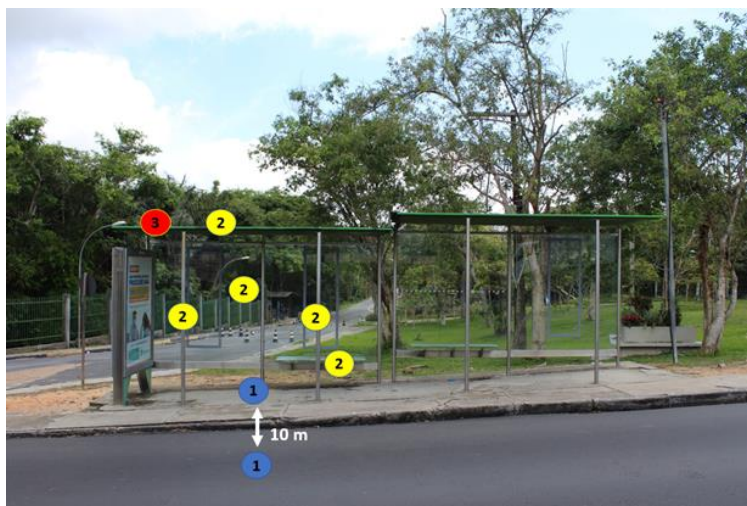


Figura 5 - Esquematisação das medições da parada modelo 3. (1) Termo-higrômetro digital HM-350, (2) Termômetro Digital Infravermelho Incoterm Scan Temp ST-600, (3) Câmera Termográfica Profissional Flir T420. Fonte: Autoria própria (2021).

A coleta de dados se deu de maneira a se obter uma quantidade de temperaturas medidas no decorrer dos dias com posições variadas. Com termo-higrômetro estimou-se o centro de gravidade da cobertura, onde foram feitas 3 medições nos respectivos horários, dias e paradas conforme o Quadro 2, mantendo-se a mesma distância externa, por volta de 10 m. No caso do termômetro digital infravermelho foram mais pontos de medições, onde nos pilares foram considerados pontos nos primeiros 50 cm, intitulados de pontos inferiores, depois, pontos no meio entre 1 m e 1,50 m, sendo denominado de pontos médios e acima de 1,50 m, nomeados de pontos superiores. Para cada horário estipulado foram realizadas uma medição para um ponto inferior, depois para um ponto médio e finalmente uma na região superior do pilar, perfazendo-se 6 (seis) por horário e dia respectivamente. Quanto aos bancos, vidros e cobertura, procedeu-se da mesma maneira adotando-se uma notação horizontal com pontos a direita, pontos no meio e pontos a es-

querda, para cada respectivo elemento, horário e dia. Deste modo, totalizou-se 3 (três) medições, obtendo-se com estas uma média diária. Na análise por câmera termográfica foi considerada somente a cobertura, visto que, medições frontais e laterais sofriam interferência da temperatura dos usuários e do próprio transporte coletivo, entretanto, a quantidade de medições foi maior, sendo 10 medições em cada cobertura, conforme apresentado no Quadro 3.

Observa-se a priori que as temperaturas médias do modelo 1 ficaram com valores menores que os demais modelos, tendo o modelo 3 apresentado as temperaturas médias maiores, onde novamente destaca-se a influência do microclima da floresta, em que quanto mais interno é a parada de ônibus menores são as temperaturas observadas. Salienta-se que o modelo 1 não é utilizado na rota dos principais ônibus, estando atualmente praticamente em desuso, logo, os modelos 2 e 3 sofrem também uma maior influência direta da ocupação nas temperaturas internas. Donde observa-se

que estatisticamente não há diferenciação entre as temperaturas medidas nesses dois modelos.

Observando as medições de temperatura média do sistema estrutural de concreto armado (modelo 1), estas apresentam diferença entre o ponto interno e externo de no máximo 1,5 °C, especificamente às 12h. Nos demais horários a diferença foi de 0,2°C, tendo sido obtidos valores, em todos os casos estatisticamente equivalentes. Por outro lado, internamente, observa-se que a temperatura medida às 15h é superior àquela das 9h, portanto, possivelmente a cobertura de concreto absorveu a energia da radiação solar amenizando a temperatura interna à princípio, porém, com a diminuição do sombreamento e consequente aumento da absorção de energia desta cobertura, ocorreu um processo de irradiação da cobertura para a parte interna da parada ocasionando aumento significativo entre as temperaturas internas medidas nos períodos da tarde e manhã (ALMEIDA, GODOI, PASSINI, 2021). Destaca-se que a localização mais interna tende a ter uma maior influência da floresta, tornando o clima mais ameno e com maior umidade (MARTINI, BIONDI, BATISTA, 2018).

4. Resultados e Discussões

Através da metodologia empregada na coleta de dados foi verificada diferenças entre as temperaturas internas e externas (quadro 4).

No sistema estrutural metálico com telhas de cerâmica (modelo 2) pode-se notar temperaturas médias mais elevadas internamente do que externamente nos horários das 9h e 15h contrastando com o modelo 1, entretanto, há uma similaridade dos modelos 1 e 2 no horário das 12h onde a temperatura média se tornou menor internamente, tendo neste mesmo horário uma maior variação de temperatura de 1,2°C. Estatisticamente, conforme os desvios padrões apresenta-

dos, observa-se que não houve diferença entre as temperaturas interna e externa medidas em todos os horários, muito embora às 12h a parada estivesse totalmente sombreada. Além disso, este foi o único modelo que não apresentou qualquer diferença nas temperaturas medidas nos três horários de observação.

Quadro 3- Equipamentos e quantidade de medições em cada ponto ao decorrer do dia.

Equipamento	Localização da medição	Horário (h)	Quantidade de medições por dia
Termo Higrometro	Ponto Interno	9	3
		12	3
		15	3
	Ponto externo	9	3
		12	3
		15	3
Termômetro Digital infravermelho	Pilares	9	6
		12	6
		15	6
	Cobertura	9	3
		12	3
		15	3
	Banco	9	3
		12	3
		15	3
	Vidro	9	3
		12	3
		15	3
Câmera Termográfica	Cobertura	9	10
		12	10
		15	10

Fonte: Autoria própria

Com relação ao sistema estrutural com cobertura de fibra de vidro (modelo 3), observou-se uma temperatura média mais elevada internamente somente no horário de 12h enquanto nos demais horários das 9h e 15h as temperaturas médias foram mais amenas internamente. Destaca-se que a temperatura média das 15h foi a que teve maior diferenciação, com valor de 1,3 °C. Nota-se que a fibra de vidro deste sistema estrutural possui um menor coeficiente condutividade térmica do que o modelo 1 (concreto) e o modelo 2 (cerâmica) sendo, portanto, caracterizado como um isolante térmico convencional devido a sua

baixa propagação de calor (MICHELS, 2018). Essa característica é nitidamente notada quando se compara a temperatura interna nos horários de 9h e 12h, quando estatisticamente os valores obtidos para as temperaturas às 12h são maiores do que aqueles medidos pela manhã. Destaca-se que ocorreu sombreamento parcial dos vidros no período entre as medições, porém as 12h houve um ganho de temperatura mesmo com este sombreamento, isso porque o vidro constituinte da parada possui elevada transmitância térmica gerando as trocas de calor do meio externo para o meio inter-

no, com possível acúmulo da energia térmica (GABRIEL, et al, 2020) advinda da radiação solar. Além disso, esse é o horário de pico com maior ocupação da parada, que conjuntamente com a proximidade da avenida que cruza a frente da universidade, com significativas áreas de asfalto e concreto, e intenso fluxo de veículos (CALLEJAS; DURANTE; ROSSETI, 2015; VELASCO; TAN, 2016), contribuíram para o menor conforto térmico e sensação térmica de abafamento e maior temperatura, levando a um efeito estufa (ROSÁRIO, et al, 2021).

Quadro 4 – Temperaturas médias nas paradas medidas através de termo hidrômetro com respectivos desvios padrões.

Modelo	1			2			3		
Local	Ponto interno			Ponto interno			Ponto interno		
Dias	12, 13 e 14			18, 19 e 20			18, 19 e 20		
Horário (h)	9	12	15	9	12	15	9	12	15
Temperatura média (°C)	26,6	28,0	28,4	30,9	31,4	31,9	30,8	33,3	33
Desvio Padrão (σ)	0,27	1,25	0,64	2,15	2,91	2,94	1,76	0,34	3,35
Modelo	1			2			3		
Local	Ponto externo			Ponto externo			Ponto externo		
Dias	12, 13 e 24			18, 19 e 20			18, 19 e 20		
Horário (h)	9	12	15	9	12	15	9	12	15
Temperatura média (°C)	26,8	29,5	28,6	29,9	32,6	31,5	31,2	33,1	34,3
Desvio Padrão (σ)	0,60	2,84	0,35	1,21	2,90	2,74	2,65	0,77	3,45

Fonte: Autoria própria

Adentrando na medição de temperatura dos elementos estruturais, observa-se que os valores médios obtidos para as coberturas (figura 6) mostraram variação significativa de até 8,2 °C entre os modelos 2 e 3 que foram medidos nos mesmos dias. Já as temperaturas do modelo 1 se mostraram bem menores que as demais, tendo também uma variação de temperatura menor que os outros modelos, oscilando de 18°C até 22,6°C no decorrer do dia. Por outro lado, levando em consideração os desvios padrões, percebe-se que não houve dife-

rença nas temperaturas medidas no primeiro horário, porém, foi observada uma significativa diferença de temperaturas medidas entre os modelos 1 e 3 nos horários das 12h e 15h. Com relação as medições feitas no horário das 15h, nota-se que as temperaturas do modelo 2 aumentaram de tal forma que estas se aproximaram daquelas obtidas para o modelo 3, e apresentaram uma diferença notória em relação àquelas do modelo 1.

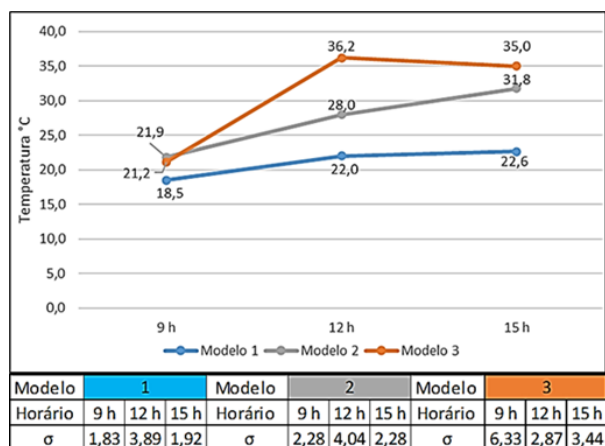


Figura 6 – Temperaturas medidas com termômetro digital infravermelho na cobertura de cada modelo analisado. Fonte: Autoria própria

A cobertura de concreto (modelo 1) apresenta relativamente uma baixa condutividade térmica, tendo alta porosidade e em seus vazios uma menor absorção do calor devido ao preenchimento de ar, gerando assim valores menores de temperaturas (ARAUJO, 2013; ALVES, 2020). Consequentemente, observa-se uma resistência térmica elevada devida a sua espessura que é maior dentre as três coberturas (TOKOSUMI, FOIATO, 2018). Contudo, a capacidade hidros-cópica do concreto influenciada pela umidade relativa, aumenta a condutividade térmica com o preenchimento dos vazios através da água, elevando a transmissibilidade do calor no concreto (ALVES, 2020). Logo, a parcela de calor gerada no período da manhã e tarde foi absorvida aumentando a temperatura no decorrer do dia para posteriormente ser dissipada aos poucos no período noturno (RAEDER, 2018).

Este calor retido no modelo 1 é de maior intensidade internamente, onde se dissipa do meio para superfície, portanto, como estas medições foram feitas por meio de termômetro digital infravermelho e de maneira superficial, estes valores de temperatura são ligeiramente menores que as camadas mais internas da cobertura (ARAUJO, 2013).

Quanto a cobertura de telhas cerâmicas (modelo 2), estas possuem a menor espessura de cobertura quando comparada com os demais modelos, porém, tem refletância significativa, intensificada pela rugosidade e cor (MUNIZ-GÄAL, et al, 2018) absorvendo somente uma pequena parcela de radiação solar e refletindo em sua maioria (MICHELS, 2018). Isso fez com que o modelo 2 apresentasse temperaturas intermediárias em relação aos demais modelos (figura 6). Entretanto, houve uma variação de temperatura expressiva por volta de 10°C no decorrer do dia, o que pode ser explicado pela exposição a intempéries com acúmulo de impurezas, juntamente com o impacto do envelhecimento das telhas, aumentando a absorvência do material (LOUZHICH, 2016; DORNELLES; ARAUJO, 2021).

Já o modelo 3, tendo uma cobertura constituída de fibra de vidro que é isolante térmico, possuindo baixo coeficiente condutividade térmica (SUETAKE, 2017), apresentou no período da manhã temperatura média menor que a cobertura do modelo 2 (figura 6), porém, a temperatura aumentou consideravelmente com diferença de 15°C às 12h, superando os demais modelos, decaindo apenas um pouco no horário das 15h, possivelmente devido a localização com pouco sombreamento, o que aumentou a absorção de calor, intensificado por um relativo efeito estufa, advindo do aquecimento dos vidros e da ocupação da parada, consequentemente, alterando a eficiência do condicionamento passivo no horário de pico (ROSÁRIO, et al, 2021). Posteriormente, notou-se uma diminuição da temperatura que pode ter sido influenciada pelo clima mais ameno. Porém, quando se observa através da câmera termográfica, verifica-se um acúmulo de calor com um aumento de temperatura até as 15h (figura 7). Essa diferenciação ocorre pelo fato de que a medição por termômetro digital infra-

vermelho é limitada, por ser pontual, enquanto a câmera termográfica apresenta as temperaturas medidas em toda a extensão da área, sendo adotada na presente análise a média das temperaturas, destacando-se que as medições de ambos os casos estão restritas a superfície, portanto, tendo a influência não só do ambiente externo mais também do interno.

As temperaturas obtidas pela câmera termográfica nas coberturas confirmaram que o modelo 1 é o que possui temperaturas menores medidas nos horários de 9h e 15h, apresentando medições estatisticamente equivalentes para o horário das 12h em relação ao modelo 2, o qual apresentou temperaturas intermediárias. Entretanto, como já destacado, a cobertura do modelo 2 por não ser monolítica sofre a influência dos elementos metálicos como as terças, o que de fato não ocorre nos demais modelos (figura 8). Já o modelo 3 novamente apresenta temperaturas médias, atingido a

maior diferença de temperaturas em relação aos outros dois modelos nas medições realizadas às 12h, aproximando-se do modelo 2 para o horário 2. Tal comportamento é semelhante àquele observado para as medições feitas pelo termômetro digital infravermelho.

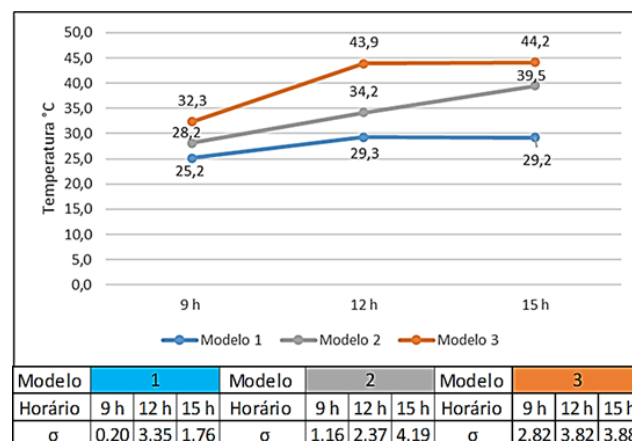


Figura 7 – Medições de temperatura empregando câmera termográfica na cobertura de cada modelo analisado. Fonte: Autoria própria

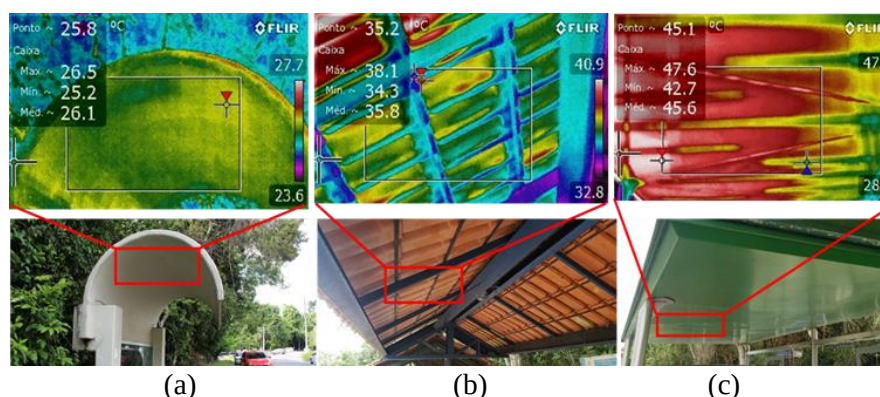


Figura 8 – Regiões das coberturas analisadas pela câmera termográfica. (a) modelo 1, (b) modelo 2 e (c) modelo. Fonte: Autoria própria (2020, 2022)

Nos pilares (figura 9) a menor temperatura média observada foi às 9h no modelo 3 com pilares metálicos de aço inoxidável. Como já observado anteriormente, as temperaturas são mais amenas no período da manhã, consequentemente o metal que é um excelente condutor térmico tende a seguir a temperatura ambiente, deste modo, tanto o

modelo 3 quanto o modelo 2, que também é metálico, apresentaram no decorrer do dia considerável aumento de temperatura, atingindo patamares acima daqueles observados neste tipo de elemento em relação ao modelo 1, com a maior diferença às 15h, donde este manteve-se com a menor variação de todos, com temperatura média em um

patamar constante das 12h às 15h. Os pilares dependendo do modelo de parada servem muitas vezes de encosto,

ocorrendo rotineiramente nos modelos 2 e 3.

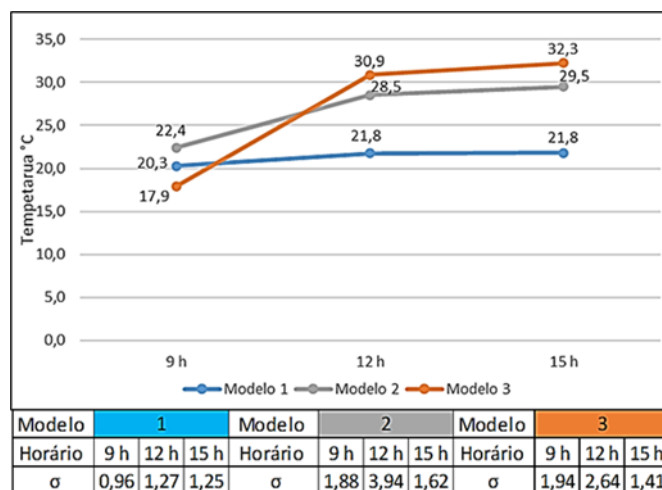


Figura 9 – Variação da temperatura medida nos pilares de cada modelo de parada. Fonte: Autoria própria

Quanto aos vidros no modelo 3 (figura 10), levando-se em consideração o desvio padrão, observa-se que estes apresentaram as temperaturas mais elevadas, somente às 15h. Ressalta-se que no modelo 1 existe um fragmento de floresta na parte de trás da parada, diminuindo consideravelmente a incidência dos raios solares nos vidros a partir das 12h, logo, gerando menores variações

de temperaturas. Deve-se destacar que o modelo 3, com menor arborização em seu entorno, tende a gerar também menor sombreamento, consequentemente, a passagem de radiação solar por superfícies de vidro e a natural transformação em calor no ambiente interno, é de imediato, onde essas superfícies transparentes tendem a potencializar o calor (CASTRO, 2006).

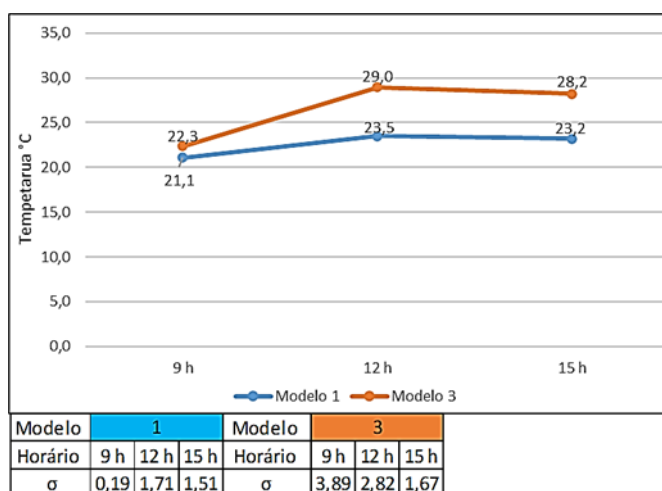


Figura 10 – Variação da temperatura medida nos vidros dos modelos 1 e 3 de parada. Fonte: Autoria própria

Observando as variações das temperaturas nos bancos (figura 11), verifica-se que todas aumentaram no decorrer do dia. Especificadamente os bancos de polipropileno do modelo 3 (figura 11) mostraram as maiores temperaturas, chegando a uma diferença máxima em termos de valores médios de 13°C em relação ao modelo 2 com bancos de concreto, enquanto o modelo 1 apresentou novamente temperaturas médias mais uniformes e menores do que os demais modelos. O modelo 3 foi, em contraste, o de maior variação, tendo este atingido o máximo às 15h. Destaca-se,

que no modelo 1 a ocupação foi notavelmente menor, não influenciando as temperaturas dos bancos pelo desuso da parada, enquanto os modelos 2 e 3 apresentaram um aumento de temperatura pelo seu uso constante. Além disso, o tempo de espera e a arquitetura com as dimensões da cobertura influenciaram diretamente nas mudanças de temperaturas dos modelos 2 e 3, tendo em vista a maior utilização dos bancos e maior incidência de raios solares sobre os mesmos, principalmente no modelo 3, que por volta das 15h fez a média chegar a 40,4 °C (figura 11).

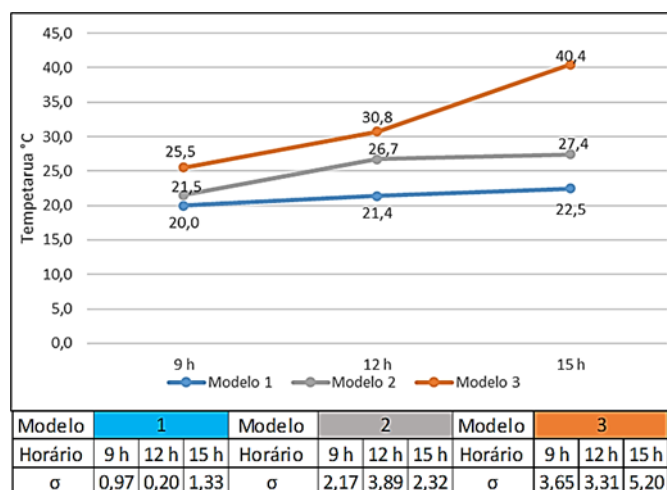


Figura 11 - Variação da temperatura medida nos bancos de cada modelo de parada. Fonte: Autoria própria

5. Conclusões

A análise das paradas de ônibus mostrou que diversas variáveis influenciaram as temperaturas medidas nos modelos, principalmente àquela que está localizada mais internamente no fragmento de floresta, devido as características do microclima, como a umidade e temperaturas elevadas, além do entorno com vegetação geradora de sombreamento. Muito embora as propriedades térmicas dos materiais e os partidos arquitetônicos de cada modelo tenham tido um papel importante na questão do conforto térmico, deve-se levar em consideração também a sua localização,

ocupação das paradas, os horários de pico e o tempo de espera, como dos fatores preponderantes nas variações de temperatura. Nesse contexto, o modelo 1 de concreto armado obteve temperaturas menores que os demais modelos, sendo este localizado no ponto mais interno a floresta e em desuso, enquanto o modelo 2 de cobertura com telhas cerâmicas apresentou temperaturas intermediárias em uma localização mais externa do que o modelo 1, porém, mais próxima ao modelo 3 de aço e vidro com cobertura de fibra de vidro que alcançou as maiores temperaturas. Além do partido arquitetônico e das proprie-

dades térmicas dos materiais que compõe o modelo 3, a ausência de arborização para sombreamento, disposição da parada próxima da avenida principal, e o maior distanciamento em relação ao fragmento de floresta, foram os principais fatores que contribuíram para temperaturas mais elevadas observadas neste modelo. Diante do exposto, sugere-se especificamente para o microclima abordado, paradas com telhados verdes, sem paredes de vidro, totalmente abertas e coberturas com área de projeção maiores que a útil, incluindo os bancos e o piso, com localizações que possibilite o sombreamento principalmente nos horários mais críticos de insolação.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- AGUIAR, Diego Gomes. **Análise da variação sazonal da precipitação e temperatura em Manaus (AM)**. 2017. 62p. Dissertação (Clima e Ambiente (CLIAMB)) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2017.
- ALMEIDA, E. A.; GODOI, W. M.; PASSINI, R. **Avaliação da temperatura interna e externa de coberturas alternativas utilizadas em instalações avícolas**. Disponível em: http://ppstma.unievangelica.edu.br/sncma/anais/anais/2011/2011_ci05_003.pdf Acessado em: 24 de nov. 2021.
- ALVES, Camila dos Reis. **Avaliação do comportamento higrotérmico de concretos produzidos com resíduos de borracha de pneu e poliestireno expandido para aplicação em paredes de concreto**. 2020. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.358>
- ARAÚJO, José Milton de. **Tensões térmicas em blocos de concreto armado. Teoria e Prática na Engenharia Civil**, v. 13, n. 22, p. 1-14, 2013.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – 3: desempenho térmico de edificações residenciais. Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- CALDAS, Silvio Rodrigues. **Impactos ambientais sobre a floresta da Ufam**. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio; DURANTE, Luciane Cleonice; ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho. **Pavimentação Asfáltica: Contribuição no Aquecimento de Áreas Urbanas. E&S Engineering and Science**, v. 3, n. 1, p. 64-72, 2015.
- CARVALHO, Dark Lane Rodrigues; SOARES, CBSS; SILVA, M. M. **Identificação de Ilhas de Calor Urbana na Cidade de Manaus-AM. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 16, p. 874-881, 2013.
- CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva. **Desempenho térmico de vidros utilizados na construção civil: estudo em células-teste**. 2006. 223p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
- COSTA, Mikael Santana; PAIVA, Cristiano da Silva; SILVA, Victor Gabriel Borges da; COSTA, Valdenise Silva; SANTOS, Ana Jacqueline Leite dos. **Processo Histórico dos Transportes em Manaus: Da Carroça, Bonde ao Ônibus Metalizado**. In: Anais do 21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito - ANTP, 2017, São Paulo – SP, julho de 2017, p.1-13.
- DORNELLES, K. A.; ARAÚJO, A. C. H. **Refletância Solar e o Desempenho Térmico de Telhas Expostas ao Tempo**. In: Jeanine Mafra Migliorini. (Org.). **Arquitetura e Urbanismo: Planejando e Edificando Espaços 4**. 1ed. Ponta Grossa: Atena, 2021, v. 4, p. 27-41
- FOLI, Ana Cristina Araújo. **A influência da estrutura urbana e dos fatores geoambientais no clima urbano de Ituiutaba-MG**. 2020. 154p. Dissertação (mestrado) – Universidade



Engenharia

Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós- Graduação em Geografia, Goiânia, 2020.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GABRIEL, Elaise et al. Análise do desempenho termoenergético de diferentes tipologias de vidro em Habitação de Interesse Social em Cuiabá-MT. **E&S Engineering and Science**, v. 9, n. 1, p. 36-44, 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html> Acesso em: 25 nov. 2021.

Instituto Municipal de Mobilidade Urbana (IMMU). **Situação da Frota Atual do Sistema de Transporte Coletivo**. 2020. Disponível em: <https://immu.manaus.am.gov.br/index.php?r=site%2Fconvencional>. Acesso em: 25 nov. 2021.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Normal Climatológica do Brasil 1981-2010**: temperatura média compensada - bulbo seco (°C). 2010. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 21 nov. 2021.

LA CRUZ, B. C. B.; BRACARENSE, L. S. F. P.; MILHOMEM, F. M.; MACEDO, I. M.; MOTA, L. C. S.; PEREIRA, E. C. **Avaliação da percepção da sensação de conforto térmico em ambiente externo universitário**. In: 8º Congresso Luso Brasileiro para Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS), 2018, Coimbra. Anais do 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2018. p. 1387.

LABAKI, Lucila Chebel et al. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 167-183, 2012.

LAMBERTS, R; DUARTE, V. C. P. **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis: Apostila – Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência Energética**

na Arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/procel, 2014. 366 p.

LOUZICH, et al. Influência da Deteriorização das Telhas pela Ação das Intempéries no Desempenho Térmico de uma Edificação. In: Marcia Regina Werner Schneider Abdala. (Org.). **Complementaridade: arquitetura, engenharia e construção**. 1ed.Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018, v., p. 43-55.

MACIEL, Leandro Leite da Silva; DO NASCIMENTO, Robson Bezerra; ZANELLA, Maria Elisa. Clima urbano e sensação térmica o caso dos terminais de ônibus de Fortaleza. **Revista geonorte**, v. 3, n. 9, p. 207–219-207–219, 2012.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e Conforto Térmico de um Fragmento de Floresta Urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p.182-193, 2015.

MARTINI, Angeline; BIONDI, Daniela; BATISTA, Antonio Carlos. A influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 997-1007, 2018.

MARTINS, B. O. Dinâmica populacional e temperatura do ar: Mudanças no padrão térmico na cidade de Goiânia- Go. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 319-330, 2012.

MICHELS, Caren. **Avaliação Experimental do Desempenho Térmico de Cobertura**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

MUNIZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. de; MOTA, L. T. M. Eficiência térmica de materiais de cobertura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 503-518, jan./mar. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000100235>

PESSOA, Izandro Guedes; BARBOSA, Kattyline de Melo Modelo de Ponto de Ônibus Sustentável Aplicado a Cidade de Manaus-Am. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2017, 2017, Belém. **ANAIIS DO LXXIV Semana Oficial de Engenharia e de Agronomia -SOEA**. Belém: CONFEEA, 2017 p. 1-5.

PINHEIRO, Clebio; SOUZA, Danilo. A Importância da Arborização nas Cidades e sua influência no



Engenharia

microclima. Florianópolis: **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 67 – 82, abr./set. 2017.

RAEDER, Laylah Regina. **Diretrizes de projeto para desempenho térmico de sistemas de paredes pré-moldadas de concreto**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10764>. Acesso em: 24 nov. 2021

REBELLO, Y. C. P. **A Concepção estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

ROMERO, Marta Adriana Bustos et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; ETB, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18830/ISBN.978-85-67405-25-4>.

ROSÁRIO, Mariana Cristina Oliveira et al. Desempenho dos vidros float, laminado e aramado no estudo da temperatura e umidade relativa do ar em células-teste com escala reduzida. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 57187-57209, 2021.

SILVA, Daniel Araujo da; AGUIAR, Francisco Evandro Oliveira. Ilha de Calor na Cidade de Manaus. Especulação ou Realidade? **Revista Geonorte**, v. 3, n. 10, p. 49-65, 2012.

SILVA, Daniel Quintino de Jesus; ALVES, Marcelo Mendonça; HECK, Paula Rezende; SILVA, Marcelo

Alves. As Carências no Cenário do Transporte Público nas Perspectivas dos Usuários na Cidade de Manaus. **UFAM Business Review - UFAMBR**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 67-88, 12 dez. 2019. UFAM Business Review - UFAMBR. <http://dx.doi.org/10.47357/ufambr.v1i2.5887>.

SOUZA, Matheus Melo de et al. Sensação térmica no serviço de transporte circular da Universidade Federal do Pará. **MIX Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 103-114, 2019.

SUETAKE, Graziela Yumi et al. **Avaliação do desempenho térmico de mantas isolantes em guaritas de fibra de vidro**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TOKUSUMI, Alisson Takeo Giuliani; FOIATO, Maíara. Análise de desempenho termoacústico de telhas. **Conhecimento Em Construção**, v. 6, p. 35-48, 2019.

VELASCO, Erik; TAN, Sok Huang. Particles exposure while sitting at bus stops of hot and humid Singapore. **Atmospheric Environment**, v. 142, p. 251-263, 2016.

VENTURA, Kethleen Anny; SALES, Marcela Cebalho; MULLER, Larissa Nunes; NUNES, Lucas Vincente; BARBIERO, Thalyana Giselly Farias. **O desempenho térmico do projeto ponto de ônibus de contêineres na cidade de Cuiabá. CAU/MT**. Cuiabá, p. 1-15. set. 2019.