

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz De Queiroz"

Influência de reserva florestal urbana no arrefecimento do microclima em uma
capital amazônica

Beatriz Cordeiro Costa

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

Piracicaba
2023

Beatriz Cordeiro Costa
Engenheira Florestal

Influência de reserva florestal urbana no arrefecimento do microclima em uma capital
amazônica

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:

Profa. Dra. **TERESA CRISTINA MAGRO LINDENKAMP**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

Piracicaba
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Costa, Beatriz Cordeiro

Influência de Reserva Florestal Urbana no arrefecimento do microclima em uma capital amazônica / Beatriz Cordeiro Costa. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011.- -Piracicaba, 2023.

56 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Conforto ambiental 2. Ecossistema florestal 3. Ecossistema urbano 4. Bem-estar humano I. Título

DEDICATÓRIA

“Dedico esta pesquisa aos meus pais, Célia Cordeiro e José Luiz Junior e ao meu irmão, José Luiz Neto. À minha mãe do coração, Hozana Cristina. Aos meus avós, Guilhermina, Manoel, Cosma e José. Ao meu querido professor e incentivador Fabrício Khoury Rebello (em memória). Obrigada pelo apoio incondicional!”

AGRADECIMENTOS

À Deus e ao meu anjo da guarda, pelas graças alcançadas.

Aos meus pais, Célia Cordeiro e José Luiz, pelo amor e pela vida que sempre me proporcionaram, e ao meu irmão José Luiz, pela disponibilidade e parceria constante. Obrigada por serem parte da minha equipe de suporte a essa pesquisa! À Hosana Cristina, minha segunda mãe, pelo apoio essencial na formação do meu caráter.

À tia Jovita (em memória), pela enorme influência no caminho do amor, da verdade e da ciência e à tia Sílvia, pelo estímulo à criatividade e conselhos valorosos durante a vida.

Aos meus avôs paternos, José Luiz (em memória) e Maria Cosma (em memória) e aos meus avôs maternos, Guilhermina Cordeiro (em memória) e Manoel Cordeiro, por serem os pilares de minha existência.

Ao meu querido amigo e parceiro, Welton Barros, pelo suporte em momentos difíceis e pelo apoio incondicional nesta pesquisa. Aos queridos Douglas Cirino e Júlia Rodrigues, pelo grande suporte a esta pesquisa.

A todos os professores do ensino fundamental, médio e graduação, em especial ao professor João Luiz, meu querido e inspirador professor (meu ídolo). Obrigada pelo incentivo aos estudos.

Ao professor Felipe de Almeida, meu primeiro orientador na Iniciação Científica na universidade, obrigada por ser sempre solícito.

À minha querida e amada orientadora, Teresa Cristina, obrigada por tanto carinho, compreensão e pela disponibilidade excepcional, mesmo à distância.

À querida e maravilhosa professora Vanda Andrade, pelo suporte e solicitude no início dessa jornada.

Aos professores João Athaydes, Francisco de Assis, Demóstenes, por todo o suporte nesta pesquisa.

A todos os entrevistados no estudo, pelo tempo disponibilizado.

À querida Giovana, secretária do programa de pós-graduação, meu muito obrigada pelo suporte e dedicação, em todos os momentos do mestrado.

Aos meus queridos amigos da academia Patrícia Suzuki, Jéssy Senado, Nathália Cardoso, Bruna Bastos, Elson Junior, Ádson Eluan, Alice Ferreira, Ariel Barroso, Izabela Almeida, Francisco Braga, pelos anos de amizade e suporte. Aos meus amigos pessoais, em particular à Cristina Coelho, pela cumplicidade em 20 anos, sempre acreditando em mim, incentivando-se e ensinando-se a ser uma pessoa melhor. Ao querido amigo Caio que, gentilmente, me abrigou em seu coração, mas também em sua casa durante minha estada em São Paulo. Ao Mario Lima e Walmer Bruno, grandes amigos que sempre acreditaram no meu potencial, ajudando-se a formar um currículo apresentável.

Aos meus queridos amigos, Amanda, Shirley, Anaís, Philippe, Fernanda, Viviane, Isabela e Paulo, Karla e Renata.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, pela oportunidade de me tornar mestre em Recursos Florestais e ao Laboratório de Áreas Naturais Protegidas, pela estrutura e suporte. Meu muito obrigada a todos os integrantes deste laboratório: Emerson, Gabrielle, Ricardo, Priscila e Louise, vocês são incríveis!

À Universidade Federal Rural da Amazônia, minha casa de formação e ao Laboratório de Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas, meu abrigo nos anos de graduação. À Universidade Federal do Pará, pela parceria.

Ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Pará (Ideflor-Bio), ao Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, e todos seus colaboradores.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
1. INTRODUÇÃO	11
2. DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1. Revisão Bibliográfica	13
2.1.1. Unidades de Conservação	13
2.1.2. Serviços ecossistêmicos.....	15
2.1.3. Valoração ecossistêmica.....	16
2.1.4. Conforto Térmico.....	18
2.2. Materiais e Métodos	20
2.2.1. Área de estudo.....	20
2.2.2. Coleta de dados.....	21
2.2.2.1. Variáveis climáticas.....	21
2.2.2.2. Variáveis de sensação térmica.....	24
2.2.3. Índice de Conforto Térmico (ICT)	25
2.2.4. Caracterização dos pontos.....	26
2.2.5. Análise dos dados	29
2.3. Resultados e Discussão.....	30
2.3.1. Comparação dos índices de conforto térmico e variáveis climáticas.....	30
2.3.2. Efeito da reserva florestal no microclima.....	37
2.3.3. Relação do ICT com a sensação térmica dos entrevistados	38
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS.....	54

RESUMO

Influência de reserva florestal urbana no arrefecimento do microclima em uma capital amazônica

Sabe-se que o conforto térmico está intrinsecamente relacionado ao bem-estar humano, sendo, portanto, identificado como uma consequência do controle de microclima: um importante serviço ecossistêmico. Este conceito está relacionado aos benefícios advindos de ambientes florestados, aquáticos ou terrestres, que além dos efeitos de manter a qualidade dos ecossistemas naturais, podem satisfazer as necessidades humanas. Entretanto, o ambiente natural e as paisagens rurais estão se transformando de forma acelerada em ambientes urbanos e industrializados, afetando consideravelmente o conforto térmico humano. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é entender a importância do ecossistema florestal tipicamente amazônico como fator de manutenção do microclima de uma capital urbana, localizada na região mais populosa do norte do Brasil, utilizando o índice de conforto térmico (ICT). Os ambientes escolhidos englobam a área de um parque florestal urbano, localizado em Belém, uma das principais capitais amazônicas, e a área urbana sob sua influência. A metodologia empregada envolveu o uso do equipamento termo higrômetro, com sensor HOBO U10 de temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($\text{UR}\%$), programado no software HOBOWare® 3.7.22 para fazer registros a cada 10 segundos. O sensor foi acoplado em um abrigo meteorológico durante todas as medições, que ocorreram em um transecto com ponto inicial dentro do parque e ponto final em área urbana, seguindo a direção predominante do vento. As medições foram realizadas por meio de um veículo, em velocidade constante, duas vezes ao mês, em cinco horários do dia no período de um ano. Também foram coletados dados de estações meteorológicas próximas e distantes do Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (PEUt). Foram aplicadas entrevistas para verificar a sensação térmica e o atributo de valor monetário dado ao parque pelos visitantes. A partir dos dados coletados, o ICT foi correlacionado com o nível de sensação térmica dos visitantes, a valoração, a estação do ano, horário do dia e presença ou ausência de vegetação. Para isso, foi feita a análise de variância, a análise multivariada de componentes principais, correlação de Pearson e foi utilizada a técnica dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para investigar o tamanho do efeito de cada variável nos pontos do estudo. Também foi realizada a classificação do solo de todos os pontos, em buffer de 400m. Os resultados apontam que a área verde urbana influencia significativamente o entorno urbano imediato, uma vez que a temperatura aumenta $0,0007612^{\circ}\text{C}$ a cada metro mais distante da área verde, assim como a umidade diminui $0,0039974\%$. Ademais, o interior do parque é mais úmido e tem variação de temperatura na ordem de $1,98^{\circ}\text{C}$ menor em relação à área urbana durante o horário das 12h (o mais quente do dia). A análise fatorial mostrou que as variáveis do microclima estão intrinsicamente ligadas ao conforto térmico dos visitantes, bem como as vestimentas e o perfil corpóreo. Com isso, o estudo demonstra que, por meio desta metodologia, o planejamento urbano pode ser feito de maneira a atenuar os efeitos negativos da área urbana no microclima da região.

Palavras-chave: Conforto ambiental, Ecossistema florestal, Ecossistema urbano, Bem-estar humano

ABSTRACT

Urban forest reserve influence on microclimate cooling in an amazonian capital city

It is known that thermal comfort is intrinsically related to human well-being, and is therefore identified as a consequence of microclimate control: an important ecosystem service. This concept is related to the benefits derived from forested, aquatic, or terrestrial environments, which, besides the effects of maintaining the quality of natural ecosystems, can satisfy human needs. However, the natural environment and rural landscapes are being rapidly transformed into urban and industrialized environments, considerably affecting human thermal comfort. In this sense, the objective of this research is to understand the importance of the typical Amazonian forest ecosystem as a factor in maintaining the microclimate of an urban capital, located in the most populous region of northern Brazil, using the thermal comfort index (TCI). The chosen environments encompass the area of an urban forest park, located in Belém, one of the main Amazonian capitals, and the urban area under its influence. The methodology used involved the use of a thermo-hygrometer equipment, with a HOBO U10 sensor for temperature ($T^{\circ}\text{C}$) and relative humidity (RU%), programmed in HOBOWare® 3.7.22 software to record every 10 seconds. The sensor was attached to a meteorological shelter during all measurements, which occurred in a transect with a starting point inside the park and end point in an urban area, following the predominant wind direction. The measurements were performed by vehicle, at constant speed, twice a month, at five times a day during the period of one year. Data were also collected from meteorological stations near and far from the Utinga Camillo Vianna State Park (PEUt). Interviews were applied to verify the thermal sensation and the attribute of monetary value given to the park by visitors. From the data collected, the CTI was correlated with the visitors' level of thermal sensation, valuation, season, time of day, and presence or absence of vegetation. For this, analysis of variance, multivariate principal component analysis, Pearson correlation, and the Generalized Linear Models (GLM) technique was used to investigate the effect size of each variable on the study points. Soil classification of all points was also performed in a 400m buffer. The results indicate that the urban green area significantly influences the immediate urban surroundings, since the temperature increases by $0.0007612^{\circ}\text{C}$ for each meter farther from the green area, as well as the humidity decreases by 0.0039974% . Furthermore, the interior of the park is 1.98°C colder and more humid than the urban area during the 12:00 p.m. hour (the hottest of the day). Factor analysis showed that the microclimate variables are intrinsically linked to visitors' thermal comfort, as well as clothing and body profile. With this, the study demonstrates that, through this methodology, urban planning can be adequate to mitigate the negative effects of the urban area on the region's microclimate.

Keywords: Environmental comfort, Forest ecosystem, Urban ecosystem, Human well-being

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO VALOR MONETÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	17
FIGURA 2. ZONAS DE TOLERÂNCIA EM RELAÇÃO AO CONFORTO HUMANO, PARA TEMPERATURA (°C), UMIDADE (%), SONORIDADE (DB) E VELOCIDADE DO VENTO (M/S). FONTE: HOUSEAL E BRIAN (1979).....	188
FIGURA 3. LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA CAMILLO VIANNA, MUNICÍPIO DE BELÉM/PA, 2020.	2020
FIGURA 4. ABRIGO METEOROLÓGICO SENDO TRANSPORTADO EM CARRO PARTICULAR NO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA CAMILO VIANNA/PA, 2021.....	222
FIGURA 5. PONTOS DE MEDIÇÃO EM TRANSECTO, DE ACORDO COM A DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO (NORDESTE), DESDE O INTERIOR DO PEUT ATÉ A ÁREA URBANIZADA.	233
FIGURA 6. SETE PONTOS DE MEDIÇÃO NO TRANSECTO E AS DUAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS FIXAS LOCALIZADAS EM BELÉM-PA.....	266
FIGURA 7. PONTO 1 LOCALIZADO NO INTERIOR DO PEUT (48° 26' 20.692" W E 1° 25' 23.582" S), EM BELÉM-PA.....	277
FIGURA 8. PONTO 2 LOCALIZADO NO INTERIOR DO PEUT (48° 26' 27.877" W E 1° 25' 26.748" S), EM BELÉM-PA.....	277
FIGURA 9. PONTO 3 LOCALIZADO NO INTERIOR DO PEUT (48° 26' 32.234" W E 1° 25' 29.053" S), EM BELÉM-PA.....	288
FIGURA 10. PONTOS 4 (48° 26' 42.456" W E 1° 25' 37.718" S), 5 (48°26'47.005"W E 1°25'41.996"S), 6 (48° 26' 52.181" W E 1° 25' 45.777" S) E 7 (48°27'1.21"W E 1°25'50.53"S) LOCALIZADOS NA AVENIDA JOÃO PAULO II, EM BELÉM-PA.	299
FIGURA 11. SAZONALIDADE DAS VARIÁVEIS ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO (ICT), TEMPERATURA (°C) PONTO DE ORVALHO (°C) E UMIDADE RELATIVA (%) PARA OS TRÊS PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS DENTRO DO PARQUE DO UTINGA (P1, P2 E P3), OS QUATRO PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS FORA DO PARQUE DO UTINGA (P4, P5, P6, P7), A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA, PRÓXIMA AO PARQUE (P8) E A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA FIXA AFASTADA DO PARQUE (P9), DURANTE O PERÍODO DE UM ANO.	311
FIGURA 12. PRECIPITAÇÃO (MM) OBTIDA PELA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA, PRÓXIMA AO PARQUE (P8), DURANTE O PERÍODO DE UM ANO.	31
FIGURA 13. COMPARAÇÃO DE MÉDIAS ENTRE VARIÁVEIS DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO (ICT), TEMPERATURA (°C), PONTO DE ORVALHO (°C) E UMIDADE RELATIVA (%) NOS TRÊS PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS DENTRO DO PARQUE DO UTINGA (P1, P2 E P3), NOS QUATRO PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS FORA DO PARQUE DO UTINGA (P4, P5, P6, P7), NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA, PRÓXIMA AO PARQUE (P8) E NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA FIXA AFASTADA DO PARQUE (P9). LETRAS IGUAIS REPRESENTAM MÉDIAS IGUAIS PARA OS DIFERENTES PONTOS AO LONGO DOS DIAS DO ANO E DAS HORAS DO DIA, CONFORME TESTE POST-HOC (P < 0,05), REALIZADO APÓS O AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO DE VALORES SIGNIFICATIVOS, COM A REALIZAÇÃO DA ANOVA (P<0,05).	333
FIGURA 14. ANÁLISE MULTIVARIADA DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA), A 5% DE PROBABILIDADE DE ERRO, PARA AVALIAR A CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA (TEMP), UMIDADE (U), PONTO DE ORVALHO (PO), ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO (ICT), DISTÂNCIA (DIST) E OS DIAS DE MEDIÇÃO DURANTE UM ANO (DIA) PARA OS TRÊS PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS DENTRO DO PARQUE DO UTINGA (P1, P2 E P3), OS QUATRO PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS FORA DO PARQUE DO UTINGA (P4, P5, P6, P7), A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA, PRÓXIMA AO PARQUE (P8) E A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA FIXA AFASTADA DO PARQUE (P9), AO LONGO DAS HORAS DO DIA EM BELÉM/PA.	355

FIGURA 15. CORRELAÇÃO DE PEARSON ($P < 0,05$), APLICADA APÓS TESTE DE NORMALIDADE DE SHAPIRO-WILK ($P > 0,05$) PARA AS VARIÁVEIS: DISTÂNCIA (DIST M), TEMPERATURA (TEMP°C), UMIDADE (UMID%), PONTO DE ORVALHO (P.ORV°C), ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO (ICT), TELHA DE CERÂMICA (T.CERAM), TELHA DE CIMENTO (T.CIMEN), COBERTURA ARBÓREA (COBARB), COBERTURA DE GRAMA (COBGRA), ASFALTO E SOMBRA, PARA OS TRÊS PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS DENTRO DO PARQUE DO UTINGA (P1, P2 E P3), OS QUATRO PONTOS DO TRANSECTO, LOCALIZADOS FORA DO PARQUE DO UTINGA (P4, P5, P6, P7), A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA, PRÓXIMA AO PARQUE (P8) E A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA FIXA AFASTADA DO PARQUE (P9), AO LONGO DOS DIAS DO ANO E AO LONGO DAS HORAS DO DIA EM BELÉM/PA..... 366

1. INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos, segundo Charles; Ziv; Bakshi (2020), Costanza et al. (2017) e a *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), são benefícios humanos obtidos a partir da existência de ambientes naturais. Essas características ecológicas são decorrentes de funções ecossistêmicas advindas de zonas terrestres e aquáticas. Segundo a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) e a Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), os serviços podem ser: a) culturais: patrimônio intangível, como beleza paisagística, valores filosóficos, religiosos, espirituais, científicos e recreativos; b) de provisão: fibras, madeira, frutos, água, materiais e energia; e c) de regulação: manutenção do microclima, controle de pragas e doenças, sequestro de carbono e purificação da água e do ar (DÍAZ et al., 2015; BALMFORD et al., 2002; FABER et al., 2021; MEA, 2005).

Há

Neste sentido, o conforto térmico, é gerado por um serviço ecossistêmico de regulação, uma vez que a presença de áreas vegetadas favorece a diminuição da temperatura, mantendo um microclima ideal para o ser humano, gerando maior sensação de bem-estar (SANTANA et al., 2017). A temperatura ($T^{\circ}\text{C}$), umidade (UR%) e ponto de orvalho ($PO^{\circ}\text{C}$) são algumas das variáveis que podem ser utilizadas para medir o Índice de Conforto Térmico (ICT) (FROTA; SCHIFFER, 2003; RAHMAN et al., 2022; ZARE et al., 2018).

Para que um indivíduo se mantenha em situação de conforto térmico, é necessário que o meio esteja em condições térmicas agradáveis, de forma que o corpo humano equilibre sua temperatura interna por volta de 37°C , ou seja, liberando calor de forma adequada, sendo o ganho de calor igual à perda (MOURA; XAVIER, 2012 ; FROTA; SCHIFFER, 2003). Desta forma, a sensação térmica também se torna agradável.

Áreas arborizadas, que arrefecem a vizinhança em 1 a 8°C (RAHMAN et al., 2022) e aumentam a umidade do ar em até $10,6^{\circ}\text{C}$ (MARTELLI; SANTOS JR, 2015) em relação às áreas não arborizadas, geram um microclima confortável, sendo este ainda mais perceptível em grandes centros urbanos, devido ao contraste de temperaturas entre os diferentes microclimas de uma área natural e uma urbanizada. (SHASHUA-BAR; HOFFMAN, 2000; SPANGENBERG et al., 2019).

Por isso, uma Unidade de Conservação (UC) destaca-se pela sua importância para a sociedade em geral, não apenas pelo provimento de habitat para plantas e animais, mas também pela geração dos serviços ecossistêmicos, pelo fornecimento de um refúgio confortável climaticamente aos seres humanos em meio às condições térmicas desconfortáveis das cidades, principalmente quando a UC é localizada em zona urbana (CHARLES; ZIV; BAKSHI, 2020; COSTANZA et al., 2017; DAILY, 1997).

O ritmo crescente da industrialização, aliado à urbanização desenfreada e à transformação do ambiente natural, tem alterado, perceptivelmente, o microclima (BEDDOE et al., 2009; SHAMS et al., 2009; SIEBER et al., 2015). Muitas cidades tornaram-se grandes ilhas de calor, pelo aumento da temperatura e pela falta de áreas verdes, gerando desconforto ambiental (MONTEIRO, 2008; OLIVEIRA et al., 2022).

Para mitigar essa situação, é necessário que a sociedade civil e governamental avalie como a gestão de áreas protegidas pode ser melhorada, pois, apesar de muitas iniciativas de criação de UCs terem sido tomadas nos últimos anos, o ambiente urbano ainda continua afastado dessas áreas, seja de forma física ou de forma social, sendo inacessível à população (MAGRO; WATSON; BERNASCONI, 2007; SHOO et al., 2021).

Dentre ferramentas que demonstram a importância de áreas protegidas para o bem-estar da população destaca-se o ICT, um instrumento que demonstra a relação positiva entre o conforto térmico e áreas verdes

(FRANÇA et al., 2016), uma vez que o controle de temperatura e a geração de umidade pela evapotranspiração dentro destas áreas são fatores de diminuição de calor (ALKAMA et al., 2022; CUTHBERT et al., 2022; RAHMAN et al., 2022). Além dessa ferramenta, identificar a real sensação térmica percebida pelas pessoas é importante (ABREU; LABAKI, 2010), bem como o uso e a ocupação do solo nas diferentes áreas. Com a aplicação de modelos lineares generalizados, é possível agregar todas essas informações e definir a influência de áreas verdes no conforto térmico real e percebido.

Assim, percebe-se a importância dessas áreas e o quanto são fundamentais, seja por meio de fornecimento de habitat para espécies raras de plantas e animais, ou por meio de fornecimento de bens e serviços para os seres humanos (CHARLES; ZIV; BAKSHI, 2020; COSTANZA et al., 2017; DAILY, 1997). Por isso, a importância de áreas verdes em ambientes urbanos, proporcionando bem-estar àqueles que moram em seus entornos ou àqueles que os frequentam rotineiramente.

O conforto térmico desses ambientes pode levar à melhoria da saúde, diminuindo riscos de insolação, doenças cardiovasculares e danos aos principais órgãos e funções do corpo humano (ZARE et al., 2018). Além disso, a melhoria da saúde e o bem-estar também estão relacionados com o conforto visual, sonoro e olfativo. Assim, as áreas verdes permitem ao cidadão exercer o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado e o dever de proteger esses recursos (MARTELLI; SANTOS Jr, 2015).

Nesse contexto, esta pesquisa busca estabelecer a relação entre uma reserva florestal, localizada no Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (PEUt) e o ICT de uma área urbana na Amazônia oriental brasileira. Como um desdobramento da pesquisa, no caso de identificar uma relação positiva entre o conforto térmico e o parque, é a disponibilização dessas informações para a população, destacando-se os benefícios intangíveis gerados pelo parque e melhorando sua manutenção e proteção. A questão é: as condições de microclima do parque proporcionam mudanças significativas na área urbana sob sua influência? E a hipótese é que a área florestal influencia na oferta do serviço ecossistêmico de regulação térmica, sendo o ICT significativamente diferente dentro e a diferentes distâncias da área florestal.

Objetivo Geral

Entender os efeitos da existência de uma reserva florestal em uma área urbana na Amazônia oriental brasileira.

Objetivos específicos

Entre os objetivos específicos dessa pesquisa, estão:

- a) Comparar os índices de conforto térmico e variáveis climáticas do Parque Estadual do Utinga e da área urbanizada circundante, considerando a sazonalidade e horários de medição;
- b) Identificar o efeito da reserva florestal no microclima do ambiente urbano;
- c) Relacionar o Índice de Conforto Térmico com a sensação térmica das pessoas entrevistadas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Revisão Bibliográfica

2.1.1. Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UC) são definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) como todo espaço ocupado por terra e mar que apresente amostras de gens, ecossistemas, processos ecológicos e espécies. Ou seja, recursos naturais – e culturais associados – com características relevantes, dentro de seus limites estabelecidos, sendo eles protegidos e mantidos pelo Poder Público (BRASIL, 2000; BRITO, 2000; COLLI-SILVA; IVANAUSKAS; SOUZA, 2019).

Existem dois tipos de UCs, as de proteção integral e as de uso sustentável. As primeiras abrangem aquelas áreas dedicadas a conservação e preservação, cuja interferência humana é limitada, somente sendo admitido o uso indireto de seus serviços (BRASIL, 2000). O segundo tipo admite o uso humano, de forma sustentável, ou ainda, de modo ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, garantindo a perenidade dos recursos para futuras gerações (BRASIL, 2000).

As UCs de proteção integral compreendem Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestre. As UCs de uso sustentável são as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000).

As UCs, como as de categoria “Área de Proteção Ambiental”, as quais podem existir em ambientes mais urbanizados, também podem apresentar áreas verdes exercendo função ecológica, paisagística e recreativa (BRASIL, 2006; MARTINI; BIONDI, 2015). Com isso, há a melhoria da qualidade de vida, por meio da qualidade estética, funcional e ambiental do local (RAASCH; NARDES, 2017). As áreas verdes podem ser áreas de preservação permanente (APP); canteiros centrais; praças; parques lineares; florestas; UCs; jardins; terrenos não edificados; corredores ecológicos; cemitérios; entre outros (BRASIL, 2006).

Podemos dizer que outras áreas contribuem para que o SNUC atinja seus objetivos de conservação dos recursos naturais. Por exemplo ambientes urbanos, públicos e vegetados, que apresentam função ecológica, paisagística e recreativa (BRASIL, 2006; MARTINI; BIONDI, 2015). Com isso, há a melhoria da qualidade de vida, por meio da qualidade estética, funcional e ambiental do local (RAASCH; NARDES, 2017). As áreas verdes podem ser áreas de preservação permanente (APP); canteiros centrais; praças; parques lineares; florestas; UCs; jardins; terrenos não edificados; corredores ecológicos; cemitérios; entre outros (BRASIL, 2006).

Existem registros de que, as primeiras unidades de conservação surgiram em 1800 a.C, na Pérsia, uma vez que o rei mantinha um parque com leões e ursos (BRITO, 2000). Além disso, por volta do século III a. C., na Índia, o imperador Açoka criou uma reserva natural (BRITO, 2000). Em 1872, os Estados Unidos da América (EUA), criou, de forma efetiva, o sistema de proteção de suas áreas, com o estabelecimento do Parque Nacional de Yellowstone (RYLANDS; BRANDON, 2005).

No Brasil, a primeira UC, o Parque Nacional de Itatiaia, foi oficializado em 1937, no Rio de Janeiro, a princípio, por iniciativa do governo federal. Na região amazônica, o primeiro parque criando foi o Parque Nacional do Araguaia, no estado de Tocantins (anteriormente norte do estado de Goiás), em 1959. Depois disso, outros foram criados, incluindo o Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, em 1993, inicialmente como uma Estação Ecológica

(ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PARÁ, 2018). Para a Região Metropolitana de Belém (RMB), onde está localizado, ele é de fundamental importância por abrigar os lagos Bolonha e Água Preta, os quais contribuem com 63% do abastecimento hídrico de Belém (PARÁ, 2013).

2.1.2. Serviços ecossistêmicos

As preocupações com o meio ambiente começaram a surgir de forma mais enfática pós Revolução Industrial, com o aumento da industrialização e, conseqüentemente, com o aumento da poluição de maneira acelerada e com o avanço da cidade sobre o campo, ameaçando a biodiversidade e os ecossistemas naturais (MARTELLI; SANTOS Jr., 2015; OLIVEIRA et al., 2020; MELNIKOV et al., 2022).

Com essa preocupação, vários termos surgiram, com intuito de aflorar um pensamento crítico a respeito das transformações ambientais no mundo. Então, em 1977, foi publicado na revista *Science* um texto intitulado *Quanto vale os serviços da natureza?*, de Walter Westam (COSTANZA et al., 2017). Nele, o termo “Serviços naturais” apareceu, pela primeira vez, no ambiente acadêmico, transmitindo a ideia de que o meio ambiente e o ser humano estão intimamente conectados e que os serviços do meio natural podem satisfazer as necessidades do homem.

Em 1981, o termo “serviços naturais” foi modificado por Ehrlich, passando a ser denominado “serviços ecossistêmicos” e em 1983, Mooney contribuiu para aperfeiçoamento do tema (MEA, 2005). Em 1990, Costanza, Daly, Perrings e Daily continuaram o debate, que também começou a ser discutido no Brasil (COSTANZA; DALY, 1992; PERRINGS ET AL., 1992; DAILY, 1997; GÓMEZ-BAGGETHUN et al., 2010).

Em se tratando de terminologia, há uma diferença entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. Os serviços ambientais são aqueles produzidos pelo homem, em prol do meio ambiente, para recuperar ecossistemas degradados ou para protegê-los. Os serviços ecossistêmicos são aqueles gerados do complexo de relações entre os componentes dos ecossistemas naturais e que, de alguma forma, satisfazem as necessidades humanas (COSTANZA et al., 1997; COSTANZA et al., 2017; GAUDERETO et al., 2018; SANTOS et al., 2019).

Em 2005, a *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) classificou os serviços ecossistêmicos em quatro categorias: serviços de provisão, serviços de regulação, serviços de suporte e serviços culturais (MA, 2005). Porém, hoje, os serviços de suporte, ou de apoio, não entram mais nesta divisão, segundo a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) e a Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), uma vez que passaram a ser considerados funções ecossistêmicas, pelo fato de serem fundamentais para todos os demais serviços (DÍAZ et al., 2015; FABER et al., 2021).

Os serviços de provisão são tangíveis, produzidos a partir do fluxo de matéria e energia entre os componentes dos ecossistemas. Eles são muito utilizados para consumo humano, como a água, produtos madeireiros e não madeireiros, produtos medicinais, biomassa, entre outros (ARAÚJO, 2018). Por serem consumíveis de forma direta, tem valor de mercado, podendo ser facilmente negociados (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997).

Os serviços de regulação são aqueles que regulam, mantêm e estabilizam as funções do meio ambiente, promovendo condições ideais para a sobrevivência dos seres humanos. São exemplos o estoque de carbono, a polinização, a regulação do microclima, a redução de poluentes da atmosfera, o controle de pragas, doenças, erosão e enchentes. Esses serviços não têm um forte valor econômico, por serem intangíveis (COSTANZA et al., 2017; SANTANA et al., 2017).

Os serviços culturais, também intangíveis, porém, mais facilmente percebidos e valorizados pelas pessoas, são associações entre o capital humano e natural. Essa combinação gera benefícios imateriais, como beleza paisagística e valores científico, filosófico, espiritual, educacional e recreativo (SANTANA et al., 2017; RIVAS, 2014). Essa categoria foi a última a ser divulgada, sendo publicada por meio da MEA (2005) e Sukhdev (2010).

No PEU, alguns serviços são facilmente percebidos, principalmente os culturais. É o caso do usufruto de trilhas, da apreciação da beleza paisagística, da prática de exercícios físicos na natureza, do aproveitamento de atividades recreativas que o parque oferece e até mesmo da simples conexão e contato com o ambiente natural (BLUMSTEIN et al., 2017; BRANCALION et al., 2014; JOLY et al., 2019; PARÁ, 2013).

2.1.3. Valoração ecossistêmica

Com o desenvolvimento econômico ocorrendo às custas da exploração, cada vez mais intensa, do meio ambiente, começaram a surgir preocupações acerca do valor dos recursos naturais intangíveis, como conforto térmico e qualidade do ar (WESTMAN, 1977; NEGI, 2022). Sem uma percepção adequada da importância desses serviços e a visualização concreta do valor monetário dos mesmos, a destruição de áreas verdes é feita de maneira indiscriminada (ABSON; TERMANSEN, 2011; MACHADO, 2011). Para restabelecer esses ambientes o custo é alto, enquanto os benefícios monetários com a manutenção das áreas verdes são vantajosos, a exemplo dos créditos de carbono, definindo-se assim, que um ambiente florestal conservado pode gerar mais valor que a mera conversão do solo para agropecuária, por exemplo (BALMFORD et al., 2002; MAIA 2002; PEARCE, 1992).

Desse modo, atribuir valores monetários aos serviços ecossistêmicos torna-se uma ferramenta de sensibilização sobre a importância das áreas verdes, ainda que não ocorra nenhum tipo de arrecadação financeira por parte da população (COSTANZA et al., 2014; GROOT et al., 2012; RESENDE et al., 2017). Ao se gerar um mercado hipotético, a tomada de decisão sobre investimentos governamentais torna-se mais fácil, não para comercializar os serviços, mas para direcionar as políticas públicas (GROOT et al., 2012; FIGGIS et al., 2015; GOLDMAN et al., 2008; MADRIGAL-MARTÍNEZ; MIRALLES I GARCIA, 2019).

Para captar o valor monetário desses serviços, são necessárias análises transversais e interdisciplinares, que não subestimem seus reais valores e que sejam compatíveis com os benefícios dos recursos naturais (MEDEIROS; YOUNG, 2011; TÔSTO et al., 2015). Porém, ainda existem alguns obstáculos, como a limitação da ciência ao tentar compreender a complexidade dos ecossistemas e a própria metodologia de valoração escolhida (NEGI, 2022). No entanto, é importante ressaltar que, mesmo com as metodologias mais adequadas, o valor dos ecossistemas será sempre subestimado, pois é infinito para a comunidade acadêmica e representa recursos insubstituíveis na natureza, porém, é importante ressaltar que essa valoração muda de acordo com as políticas públicas e com o conhecimento humano adquirido ao longo do tempo (CAVALCANTE, 2010).

Um dos métodos utilizados é o Método de Valoração Contingente (MVC), que se utiliza da Disposição a Pagar (DaP) em relação à manutenção dos serviços (ARROW et al., 1993; MOTTA, 1997; PENA et al. 2015; TRAVASSOS; LEITE; COSTA, 2018). Neste método, um mercado hipotético é criado no momento em que cada indivíduo da população atribui um valor monetário pela preservação dos ecossistemas, sendo dependente da preferência de cada um (CAMARGO, 2018; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

É um método aplicado por órgãos de financiamento multilateral, em escala nacional e internacional (CHU et al., 2020; NICOSIA et al., 2014; SERRA et al., 2004; TAFURI, 2008). O MVC é adaptável a vários contextos de valoração do meio ambiente, além de conseguir captar, de forma eficiente, valores de uso e de não uso em uma menor escala (MAIA; ROMEIRO; REYDON 2004).

Os valores de uso, não uso e de opção é outra classificação do valor dos serviços ecossistêmicos (Figura 1) (GROOT 1992; MOTTA 1997). Os serviços de uso abrangem aqueles diretos e indiretos. Os diretos são ainda subdivididos em tangíveis e intangíveis. Os tangíveis estão associados aos benefícios que podem ser consumidos,

como a produção de água, madeira, produtos florestais não madeireiros, entre outros (TIETENBERG, 2000; TÔSTO et al., 2015). Os intangíveis estão ligados ao que não pode ser consumido de forma física, como a apreciação de paisagens e a utilização de trilhas.

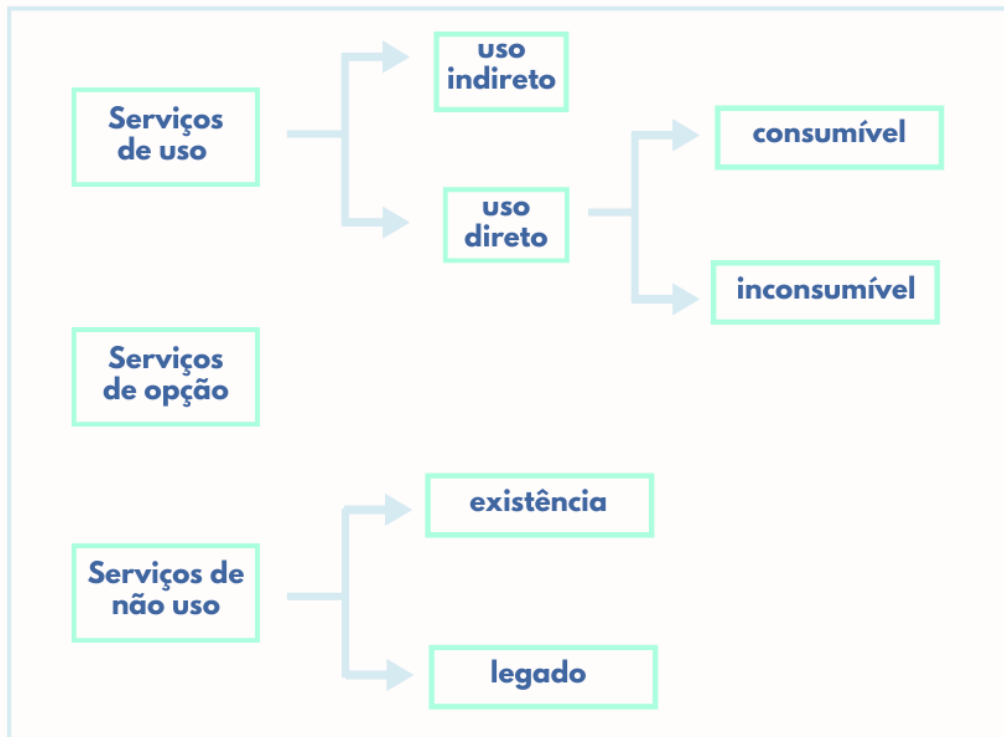


Figura 1. Classificação quanto ao valor monetário dos serviços ecossistêmicos (ARAÚJO, 2018; MOTTA, 1997; MARRE et al., 2015; TURNER et al., 2003).

Os serviços de uso indireto são aqueles que beneficiam o ser humano de forma indireta, como a existência de uma floresta regulando o microclima ou protegendo bacias hidrográficas para fins de abastecimento de água (ARAÚJO, 2018; MOTTA, 1997). Os serviços de não uso são classificados como de existência e de legado. Os de existência é o valor dado a um ecossistema natural que é importante apenas pelo fato de existir, mesmo estando distante daquele que o valora. Um exemplo é a simples existência das calotas polares. Os de legado são os que tem valor de herança, que podem ser repassados de geração para geração (ARAÚJO, 2018; MOTTA, 1997; MARRE et al., 2015; TURNER et al., 2003).

Os serviços com valor de opção são os que apresentam alternativas para seu uso futuro, seja esse uso imediato ou não (MARRE et al., 2015; TURNER et al., 2003). Um exemplo é a existência de um parque verde, em que as pessoas podem ter a opção de usá-lo quando quiserem. No PEUt, o valor mais evidente é o de uso direto intangível, com o usufruto dos visitantes, sem que os recursos sejam retirados do local. Porém, é perceptível também o valor de uso indireto, uma vez que o parque protege dois mananciais importantes para o abastecimento de água da RMB (BRASIL et al., 2021; PARÁ, 2013).

2.1.4. Conforto Térmico

Com a proteção de áreas vegetadas, um dos serviços ecossistêmicos de regulação mais evidentes para a população que as cercam é o controle do microclima (RAHMAN et al., 2022), uma vez que proporciona bem-estar àqueles que estão mais próximos do ambiente natural, com o fornecimento de sombra, absorção de gás carbônico e aumento do teor de oxigênio (SILVA; SOUSA, 2018). Além desses benefícios, ainda existem aqueles relacionados à sonoridade e a velocidade do vento (Figura 2). Essa condição térmica fornecida pelo ambiente para que uma pessoa se sinta bem física e mentalmente é denominada de “conforto térmico”, ou ainda, “conforto humano”, se outras variáveis estiverem relacionadas (ASHRAE, 2010; SHIN; KANG; KIM, 2022).



Figura 2. Zonas de tolerância em relação ao conforto humano, para temperatura (°C), umidade (%), sonoridade (Db) e velocidade do vento (m/s). Fonte: Houseal e Brian (1979).

O conforto térmico é relativo, porque nem sempre o que é agradável termicamente para uma pessoa, é para outra, por isso a dificuldade de se saber o conforto térmico ideal (ZHAO et al., 2018). As variáveis subjetivas que influenciam isso são: a atividade metabólica, as vestimentas e as características físicas (ARISTOTELIS; GIORGOS, 2008). Porém, também existem as variáveis que não são subjetivas, como a temperatura do ambiente e a umidade, as quais são variáveis climáticas (NDETTO; MATZARAKIS, 2013).

Por meio de todo esse conjunto, para uma pessoa ficar confortável, ela tenta equilibrar a temperatura do seu corpo com a temperatura do meio. Ou o corpo vai liberar energia, ou ele vai reter, para manter os 37°C internos (MOURA; XAVIER, 2012; FROTA; SCHIFFER, 2003). Quando ele entrar em equilíbrio, o corpo estará confortável termicamente, a menos que o indivíduo esteja sentindo-se febril.

Nesse contexto, pode-se destacar o papel das áreas arborizadas, em que as temperaturas são até 8°C mais baixas em relação ao asfalto (MARTELLI; SANTOS JR, 2015; RAHMAN et al., 2022; SPANGENBERG et al., 2019). As unidades de conservação e áreas verdes da cidade demonstram grande valor ao ajudar o corpo a alcançar o equilíbrio térmico, forçando-o menos a liberar ou reter energia (COSTANZA et al., 2017; DAILY, 1997).

Porém, com as áreas urbanizadas, são formadas as ilhas de calor, um fenômeno climático que interfere bastante no conforto térmico (CUTHBERT et al., 2022). No centro da cidade a temperatura é mais elevada em

relação aos ambientes periféricos e o que contribui para essa maior temperatura é a concentração de asfalto, concreto, telhas de amianto e telhas escuras (BADINO et al., 2021). Estas diminuem o albedo, a reflexão, a dissipação do calor, concentrando-o e liberando-o lentamente durante a noite, afetando também a umidade, a qual fica abaixo do ideal (AHMAD et al., 2020).

Tudo isso é potencializado com a diminuição da quantidade de árvores, que funcionam como um canal de deslocamento da água entre o solo e o ar (RAHMAN et al., 2022). Com o alto índice de partículas poluentes na atmosfera e com a impermeabilização do solo, o calor é retido e ao invés de ser utilizado para evaporar a água – calor latente – é usado para aquecer o ambiente – calor sensível (CUTHBERT et al., 2022; KANTZIOURA; COSMOPOULOS; ZORAS, 2012; LI et al., 2019).

Além disso, com a concentração de edifícios, o que interfere na circulação dos ventos e impede a movimentação do calor; e com a utilização de energia pelos veículos, pelas residências e pelas indústrias, a elevação da temperatura e absorção de calor é potencializada, intensificando o fenômeno do aquecimento global (ZHANG; LV; PAN, 2013; OLIVEIRA et al, 2022). Por meio do plantio de árvores, criação de áreas verdes e mantendo locais naturais como unidades de conservação, principalmente próximas ou dentro das cidades – como é o caso do PEUt -, uso de transporte público e controle de poluentes emitidos por indústrias, as variáveis climáticas podem ser mais controladas, aumentando o conforto térmico (PERINI; MAGLIOCO, 2014; SMITH; HENRÍQUEZ, 2019). Ademais, também é importante envolver a gestão pública, para que as cidades sejam melhor planejadas, de acordo com suas características específicas, para abrigar espaços verdes (SILVA; GONZALEZ; SILVA FILHO, 2011; SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005)

O conforto térmico também está diretamente relacionado ao microclima. Este se refere às condições climáticas de superfícies menores, ou mesmo, à estrutura climática do espaço aéreo, que vai desde a superfície até uma altura em que ainda é possível distinguir as variáveis microclimáticas do clima geral local (CARBONNEAU, 1984).

Existem dois tipos de microclima, o natural - que abrange uma área de superfície de 10 m a 100 m e, microclima da planta ou bioclíma – que se constitui de variáveis climáticas medidas por aparelhos em locais específicos (CARBONNEAU, 1984). As principais variáveis que compõem o microclima são a temperatura, radiação, velocidade do vento e umidade (LIAO et al., 2022).

Também existe o macroclima, ou ainda, clima regional, o qual é gerado após observações padronizadas ao longo de um período específico. O clima médio ocorre em territórios maiores, sendo que para sua caracterização, é necessária a obtenção de um conjunto de dados coletados em postos meteorológicos (RAASCH; NARDES, 2017). Esse termo difere de “tempo”, que corresponde a um estado momentâneo de condições atmosféricas. O mesoclíma, ou clima local é aquele que corresponde a uma situação particular do macroclima, também podendo ser medido por meio de dados de estações meteorológicas (RAASCH; NARDES, 2017).

Nesse sentido, apesar do efeito local que o Parque do Utinga tem sobre a amenização da temperatura, ele recebe também grande pressão sobre o seu microclima, uma vez que o seu entorno é urbanizado, sendo as ruas asfaltadas e com construções.

2.2. Materiais e Métodos

2.2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (PEUt), Unidade de Conservação localizada na Região Metropolitana de Belém (RMB) no estado do Pará e um transecto na região urbana sob sua influência (Figura 3).

O PEUt é inserido na Área de Preservação Permanente (APA) Belém, sendo 98% dele situado no município de Belém e cerca de 2% em Ananindeua (HENDERSON et al., 2014; IDEFLOR-BIO, 2019), abrangendo uma área de 1.393,088 ha, sendo 18,57% da APA Belém e 0,40% da Região Metropolitana de Belém (RMB) (PARÁ, 2013; SEDOP, 2018). O PEUt foi criado em 1993 pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM) como Estação Ecológica, porém, passou para a classificação de Parque Estadual, depois dos gestores entenderem a importância de aproximar a população da natureza (IDEFLOR-BIO, 2018; PARÁ, 2013).

Na classificação climática Köppen-Geiger, a faixa climática desta região é Af, indicando clima quente e úmido, com um período mais chuvoso (dezembro a maio) e outro menos (junho a novembro), com variações de temperatura entre 23 a 33°C e um total de 2.834 mm de precipitação anual (PARÁ, 2013). Os solos têm predominância de latossolo amarelo distrófico, com pequenos pontos de gleissolo distrófico argiloso e muito argiloso (PARÁ, 2013).

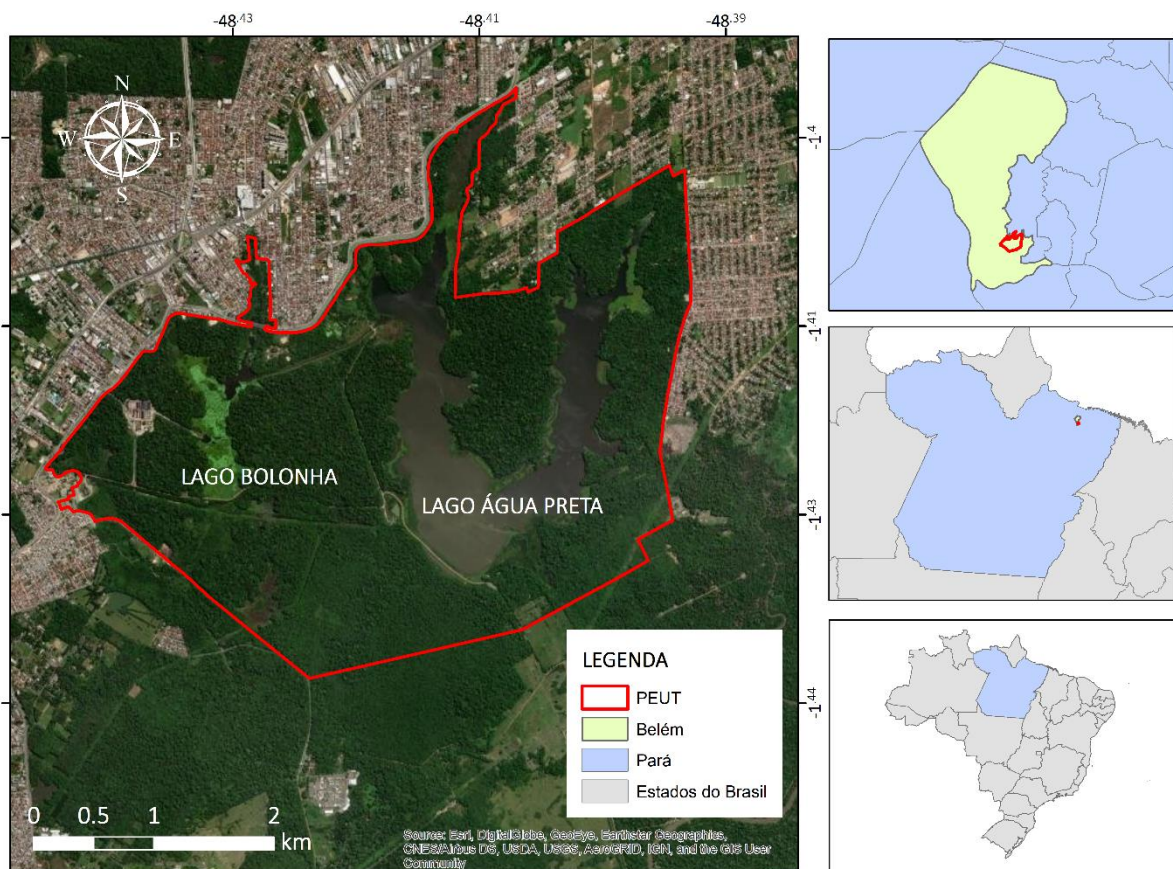


Figura 3. Localização do Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, município de Belém/PA, 2020.

Com relação ao uso público, atualmente há uma movimentação de 59.000 pessoas por mês, segundo os gestores do parque. Dentre os motivos mais frequentes de visita são a proximidade à natureza, prática de exercícios físicos, bem-estar, apreciação da beleza cênica, lazer e a segurança. O parque, antes denominado apenas “Utinga”, teve incremento ao nome, em 19 de dezembro de 2019, por meio da Lei 8.958, para homenagear o importante professor, médico e ambientalista Camillo Martins Vianna (1926 – 2019), precursor no compromisso com a conservação da Amazônia, passando então a chamar-se Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna (IDEFLOR-BIO, 2019).

O PEUt apresenta vegetação de floresta ombrófila densa terra baixa de forma predominante e nove classes de uso do solo: floresta de terra firme (54,15%), massas d’água (17,28%), área alterada (8,14%), vegetação aquática (7,31%), floresta inundável de igapó (6,78%), floresta secundária (4,33%), vegetação de igapó em regeneração (1,31%), área edificada (0,52%) e fragmento florestal isolado (0,18%) (IBGE, 2004; PARÁ, 2013).

O local de estudo possui grande importância de refúgio de vida silvestre, abrigando aproximadamente 400 espécies entre insetos, aves, peixes, mamíferos e anfíbios, sendo muitos deles de ocorrência rara e local (PARÁ, 2013). Além disso, diversos projetos de reintrodução de animais silvestres são desenvolvidos no parque, como o da *Guaruba guarouba* (ararajuba), a qual é tida como extinta na RMB (IDEFLOR-BIO, 2018).

Quanto às espécies vegetais, entre as 151 espécies existentes no PEUt, 79% correspondem a árvores, 5% epífitas, lianas e palmeiras, 4% ervas e 3% de arbustos (PARÁ, 2013). Algumas delas podem ser encontradas na lista da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS) como ameaçadas de extinção.

2.2.2. Coleta de dados

2.2.2.1. Variáveis climáticas

Para obtenção das variáveis climáticas, foi utilizado um termo higrômetro, com sensor HOBO U10 de temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%), programado no software HOBOWare® 3.7.22 para fazer registros a cada 10 segundos, para estabilização dos dados. Esse procedimento foi validado por Martini, Biondi e Batista (2018). O sensor ficou acoplado em um abrigo meteorológico durante todas as medições, sendo elas realizadas por meio de um veículo (Figura 4). Os registros foram realizados em um transecto sob área de influência do PEUt, de acordo com a direção predominante do vento (direção nordeste) (Figura 5) (HONJO; TAKAKURA, 1991). É importante enfatizar que a calibração do aparelho era realizada a cada mês, para cada duas medições.



Figura 4. Abrigo meteorológico sendo transportado em veículo no Parque Estadual do Utinga Camilo Vianna/PA, 2021.

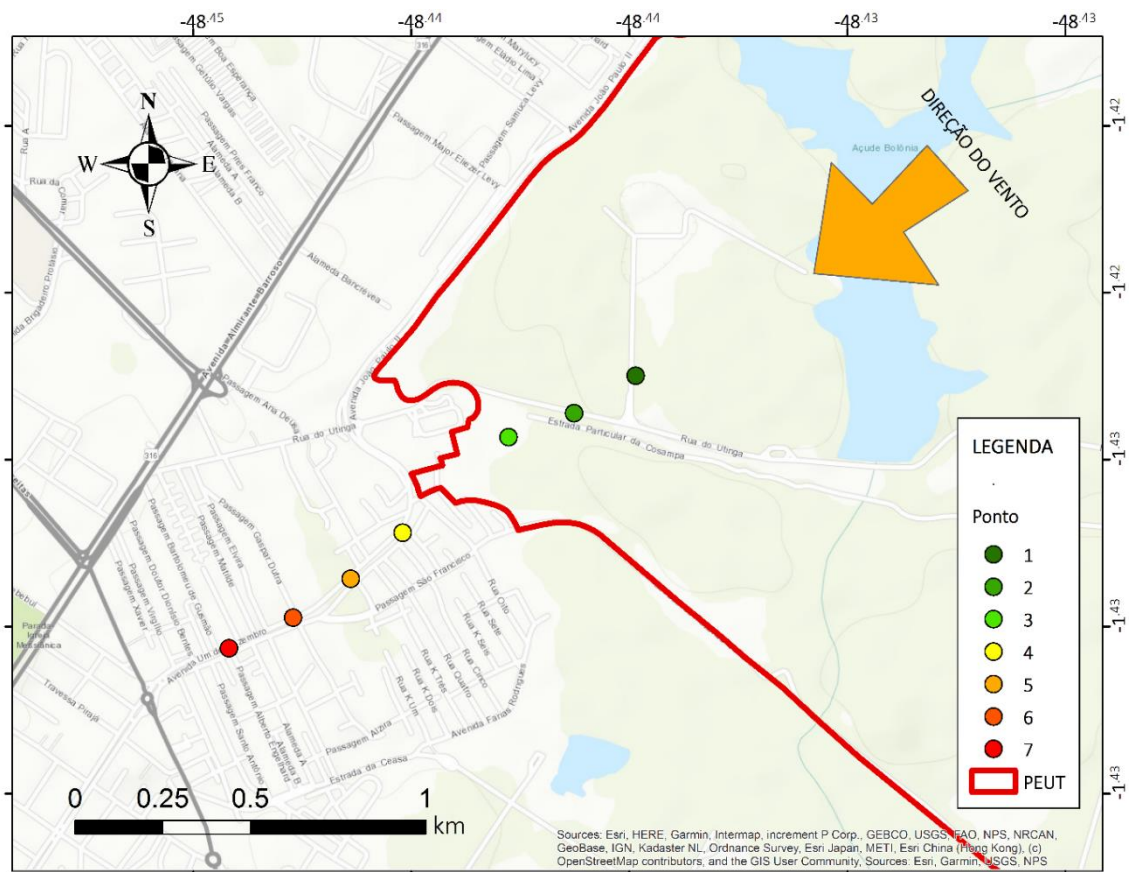


Figura 5. Pontos de medição em transecto, de acordo com a direção predominante do vento (nordeste), desde o interior do PEUT até a área urbanizada.

Desta forma, é possível verificar o grau de influência do parque no microclima da região urbana de Belém. O transecto é formado por 7 pontos, sendo eles equidistantes entre si 200m, exceto entre os pontos 3 e 4, que estão distantes 400m (YU; HIEN, 2006). Os três primeiros pontos estão no interior do parque e os outros quatro pontos estão ao longo da avenida João Paulo II, área urbanizada.

Em cada ponto foi realizada uma parada de 2 minutos, de acordo com metodologia de Wong e Yu (2005), sendo todos os pontos medidos em 30 minutos. É importante fazer as medições neste período para que não haja muita variação de tempo, e também para atenuar a influência da altura aparente do sol, a qual provoca modificações nas intensidades da radiação (MARTINI, BIONDI e BATISTA, 2018). Os registros foram feitos durante um ano, entre os meses de maio de 2021 e abril de 2022, duas vezes ao mês, para que fosse observada a sazonalidade do período em questão. Os horários de medição foram das 5h45 até 6h15 (medição das 6h), 8h45 até 9h15 (medição das 9h), 11h45 até 12h15 (medição das 12h), 14h45 até 15h15 (medição das 15h) e 17h45 até 18h15 (medição das 18h). No total foram coletados 15.361 registros durante 24 dias e 60 horas. Os horários foram escolhidos de acordo com o trabalho realizado por Zare et al. (2018) e também para que houvesse possibilidade de comparação com os outros dois pontos estudados, um localizado em uma estação automática, próxima ao parque (ponto 8) e o outro localizado no bairro de São Brás, distante do parque (Ponto 9), utilizados como pontos controle.

2.2.2.2. Variáveis de sensação térmica

Foram aplicados no mês de abril de 2022, último mês de medições, 200 questionários dentro do PEUt, com os visitantes, a fim de saber a sensação térmica dessas pessoas (DESLANDES et al., 1994; ZARE et al., 2018). As entrevistas foram realizadas em dois horários, no das 8h às 10h, com a temperatura mais amena e no horário das 10h às 12h, com a temperatura menos amena.

Todos os participantes tinham mais de 18 anos e estavam sentindo-se bem de saúde no momento da entrevista. A participação foi voluntária e anônima, atendendo ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Durante a aplicação das entrevistas, foram medidos de forma simultânea, a T°C, UR% e PO°C, por meio do sensor HOBO U10, programado no software HOBOWare® 3.7.22.

A primeira parte do questionário é descritiva, apontando as características físicas de cada pessoa, como sexo; idade; peso e altura, o que está intrinsecamente relacionado ao nível de conforto térmico (vide material complementar).

A segunda parte do questionário também é descritiva e leva em consideração as vestimentas do entrevistado: a) vestimenta superior: sem camisa, camisa sem manga ou camisa de manga curta ou camisa de manga comprida, e ainda, se essa roupa é clara, escura ou colorida; se é leve ou pesada; se é sintética ou de algodão b) vestimenta inferior: short/saia ou bermuda ou calça comprida, e ainda, se essa roupa é clara, escura ou colorida; se é leve ou pesada; se é sintética ou de algodão (FARAJZADEH; SALIGHEH; ALIJANI, 2016; ZARE et al., 2018).

A terceira parte conta com as seguintes indagações: a) estado de saúde, sendo as opções bem ou mal b) classificação da atividade realizada no momento, sendo as opções: atividade leve, moderada ou pesada c) atividade praticada, sendo as opções: parado; caminhando; correndo; outra atividade d) sensação térmica, sendo as opções: frio; normal; quente e) nível de satisfação com a sensação, sendo as opções: muito confortável; confortável; regular; desconfortável; muito desconfortável (escala ASHRAE adaptada) f) nível de importância do Parque Estadual do Utinga em relação à regulação térmica, sendo as opções: pouca; média; muita g) nível de conforto térmico de dentro do parque em relação ao ambiente exterior, sendo as opções: mais confortável que o ambiente externo; a mesma

sensação do ambiente externo; menos confortável que o ambiente externo h) Valor que cada visitante estaria disposto a pagar de forma mensal para que o PEUt continuasse regulando o microclima, em uma situação hipotética em que todos os habitantes também pagariam. Esta última pergunta segue o Método de Valoração Contingente (MVC), por meio da Disposição a Pagar (DaP) dos entrevistados.

A partir da aplicação desses questionários, é possível identificar a percepção térmica dos entrevistados e compará-la com a medição simultânea de T°C e UR%.

2.2.3. Índice de Conforto Térmico (ICT)

Com os valores de T°C e UR% coletados pelo termo higrômetro, o software HOBOWare também calcula o ponto de orvalho. De posse dessas variáveis, foi calculado o ICT em cada ponto analisado, determinado pela seguinte equação adaptada, uma vez que a velocidade do vento não foi considerada, pelo fato do parque não ter sido projetado para isso (SANTOS DA CRUZ et al., 2020):

$$ICT = 0.116 \times (T^{\circ}C + PO^{\circ}C)$$

Em que:

ICT: Índice de Conforto Térmico

T°C: Temperatura do ar (°C)

PO°C: Temperatura de ponto de orvalho (°C)

Os valores foram normalizados para que a escala estivesse entre 0 e 1, sendo que os valores mais próximos de 0, indicam maior conforto térmico. Dessa forma, os ambientes de dentro e de fora do parque foram comparados, verificando-se a diferença de microclima ao longo do dia e ao longo do ano e assim, avaliar a influência do PEUt no microclima urbano, não apenas com análises isoladas de T°C e UR%. Ademais, também foram coletados dados secundários da estação meteorológica automática (Ponto 8) e da estação meteorológica distanciada do parque, localizada no bairro de São Brás (Ponto 9) (Figura 6).



Figura 6. Sete pontos de medição no transecto e as duas estações meteorológicas fixas localizadas em Belém-PA.

2.2.4. Caracterização dos pontos

Foi realizada a caracterização do uso e ocupação do solo no entorno de cada um dos nove pontos de coleta. As imagens foram obtidas por meio do Google Earth e o processamento foi feito por meio do software ArcGis 10.3, com buffer de 400m. O procedimento utilizado para a análise quantitativa dos dados foi a classificação supervisionada, com o objetivo de representar os tipos específicos da cobertura do solo. As classes pré-definidas foram: telhado de cerâmica (T.Ceram), telha de cimento (T.Cimen), cobertura arbórea (CobArb), cobertura de grama (CobGra), asfalto e sombra.

O ponto 1 (Figura 7) é localizado no interior do PEUT ($48^{\circ} 26' 20.692''$ W e $1^{\circ} 25' 23.582''$ S), na Rua Lago do Bolonha, que vai em direção à Companhia de Saneamento Básico do Pará (COSANPA), também localizada no parque. A estrada é de asfalto, porém, não há movimento intenso de pessoas nem de automóveis, pelo fato do acesso ser restrito a funcionários da COSANPA. Por estar no interior do parque, a área apresenta cobertura vegetal secundária dos dois lados da estrada.



Figura 7. Ponto 1 localizado no interior do PEUt ($48^{\circ} 26' 20.692''$ W e $1^{\circ} 25' 23.582''$ S), em Belém-PA.

O ponto 2 (Figura 8A), distante 200m do 1º ponto, é localizado na estrada principal do Parque, a Rua do Utínga ($48^{\circ} 26' 27.877''$ W e $1^{\circ} 25' 26.748''$ S), onde o acesso é livre para os visitantes. A estrada é de tijolos, sendo uma parte feita de concreto, reservada à ciclo faixa. A vegetação é secundária e ao lado da estrada existe um corpo d'água que vai em direção aos lagos Bolonha e Água Preta, com predominância de açazeiros em suas margens (Figura 8B).



Figura 8. Ponto 2 localizado no interior do PEUt ($48^{\circ} 26' 27.877''$ W e $1^{\circ} 25' 26.748''$ S), em Belém-PA.

O ponto 3 (Figura 9A), depois de 200m do 2º ponto, também se encontra no interior do PEUt, no centro de acolhimento, uma região de descanso (48° 26' 32.234" W e 1° 25' 29.053" S). A área é mais descampada, coberta por grama. Não há fluxo de carros e a estrada é feita de tijolos. A floresta secundária circunda o centro de acolhimento (Figura 9B).



Figura 9. Ponto 3 localizado no interior do PEUt (48° 26' 32.234" W e 1° 25' 29.053" S), em Belém-PA.

O ponto 4 (Figura 10A), depois de 400m do 3º ponto, é localizado em bairro residencial, na Avenida João Paulo II, asfaltada e com pouca arborização (48° 26' 42.456" W e 1° 25' 37.718" S). As edificações são baixas, em sua maioria feitas de concreto, sendo algumas casas de madeira. O fluxo de carros é intenso, sendo uma avenida de velocidade máxima permitida de 80 Km. Não é muito arborizada de um lado da avenida, mas do outro, encontra-se maior número de árvores. As calçadas são de concreto. É o corredor predominante para definir a direção do vento.

O ponto 5 (Figura 10B), localizado depois de 200m (48°26'47.005"W e 1°25'41.996"S) do ponto anterior tem a configuração parecida com o ponto 4, sendo a quantidade de vegetação ainda menor. O ponto 6 (Figura 10C), localizado nos próximos 200 metros da Avenida (48° 26' 52.181" W e 1° 25' 45.777" S), apesar de também estar próximo a casas e ao asfalto, já é mais próximo de uma área vegetada. O ponto 7 (Figura 10D), o último ponto (48°27'1.21"W e 1°25'50.53"S), também é localizado em área urbana, com uma predominância ainda maior de residências e poucos prédios baixos.

O ponto 8 (48°26'24.00"W e 1°24'36.00"S) é localizado na estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em uma avenida paralela ao PEUt. O ponto 9 (48°28'12.00"W e 1°27'0.00"S) é localizado no bairro de São Brás, em uma área majoritariamente coberta por asfalto, telhas e concreto, apesar de apresentar uma avenida principal arborizada.



Figura 10. Pontos 4 ($48^{\circ} 26' 42.456''$ W e $1^{\circ} 25' 37.718''$ S), 5 ($48^{\circ} 26' 47.005''$ W e $1^{\circ} 25' 41.996''$ S), 6 ($48^{\circ} 26' 52.181''$ W e $1^{\circ} 25' 45.777''$ S) e 7 ($48^{\circ} 27' 1.21''$ W e $1^{\circ} 25' 50.53''$ S) localizados na Avenida João Paulo II, em Belém-PA.

2.2.5. Análise dos dados

Para começar o teste da hipótese, os dados de $T^{\circ}\text{C}$; UR%; $\text{PO}^{\circ}\text{C}$ e ICT foram testados quanto à normalidade e esfericidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Mauchly, respectivamente, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para os fatores que violaram o teste de esfericidade foi realizada a correção de Greenhouse-Geisser.

Posteriormente foi realizada a *Two-Way repeated measures Analysis of Variance* (ANOVA, $p < 0.05$) e após diferença significativa, as médias foram comparadas entre os dias e os pontos por meio do teste de Post-Hoc ($p < 0,05$), com correção de Bonferroni. Além disso, utilizou-se uma análise multivariada de componentes principais (PCA) para avaliar a correlação entre as variáveis supracitadas com auxílio dos pacotes factoextra (KASSAMBARA, 2020).

A correlação de Pearson foi aplicada após teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) para as seguintes variáveis: distância (Dist), $T^{\circ}\text{C}$, UR%, $\text{PO}^{\circ}\text{C}$, ICT, T.Ceram, T.Cimen, CobArb, CobGra, asfalto e sombra. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software R versão 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022) e os gráficos, por meio do pacote ggplot2 (WICKHAM, 2016).

As variáveis $T^{\circ}\text{C}$; UR%; $\text{PO}^{\circ}\text{C}$; ICT, distância de cada ponto de coleta até a borda do Parque; dia; hora e classificação do solo foram avaliadas por meio de um modelo linear generalizado (GLM), a partir da função logit no software R versão 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022). Com ele, foi investigado o tamanho do efeito de cada uma dessas

variáveis em cada um dos pontos, a partir da interdependência espacial. Ressalta-se que, para a variável “distância”, a borda do Parque foi considerada como distância zero e à medida que ocorria o afastamento do Parque em direção à área urbana as distâncias eram representadas por valores positivos e em direção à área do Parque, os valores eram negativos.

Para a identificar a relação entre o ICT, os dados coletados por meio de medições e os dados coletados nas entrevistas, como a sensação térmica dos visitantes, a disposição a pagar e suas vestimentas e perfil corpóreo, foi realizada a análise multivariada ($p < 0,05$), por meio do programa IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 20. Para verificar o nível de interação entre as variáveis e a confiabilidade dos dados foi feito o teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de Bartlett (HAIR JR et al., 2009; JOHNSON; WICHERN, 2007; SANTANA et al., 2018). Este testa a hipótese nula da matriz de correlações ser uma matriz identidade, cujo determinante é igual a 1 (HAIR JR et al., 2009).

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Comparação dos índices de conforto térmico e variáveis climáticas

A fim de comparar os índices de conforto térmico e as variáveis climáticas do PEUt e da área urbana, considerando a sazonalidade e horários de medição, foram obtidos valores de ICT referentes ao PEUt e ao centro urbano, a partir de dados de T°C, UR% e PO°C coletados no transecto em estudo. A figura 11 representa a sazonalidade para cada variável em questão. No período mais chuvoso (dezembro a maio) percebe-se um aumento da UR% e uma diminuição da T°C em todos os pontos. O comportamento inverso se deu para o período menos chuvoso (junho a novembro) para as mesmas variáveis. No mês de agosto – um dos mais quentes –, em particular, observa-se um pico de temperatura, acompanhado de uma queda de umidade e no mês seguinte esse padrão não se manteve, o que pode ser explicado pela precipitação ocorrente nos meses de outubro e novembro (Figura 12) e pelo ano de 2022 ser um ano de *lã niña*.

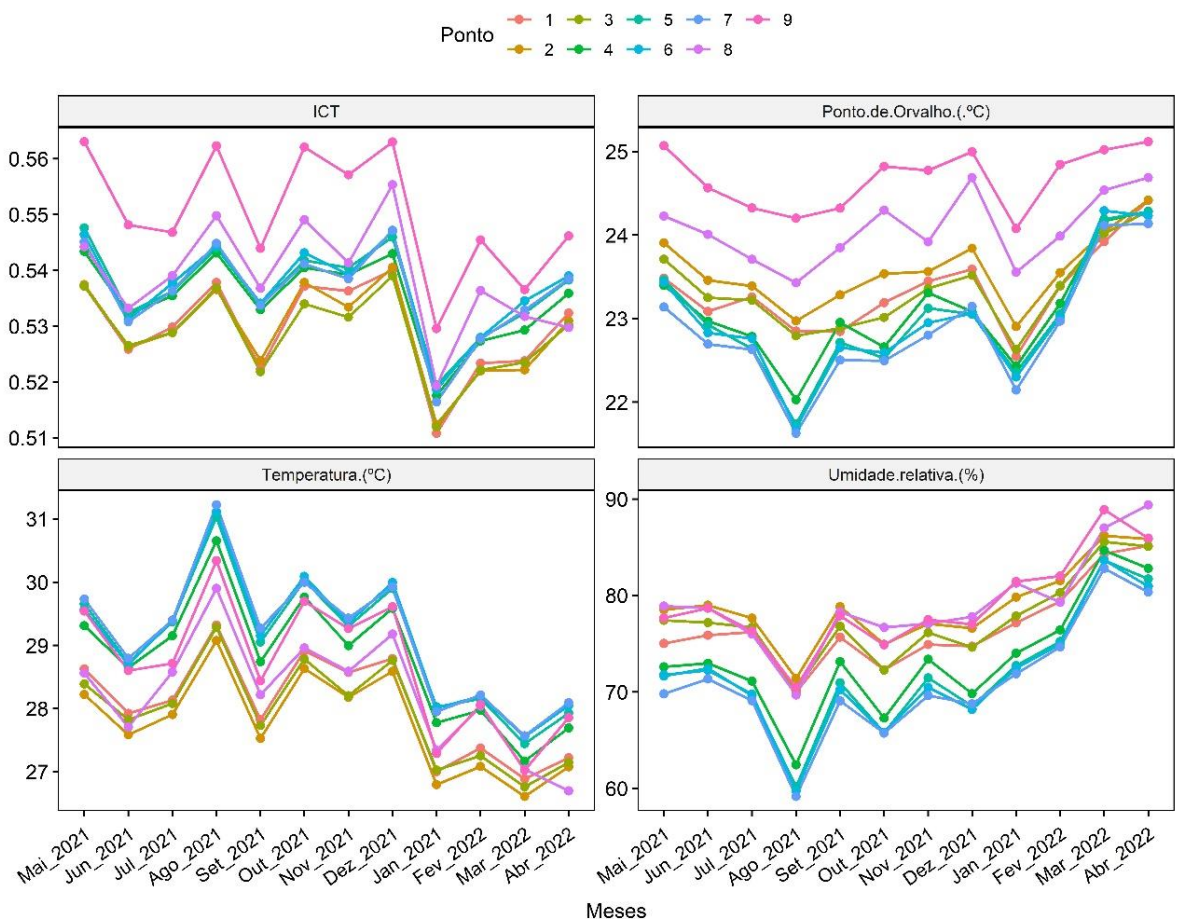


Figura 11. Sazonalidade das variáveis Índice de Conforto Térmico (ICT), temperatura (°C) ponto de orvalho (°C) e umidade relativa (%) para os três pontos do transecto, localizados dentro do Parque do Utinga (P1, P2 e P3), os quatro pontos do transecto, localizados fora do Parque do Utinga (P4, P5, P6, P7), a estação meteorológica automática, próxima ao Parque (P8) e a estação meteorológica fixa afastada do Parque (P9), durante o período de um ano.

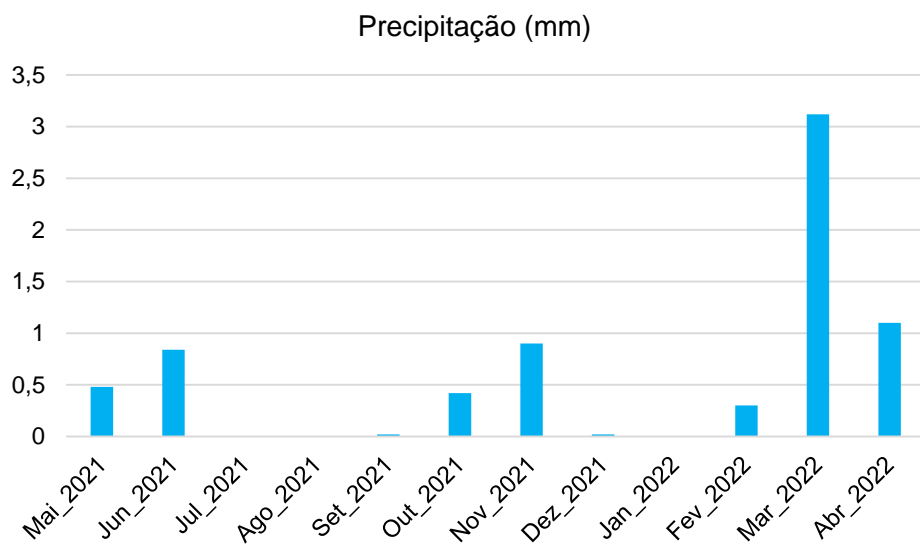


Figura 12. Precipitação (mm) obtida pela estação meteorológica automática, próxima ao Parque (P8), durante o período de um ano.

No entanto, os pontos 1, 2 e 3, que estão localizados no interior do PEUt, apresentam essas condições ainda mais exacerbadas, por causa da presença da vegetação, conforme explicitado também em trabalho de Ca, Asaeda e Abu (1998), em que o Parque Central é significativamente mais frio em comparação à área circundante durante o dia. Martini e Biondi (2015) comprovaram estatisticamente que em todas as épocas do ano, em uma cidade do Paraná, a vegetação de um fragmento de floresta urbana, juntamente com área de gramado, influenciaram significativamente no microclima e no conforto térmico do ambiente urbano, contribuindo para uma melhor qualidade de vida.

Em relação ao PO°C (Figura 11), os maiores picos estão no período mais chuvoso, pelo fato do ar estar mais saturado de água e a umidade estar elevada. Em pesquisa realizada por Moreira et al. (2020), na cidade de Macapá, o período mais chuvoso do ano demonstrou comportamento parecido. A alta umidade amenizou a intensidade da ilha de calor urbana, por se tratar de uma área próxima de um ambiente vegetado e também próxima ao rio, confirmando que a urbanização e a vegetação afetam significativamente a temperatura e umidade, consequentemente o ponto de orvalho e o conforto térmico.

Quanto ao ICT (Figura 11), o qual considera as três variáveis de microclima (T°C, UR% e PO°C), todos os pontos apresentaram valores mais próximos ao zero no período mais chuvoso, ou seja, o conforto térmico é maior nesse período. No entanto, para os pontos 4, 5, 6 e 7 (no transecto e externos ao PEUt), há um menor conforto em comparação aos pontos 1, 2 e 3 (no transecto e internos ao PEUt), possivelmente pela presença da vegetação e pelo afastamento da área urbanizada e do asfalto. A pesquisa realizada por Mendes et al. (2019), na cidade de Piracicaba-SP, mostra que a vegetação tem grande influência sobre isso, uma vez que, uma área composta de árvores e grama ajudou a controlar o microclima, principalmente durante o período de verão.

As duas estações fixas (pontos 8 e 9) apresentaram os menores confortos, por estarem localizadas em áreas mais urbanizadas e com menor presença de vegetação, apesar que a estação mais próxima ao PEUt tem melhor ICT em relação à estação mais afastada. Isso por causa da configuração dos valores das variáveis microclimáticas, como aponta Ribeiro, Gonçalves e Bastos (2018), em trabalho realizado em Juiz de Fora, em que a cobertura vegetal arbórea apresentou forte correlação com valores de umidade e temperatura, bem como a intensidade do trânsito, a área construída, a densidade populacional e a morfologia do terreno.

A figura 13 demonstra a comparação entre os pontos para cada variável microclimática e para o ICT, com o agrupamento estatístico de valores significativos, após a realização da ANOVA ($p < 0,05$). Os pontos no interior do Parque foram significativamente diferentes dos pontos no exterior do PEUt, apresentando as menores T°C, maiores UR% e maiores PO°C, logo melhores ICT, ao serem comparados com os pontos 4, 5, 6 e 7. No entanto, essa diferença se deu de forma gradual, ao se observar um aumento progressivo na temperatura, uma diminuição paulatina na UR% e um aumento gradativo no desconforto térmico no sentido do ponto 1 ao 7, confirmando que realmente existe uma área de influência do Parque em seu entorno. Honjo e Takakura (1990) também confirmaram essa hipótese em trabalho realizado no Japão, seguindo uma metodologia de medição de variáveis microclimáticas em um transecto.

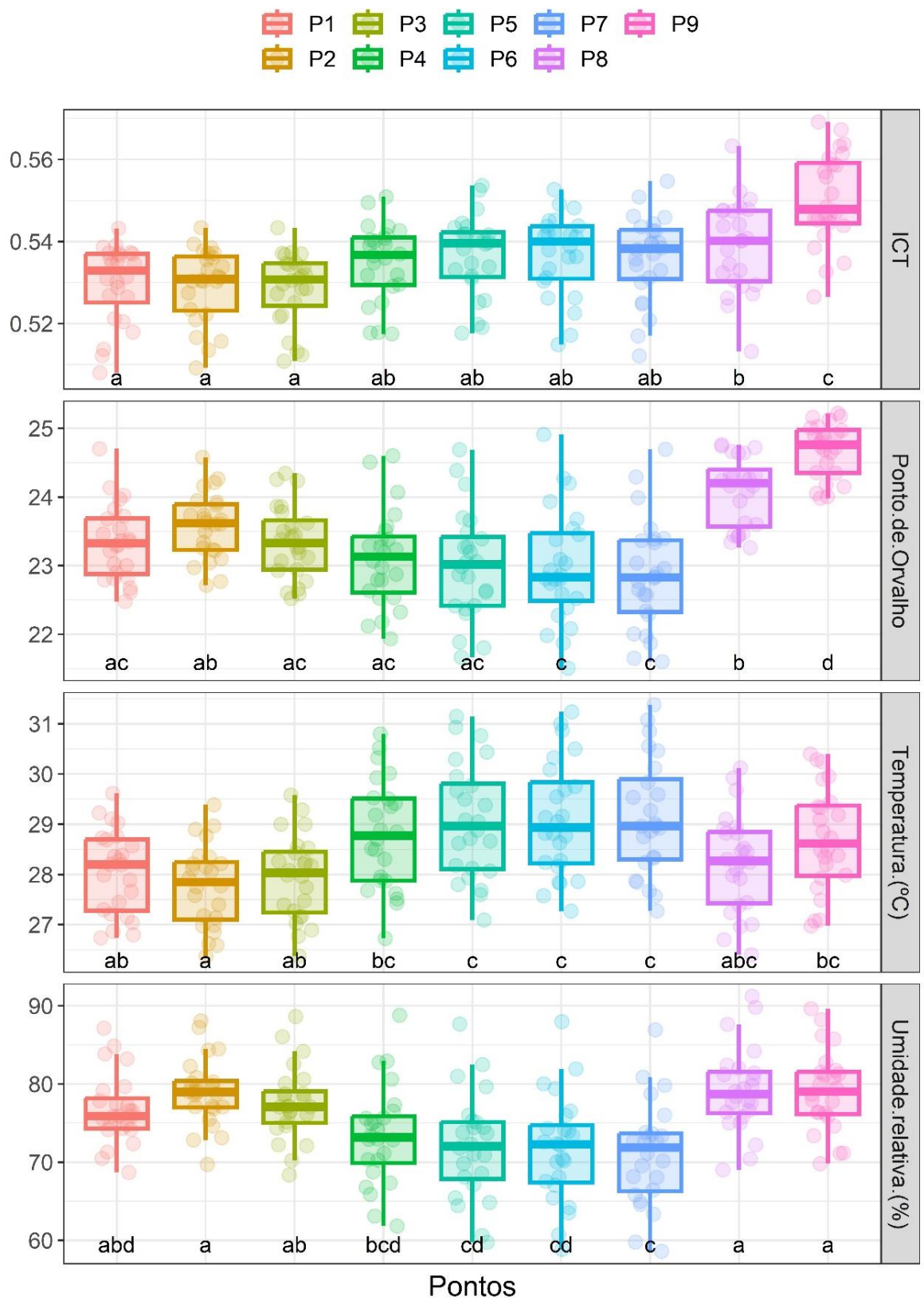


Figura 13. Comparação de médias entre variáveis do Índice de Conforto Térmico (ICT), temperatura (°C), ponto de orvalho (°C) e umidade relativa (%) nos três pontos do transecto, localizados dentro do Parque do Utinga (P1, P2 e P3), nos quatro pontos do transecto, localizados fora do Parque do Utinga (P4, P5, P6, P7), na estação meteorológica automática, próxima ao Parque (P8) e na estação meteorológica fixa afastada do Parque (P9). Letras iguais representam médias iguais para os diferentes pontos ao longo dos dias do ano e das horas do dia, conforme teste Post-Hoc ($p < 0,05$), realizado após o agrupamento estatístico de valores significativos, com a realização da ANOVA ($p < 0,05$).

O ponto 8 (estação fixa, próxima ao PEUt) não apresentou diferença significativa em relação aos três pontos de dentro do Parque, para as variáveis climáticas T°C, UR% e PO°C, em virtude de sua proximidade à área verde. Martini e Biondi (2015), em estudo realizado no Paraná, avaliam o quanto as florestas são importantes e cruciais para o estabelecimento de um microclima agradável. Para o ICT, houve diferença significativa, uma vez que é uma equação que considera as três variáveis microclimáticas, logo, observa-se a importância de uma análise que considera não as variáveis isoladas, mas sim em conjunto para uma melhor interpretação e visualização dos dados.

O ponto 9, na maioria das vezes, diferenciou-se significativamente dos demais pontos e para todas as variáveis, dado que é o ponto mais afastado de todos, apresentando em sua classificação de solo 28,97% de terra brasileira, a maior porcentagem em relação aos outros materiais. Depois vem o asfalto com 14,11% de ocupação do solo e, em seguida, a vegetação arbórea com 13,15%, a menor proporção quando comparada com os outros pontos, exceto pelo ponto 7, o mais afastado do transecto. Kong et al. (2014) afirmam que o design das áreas vegetadas é muito importante para o planejamento urbano, uma vez que, dependendo da distribuição do verde e dos outros tipos de ocupação do solo, as temperaturas urbanas podem ser atenuadas.

A figura 14 demonstra a análise dos componentes principais. O componente principal 1 (PC1) foi responsável por 47,70% da variância total dos dados relacionados aos elementos do clima e, combinado com o componente principal 2 (PC2), explicaram 81,26% do total (Figura 14). A PC1 correlacionou positivamente o PO°C com a UR% e o dia de coleta durante o ano, enquanto a distância foi correlacionada também positivamente com o ICT, de forma que quanto maior a distância, maior a temperatura e maior o valor do ICT, ou seja, mais afastado do zero, menos confortável termicamente. A PCA também evidenciou a dissimilaridade entre o ponto 9 (mais distante) e os pontos 1, 2 e 3 (localizados no PEUt), além de elevada similaridade entre os pontos 4, 5 e 6 (Figura 14).

Isso mostra mais uma vez o quanto o ambiente do Parque é diferenciado, por causa da presença de vegetação. Li et al. (2018) aborda essa questão ao analisar a mudança do microclima do interior de uma floresta urbana em relação à área antropizada. Foram perceptíveis mudanças significativas na umidade e na temperatura de um ambiente para outro, sendo o ambiente verde muito mais agradável.

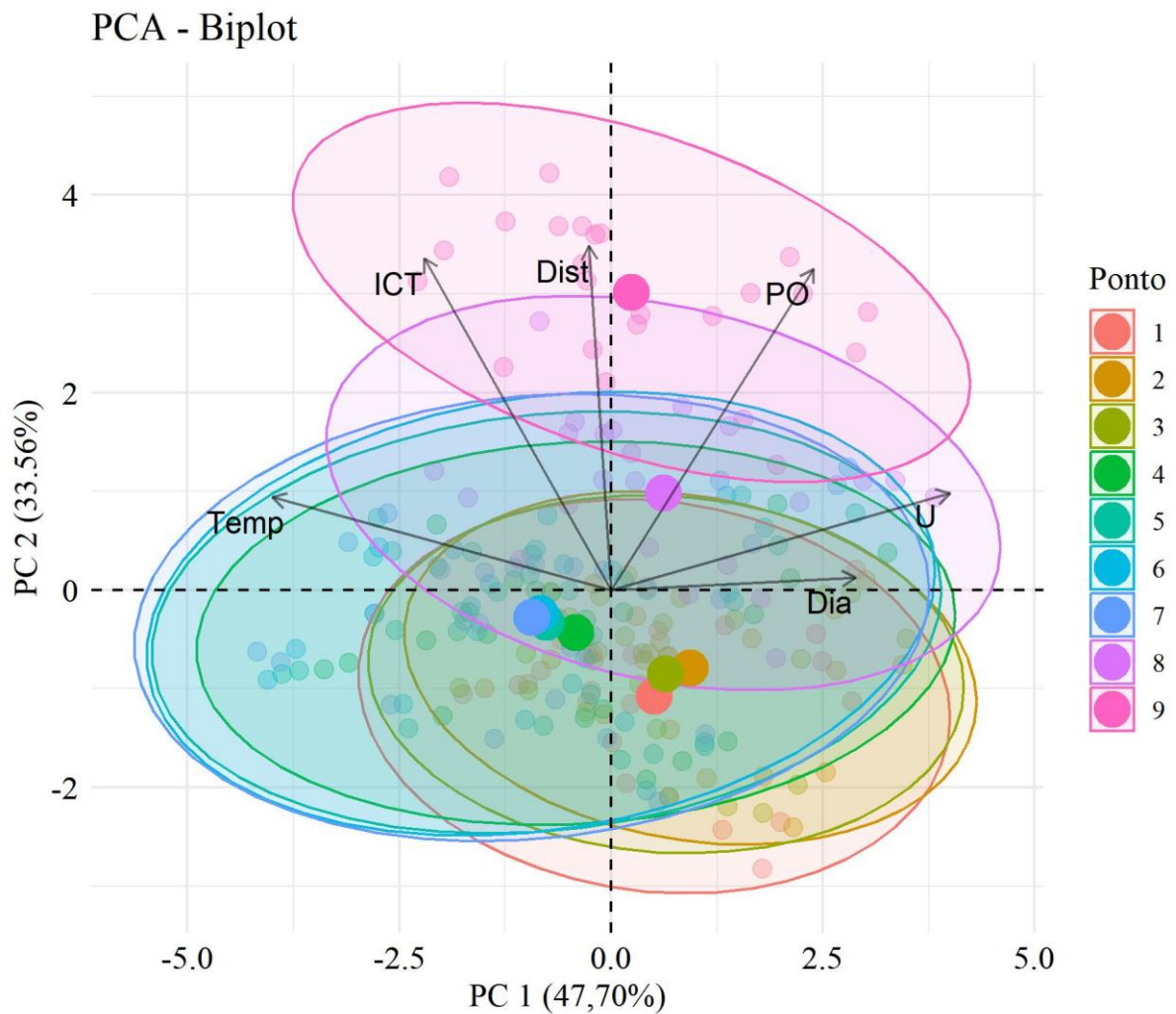


Figura 14. Análise multivariada de componentes principais (PCA), a 5% de probabilidade de erro, para avaliar a correlação entre temperatura (Temp), umidade (U), ponto de orvalho (PO), Índice de Conforto Térmico (ICT), distância (Dist) e os dias de medição durante um ano (Dia) para os três pontos do transecto, localizados dentro do Parque do Utinga (P1, P2 e P3), os quatro pontos do transecto, localizados fora do Parque do Utinga (P4, P5, P6, P7), a estação meteorológica automática, próxima ao Parque (P8) e a estação meteorológica fixa afastada do Parque (P9), ao longo das horas do dia em Belém/PA.

A figura 15 representa a correlação entre cada variável medida, dentre as variáveis microclimáticas e a cobertura do solo. Nota-se que a $T^{\circ}C$ apresenta forte correlação com quase todas as variáveis – exceto pela cobertura de grama (CobGra)-, demonstrando grande interação com as variáveis do microclima e com o uso do solo. O mesmo pode-se dizer da UR%, do $PO^{\circ}C$ e do ICT. Quase todos foram significativos e com alta correlação com as demais variáveis. Um estudo realizado em Belém, por Souto e Cohen (2021) demonstra que as paisagens e diferentes usos do solo tem alta associação com as variáveis climáticas. As áreas próximas a lugares verdes tendem a ser mais frias e os ambientes urbanos tendem a apresentar um maior aquecimento, principalmente quando o ambiente tem alta densidade de asfalto, cobertura arbórea e telhados.

Percebe-se que o aumento da cobertura arbórea é inversamente proporcional à $T^{\circ}C$ e ao ICT e diretamente proporcional à UR%, ou seja quanto mais cobertura arbórea, menor a temperatura, mais o ICT se afasta de zero (maior é o conforto) e maior é a umidade. Azevedo et al. (2017) demonstram, em pesquisa realizada em Petrolina-PE, que a arborização é o melhor caminho para diminuir o desconforto térmico e amenizar ilhas de calor.

A sombra também apresenta forte correlação com as demais variáveis. Em trabalho de Shashua-Bar e Hoffman (2000), o fator sombra tem grande importância no resfriamento das cidades, principalmente quando é causado pela presença de árvores.

Com isso, a hipótese elaborada não foi rejeitada. Logo, o ICT e as demais variáveis climáticas foram significativamente diferentes dentro e fora da área vegetada, comprovando-se uma influência direta das condições de microclima da reserva florestal na regulação térmica da área urbana sob sua influência próxima.

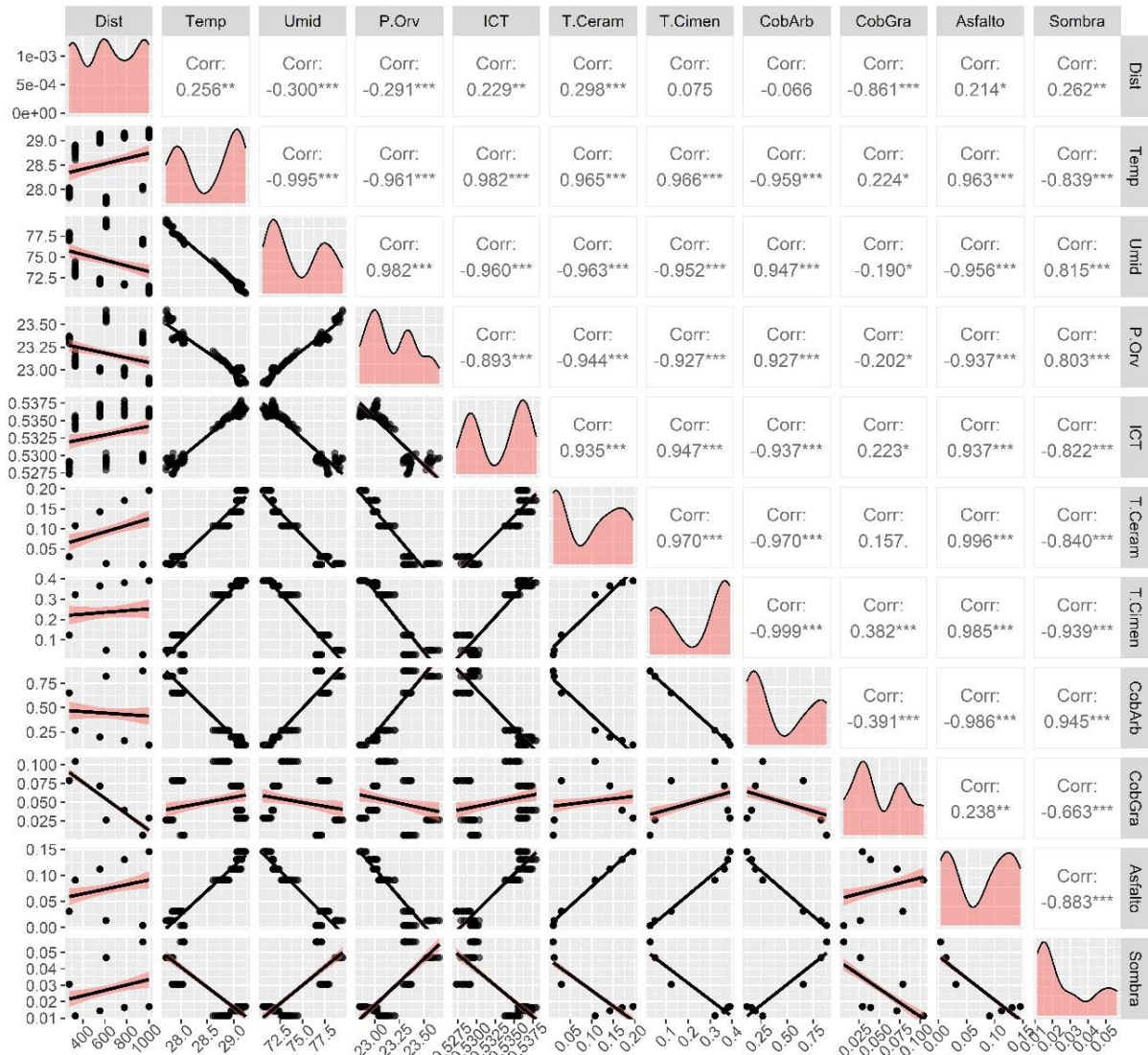


Figura 15. Correlação de Pearson ($p < 0,05$), aplicada após teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) para as variáveis: distância (Dist m), temperatura (temp°C), umidade (Umid%), ponto de orvalho (P.Orv°C), índice de Conforto Térmico (ICT), telha de cerâmica (T.Ceram), telha de cimento (T.Cimen), cobertura arbórea (CobArb), cobertura de grama (CobGra), asfalto e sombra, para os três pontos do transecto, localizados dentro do Parque do Utinga (P1, P2 e P3), os quatro pontos do transecto, localizados fora do Parque do Utinga (P4, P5, P6, P7), a estação meteorológica automática, próxima ao Parque (P8) e a estação meteorológica fixa afastada do Parque (P9), ao longo dos dias do ano e ao longo das horas do dia em Belém/PA.

2.3.2. Efeito da reserva florestal no microclima

Em relação aos efeitos da reserva florestal no microclima do ambiente urbano, os resultados do horário, dos dias de medição, da distância e do uso do solo sobre a T°C, UR%, PO°C e ICT, foram significativos para todos os pontos, incluindo as duas estações (pontos 8 e 9).

Primeiramente, no que se refere às horas do dia, há um aumento considerável da temperatura à medida que elas passam, com picos, entre 12 e 15h. As diferenças de temperatura durante os horários variam consideravelmente, com valores que vão de, aproximadamente 23°C pela manhã, até 35°C pelo início da tarde. Em relação à umidade, houve comportamento inverso. Ela diminuiu de, aproximadamente 98% pela manhã até 40% no período das 15h, com um leve aumento novamente próximo às 18h. Wang et al. (2018) e Martini, Biondi e Batista (2017) também observaram diferença significativa de temperatura entre horários matutinos e noturnos em uma cidade na China e uma no Paraná, respectivamente.

Sendo assim, o ICT também apresentou um afastamento do zero, indicando menor conforto próximo do anoitecer. Nos horários da manhã, a partir das 6h, todas essas variáveis tiveram comportamento inverso, demonstrando a influência do período noturno – com temperaturas mais amenas – e do próprio parque – vegetado – no microclima (OLIVEIRA et al., 2022).

Dessa maneira, é nítido o efeito da ilha de calor, uma vez que não é mais a insolação que atua para aumentar a temperatura ou diminuir a umidade, mas sim os albedos dos materiais urbanos. Isso foi comprovado em pesquisa realizada por Badugu et al. (2022), o qual identificou que as áreas construídas ajudavam a potencializar o efeito do calor. Ramsey et al. (2023) considera estratégias de amenização dos efeitos da ilha de calor: a implantação de espaços verdes e de superfícies refletoras, bem como a melhoria da ventilação.

O horário das 15h foi o horário mais quente, com a maior média encontrada no valor de 35,22°C, e o menos úmido, com a umidade chegando próximo a 40%, de acordo com os dados deste trabalho. Cessa (2017) também afirma que este foi o horário com maior desconforto térmico em um estudo realizado em áreas verdes do Mato Grosso. Porém, para o mesmo horário, às 12h, no presente estudo, as menores temperaturas (33,26°C) e as maiores umidades (45,69%) encontram-se no interior do PEUt, reforçando que a presença de áreas verdes pode amenizar o calor. Em pesquisa realizada por Saito, Ishihara e Katayama (1991), o mesmo comportamento relativo à temperatura foi observado em uma cidade do Japão, em que a diferença de temperatura entre uma área verde e uma área urbanizada chegou a 3°C.

Comportamento parecido foi observado também em trabalho realizado por Ca, Asaeda e Abu (1998), em que a diminuição de temperatura chegou a 2°C. Raasch e Nardes (2017) em pesquisa realizada em Tocantins, compararam o ambiente de unidade de conservação e uma área antropizada. No estudo, foi nítida e significativa a diferença entre os ambientes, reforçando a importância de áreas verdes no conforto térmico.

Quanto aos efeitos dos dias de medição ao longo do ano sobre a T°C, UR% e ICT, eles também foram significativos. Ou seja, há um aumento da temperatura, à medida que os dias do ano vão passando. As medições que ocorreram em maio de 2021 apresentaram maiores temperaturas em relação àquelas que ocorrem em abril de 2022, conforme já explicitado na Figura 11.

Em agosto e dezembro de 2021 foram os picos de altas temperaturas, enquanto que fevereiro, março e abril de 2022 apresentaram as menores temperaturas. No horário das 12h – o mais quente – houve diferença significativa entre o período mais chuvoso (dezembro a maio) e o menos chuvoso (junho a novembro). Para o

período chuvoso, a média foi de 30,77°C e para o menos chuvoso, foi de 32,49°C, levando-se em consideração os pontos 8 e 9.

Em relação à distância do Parque, os efeitos da T°C, UR% e ICT foram significativos. Ou seja, quanto maior o afastamento do Parque, maior a T°C, menor a UR% e mais afastado de zero o ICT se encontra.

Evidenciou-se uma correlação significativa e positiva entre a distância e T°C ($F_{1;15118} = 455,8$; p-valor: $<0,01$; R^2 ajustado: 0,029). Ou ainda, a temperatura aumenta 0,0007612°C a cada metro mais distante do Parque, bem como, caso a distância for zero (borda do Parque) a temperatura seria de, aproximadamente, 28°C. Martini, Biondi e Bastista (2018) afirmam que, no Paraná, medições realizadas ao longo de um transecto urbano revelaram temperaturas, em média, 2,3°C mais elevadas em relação a uma área florestal próxima, demonstrando a influência da área verde no microclima. Em trabalho realizado por Shashua-Bar e Hoffman (2000), em Tel-Aviv, o efeito do resfriamento era perceptível até 100m de um local verde de 60m de largura, bem menor quando comparado ao PEUt. No entanto, isso demonstra o potencial de resfriamento de áreas arborizadas na cidade, atenuando as ilhas de calor.

Quanto à UR%, houve uma correlação significativa e negativa com a distância ($F_{1;15118} = 474,3$; p-valor: $<0,01$; R^2 ajustado: 0,029). Isso mostra que a cada metro mais afastado do Parque, a UR% diminui 0,0039974%. Se a distância for zero a umidade fica em torno de 74,95%. Martini, Biondi e Bastista (2018) também encontraram em seu estudo, que a umidade era menor, em média, 4,6 unidades, no transecto localizado no ambiente urbano, em comparação com uma área verde do entorno.

Sobre o ponto de orvalho, a correlação foi considerada significativa e negativa com a distância ($F_{1;15118} = 459,5$; p-valor: $<0,01$; R^2 ajustado: 0,029). Ou seja, para um metro mais longe do Parque, o PO°C diminui 0,00031°C. Caso a distância seja zero, essa temperatura fica, aproximadamente, 23,21°C.

Para o ICT, a correlação foi significativa e positiva com a distância ($F_{1;15118} = 474,3$; p-valor: $<0,01$; R^2 ajustado: 0,029). Isso significa que para um metro mais distante da área verde, mais afastado o ICT se encontra do zero, ou ainda, menor é o conforto térmico em 0,000004665. Na borda do Parque, o valor gira em torno de 0,5325.

Em relação ao uso do solo, os efeitos também foram significativos sobre a T°C, UR% e ICT. Quanto maior a cobertura arbórea e quanto menos asfalto (MIRANDA et al., 2022), menores as temperaturas, quanto mais concreto e determinados tipos de telhado, maior a T°C, menor a UR% e maior o afastamento do ICT de zero. Isso foi confirmado também em trabalhos de Saito, Ishihara e Katayama (1991). Salata et al. (2017) afirma que determinados materiais, como o concreto e asfalto podem potencializar os efeitos da ilha de calor, elevando a temperatura 3,6°C, em uma cidade do Mediterrâneo.

Assim, foi também possível identificar a influência do PEUt no microclima urbano, principalmente ao se comparar esses valores com os da estação meteorológica de São Brás, bairro distante de áreas verdes, e da estação automática localizada nas proximidades do PEUt, ao norte. Martini, Biondi e Batista (2015) destacam que áreas extensas de vegetação normalmente geram maiores efeitos na amenização do microclima local. É importante ressaltar que o PEUt apresenta um aumento gradativo de floresta densa e secundária, uma vez que foi bastante degradado em um passado recente (BRASIL et al., 2021). Com isso, é formado em sua maior parte por vegetação em estágio intermediário de sucessão, com muitas áreas em recuperação (BRASIL et al., 2021).

2.3.3. Relação do ICT com a sensação térmica dos entrevistados

Com o objetivo de avaliar as condições térmicas de bem-estar dos visitantes do Parque e relacioná-las com o ICT do PEUt, foram aplicados 209 questionários no último mês de medições. Os entrevistados avaliados eram apenas aqueles que estavam bem de saúde. Após a coleta de dados, foi realizada uma análise fatorial multivariada. O teste de confiabilidade KMO apresentou resultado de 0,581 (acima do limite mínimo aceitável de 0,5), demonstrando que o nível de associação entre as variáveis foi significativo. Ademais, o teste de esfericidade de Bartlett mostrou que, ao nível de significância de 1%, existe correlação entre as variáveis, ou seja, o modelo fatorial pode ser aceito e a matriz de correlação pode ser validada.

Essas variáveis são: T°C; UR%; PO°C; ICT; horário; sexo; idade; peso; altura; forma, cor, tipo e tecido de vestimentas; atividade realizada; nível de sensação térmica; tipo de sensação; importância do Parque para regulação térmica; DaP e a preferência ao ambiente interno ou externo ao Parque, de acordo com as perguntas do questionário (Anexo 1). O modelo fatorial agregou essas variáveis em 8 fatores, sintetizando-as. Os fatores explicaram 71.65% da variância total dos dados. Os que apresentaram maior associação entre si são os de maior variância e os que mais influenciam no conforto térmico (Tabela 1).

Tabela 1. Variância total explicada e variância acumulada dos oito fatores encontrados pela análise multivariada envolvendo 24 variáveis em pesquisa realizada no Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, no ano de 2021/22 em Belém/PA.

Fator	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
1	12.49	12.49
2	11.30	23.79
3	10.31	34.10
4	8.65	42.75
5	8.14	50.89
6	8.08	58.97
7	6.82	65.79
8	5.86	71.65

Nota: Teste de esfericidade de Bartlett = 1929,00 ($p < 0,01$) e KMO = 0,581.

O primeiro fator apresentou uma variância total de 12.49%, englobando as variáveis PO°C e hora. Isso demonstra o quanto a variável do horário das medições e da aplicação de entrevistas influencia no ponto de orvalho e o quanto as duas estão relacionadas e fortemente associadas ao conforto térmico. Quanto mais avançado o horário, mais desconfortável termicamente as pessoas se sentiam e menores os valores de ponto de orvalho naquele momento. Um estudo realizado em São Paulo avalia que o horário da tarde apresenta as piores condições térmicas quando comparado com o horário da manhã, reforçando a teoria de que o horário está intrinsecamente conectado com variáveis climáticas, logo com o conforto térmico (GOMES; AMORIM, 2003).

O segundo fator demonstrou uma variância de 11,30% do total e englobou sexo, peso e altura. A maioria era do sexo masculino (52,63%), grande parte tinha de 52 a 81 kgs e quanto à altura, houve uma concentração entre 1,60 e 1,79m (73,21%). Isso torna claro que as variáveis envolvendo fatores biológicos influenciam significativamente no nível de conforto térmico. Quanto mais desconfortável termicamente, o peso corpóreo era maior e a altura menor, bem como eram as mulheres que mais sentiam desconforto térmico. Menegatti, Rupp e Ghisi (2018) indicam que essas variáveis como altura, peso corpóreo e sexo são imprescindíveis no momento de calcular a atividade metabólica e investigar o conforto térmico, uma vez que estão ligadas diretamente com o nível de sensação térmica sentido.

O terceiro fator englobou a temperatura e umidade, abrangendo 10,31% da variância total. Ou seja, as variáveis microclimáticas estão inversamente e fortemente relacionadas e influenciam bastante no nível de conforto térmico. Quanto mais desconfortável a pessoa se sentia, maior a temperatura e menor a umidade. Um estudo realizado por Zare et al. (2018) indicam que as variáveis temperatura e umidade estão relacionadas negativamente e influenciam diretamente em índices de conforto térmico. Esse estudo foi realizado no Irã e considera os 12 meses do ano e vários tipos de índices de conforto térmico.

O quarto fator agregou as variáveis forma, cor e tipo de roupa, com 8,65% da variância total dos dados. Roupas mais escuras, pesadas e de material sintético eram aquelas que levavam ao maior desconforto. Os visitantes estavam usando, em sua maioria, camisa de manga curta escura, de material sintético leve (20,10%) e bermuda escura, de material sintético leve (31,55%). Park et al. (2011) afirmam que as vestimentas influenciam no conforto térmico das pessoas e podem ajudar a causar um maior bem-estar, por isso é importante considerá-las em um estudo de avaliação da sensação térmica.

O tipo e o nível de sensação térmica dos visitantes foram englobados no quinto fator, com 8,14% da variância total. Isso mostra que essas variáveis estão diretamente associadas, ou ainda, quanto mais desconfortável a sensação térmica (tipo), mais quente as pessoas sentiam o ambiente (nível). Shin et al. (2022) afirmam que é necessário traçar uma estratégia de adaptação ao calor, uma vez que quanto maiores as temperaturas, mais desconfortável é o ambiente.

O sexto fator agrupou o tipo e intensidade da atividade física exercida, indicando grande influência no conforto térmico. Dos respondentes, 56,46% estavam caminhando de forma leve, porém, muitos também praticavam a corrida e o ciclismo. Em algumas atividades, como a corrida, somente quando de forma mais intensa, as pessoas relataram estar sentindo maior desconforto, no entanto, para elas e para as outras que não estavam sentindo nem calor, nem frio, a sensação, em geral, era agradável, principalmente em relação ao ambiente externo ao PEUt. Estudos desenvolvidos por Chu et al. (2020) e Ramli et al. (2017) mostram que as pessoas acostumadas a praticar atividades físicas ou lúdicas em ambientes vegetados são as que mais notam a diferença entre o microclima do ambiente urbano e o do ambiente verde, sentindo-se mais confortáveis em parques, praças e afins.

O sétimo fator foi constituído do nível de importância atribuído ao Parque e da preferência das pessoas pelo microclima do ambiente verde. Isso quer dizer que, quanto maior a importância atribuída à área de estudo, mais as pessoas preferiam estar no ambiente de floresta, em relação ao ambiente urbano, apesar de algumas relatarem certo desconforto no ambiente florestado, por causa da alta umidade. Dos entrevistados, 95,22% relataram dar muita importância quanto à regulação climática ao PEUt e a maioria que afirmou isso realmente se sentia confortável no ambiente. As duas variáveis – importância e preferência - influenciaram no conforto térmico, uma vez que quanto mais conforto térmico elas sentiam, mais elas achavam o ambiente do Parque mais agradável que o ambiente da cidade e maior era a importância atribuída ao PEUt. Chen et al. (2015) também desenvolveram um estudo com questionários, revelando que as condições meteorológicas diferenciadas de espaços verdes influenciam significativamente no conforto térmico dos transeuntes.

O oitavo e último fator foi a associação entre a idade e a disposição hipotética a pagar pela manutenção do microclima do PEUt. A maioria tinha entre 18 e 37 anos (70,81%), sendo que as que relatavam se sentir mais confortáveis eram homens e tinham entre 18 e 27 anos, e eram as que davam maior importância e atribuíam maiores valores monetários para conservação do PEUt. Os valores mais citados iam até R\$ 50,00. Hage et al. (2017) encontrou um valor médio de disposição a pagar pela conservação de um local natural próximo a um porto localizado no estado do Pará de R\$ 34,40. Esse mesmo grupo, de homens mais jovens, foi também o que teve

melhores sensações térmicas e que praticava exercícios físicos mais intensos, ao mesmo tempo em que via o ambiente verde como mais agradável em relação ao ambiente urbano. Nicosia et al. (2014), em pesquisa sobre a disposição a pagar pela restauração de serviços ecossistêmicos, observaram que os mais jovens foram os mais dispostos a contribuir financeiramente, demonstrando preocupação com as gerações futuras.

É importante ressaltar que este trabalho comprovou que a disposição a pagar dos visitantes não está ligada a tão somente fatores climáticos. Por isso, uma análise considerando fatores socioeconômicos pode fazer com que esta variável forneça uma maior parcela na variância total dos dados. No entanto, as outras variáveis apresentaram valores muito significativos, revelando o quanto as condições microclimáticas de áreas verdes influenciam na sensação térmica dos visitantes e no seu bem-estar, validando a metodologia do Índice de Conforto Térmico.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna exerce uma influência significativa em seu entorno urbano, estabelecendo uma relação direta entre os efeitos da área vegetada sobre o microclima. Porém, é válido ressaltar que a reserva florestal é uma área em recuperação, portanto o potencial de gerar serviços ecossistêmicos, principalmente em se tratando da regulação microclimática, ainda não foi atingido de forma plena. Todavia, mesmo em recuperação, a área verde influencia o microclima da zona urbana, com uma diferença alta e significativa de 2°C entre os dois ambientes, enfatizando-se a importância da vegetação próxima às cidades.

Com isso, o estudo demonstra que, por meio desta metodologia, e com a construção de mais transectos, o planejamento urbano pode ser melhorado e adequado para atenuar os efeitos negativos da área urbana no microclima da região e ampliar os efeitos positivos das áreas verdes. Ademais, uma análise holística e não isolada das variáveis climáticas pode ser uma ferramenta útil para a análise do microclima de uma região. É necessário que os governantes e a sociedade civil, em geral, percebam a importância de parques e afins como grandes geradores de serviços ecossistêmicos e como aliados no alcance de alguns dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. A divulgação do trabalho pode ser feita por meio de seminários realizados pela diretoria do PEUt, como forma de aproximar a comunidade das pesquisas científicas que ocorrem na área vegetada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, pp. 103-117, 2010.
- ABSON, D. J.; TERMANSEN, M. Valoración de los Servicios del Ecosistema en Términos de Riesgos y Beneficios Ecológicos. **Conservation Biology**, v. 25, n. 2, p. 250–258, 2011.
- AHMAD, W.; KHAN, A. F.; KHAN, F. A.; FAROOQ, M.; BAIG, A. A.; SHAH L. A.; KHAN, J. How Vegetation Spatially Alters the Response of Precipitation and Air Temperature? Evidence from Pakistan. **Asian Journal of Atmospheric Environment**, v. 14, n. 2, p. 133-145, 2020.
- ALKAMA, R.; FORZIERI, G.; DUVEILLER, G.; GRASSI, G.; LIANG, S.; CESCATTI, A. Vegetation-based climate mitigation in a warmer and greener World. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 606, 2022.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PARÁ 2018. **Unidades de Conservação do Estado do Pará – 2016**. Disponível em:
https://www.fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2018/tabelas/meioambiente/tab_4.6_unidades_de_conservacao_do_estado_do_para_2016.htm. Acesso em 26 de março de 2022.
- ARAÚJO, I da S. **Identificação e valoração de serviços ecossistêmicos no parque das dunas, Natal - RN**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- ARISTOTELES, Z.; GIORGOS, K. Wear comfort and protective properties of fabrics. **Industria Textila**, v. 59, n. 3, p. 118 – 124, 2008.
- ARROW, K. J.; SOLOW, R.; PORTNEY, P. R.; LEAMER, E. E.; RADNER, R.; SHUMAN, E. H. Report of the NOAA panel of contingent valuation. **Federal Register**, v. 58, n. 10, p. 4602-4612, 1993.
- ASHRAE. **Handbook American society of heating, refrigerating and airconditioning engineers**. Handbook of Fundamentals, edited by Carl W. MacPhee. New York: ASHRAE, 2010.
- AZEVEDO, P. V. de; BEZERRA, P. T. da C.; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; SANTOS, C. A. C. dos. Thermal Comfort Level Assessment in Urban Area of Petrolina-PE County, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 4, 555-563, 2017.
- BADINO, E.; FERRARA, M.; SHTREPI, L.; FABRIZIO, E.; ASTOLFI, A.; SERRA, V. Modelling mean radiant temperature in outdoor environments: contrasting the approaches of different simulation tools. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 2069, n.1, p.1742-6588, 2021.
- BADUGU, A.; ARUNAB, K.S.; MATHEW, A.; SARWESH, P. Spatial and temporal analysis of urban heat island effect over Tiruchirappalli city using geospatial techniques. **Geodesy and Geodynamics**, 2022.
- BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R. E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDON, S.; ROUGHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R. K. Economic reasons for conserving wild nature. **Science**, v. 297, n. 5583, p. 950–953, 2002.
- BEDDOE, R. et al. Overcoming systemic roadblocks to sustainability: The evolutionary redesign of worldviews, institutions, and technologies. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 8, p. 2483–2489, 2009.
- BLUMSTEIN, D.; GEFFROY, B.; SAMIA, D.; BESSA, E. **Ecotourism's promise and peril: A biological evaluation**. Switzerland: Springer. 2017. 195 p.

- BRANCALION, P. H. S.; CARDOZO, I. V.; CAMATTA, A.; ARONSON, J.; RODRIGUES, R. R. Cultural ecosystem services and popular perceptions of the benefits of an ecological restoration project in the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 1, p. 65–71, 2014.
- BRASIL, N. M. de Q. X.; BRASIL NETO, A. B.; PAUMGARTTEN, A. E. A.; SILVEIRA, J. M. de Q. X.; SILVA, A. A. da. Análise multitemporal da cobertura do solo do Parque Estadual do Utinga, Belém, Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 36109-36118, 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução CONAMA nº **369/2006**. Dispõe sobre área verde de domínio público.
- BRITO, M. C. W. DE. **Unidades de conservação: intenções e resultados**. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2000.
- CA, V. T.; ASAEDA, T.; ABU, E. M. Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. **Energy and Buildings**, v. 29, p. 83-92, 1998.
- CAMARGO, P. L. T. de. **Valoração ambiental da cachoeira da serrinha** (Parque Estadual do Itacolomi Mariana/MG). 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Socioeconômica Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.
- CARBONNEAU, A. Place du microclimat de la partie aérienne parmi les facteurs déterminant les productions viticoles. **Bulletin de l'OIV**, v.1, p.473-477, 1984.
- CAVALCANTE, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010.
- CESSA, R. M. A. Conforto térmico em áreas verdes na cidade de Sorriso-MT. **REVSBAU**, v.12, n.1, p. 17-30, 2017.
- CHARLES, M.; ZIV, G.; BAKSHI, B. R. Connecting air quality regulating ecosystem services with beneficiaries through quantitative serviceshed analysis. **In Review**, v. 41, n. December 2019, p. 101057, 2020.
- CHEN, L.; WEN, Y.; ZHANG, L.; XIANG, W. Studies of thermal comfort and space use in an urban park square in cool and cold seasons in Shanghai. **Building and Environment**, v. 94, p. 644–653, 2015.
- CHU, X.; ZHAN, J.; WANG, C.; HAMEEDA, S.; WANG, X. Households' Willingness to Accept Improved Ecosystem Services and Influencing Factors: Application of Contingent Valuation Method in Bashang Plateau, Hebei Province, China. **Journal of Environmental Management**, v. 255, n. 109925, p. 1-10, 2020.
- COLLI-SILVA, M.; IVANAUSKAS, N. M.; SOUZA, F. M. Diagnóstico do conhecimento da biodiversidade de plantas vasculares nas unidades de conservação do estado de São Paulo. **Rodriguésia**, v. 70, e04582017. 2019.
- COSTA, N. A. A. **A reciclagem de resíduo de construção e demolição: uma aplicação de análise multivariada**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1–16, 2017.
- COSTANZA, R.; DALY, H. Natural capital and sustainable development. **Conservation Biology**, v. 6, p. 37-46, 1992.

- COSTANZA, R.; GROOT, R. de; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 152–158, 2014.
- CUTHBERT, M. O; RAU, G. C.; EKSTRÖM, M.; O'CARROLL, D. M.; BATES, A. J. Global climate-driven trade-offs between the water retention and cooling benefits of urban greening. **Nature Communications**, v. 13, n. 1; p. 518, 2022.
- DAILY, G. Introduction: What are ecosystem services? In: **Nature ' s Services : Societal Dependence On Natural Ecosystems**. [s.l: s.n.]. 1997. p. 1–10.
- DESLANDES, S. F. et al. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- DÍAZ et al. The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1–16, 2015.
- FABER, J. H.; MARSHALL, S.; BROWN, A. R.; HOLT, A.; van den BRINK, P. J.; MALTBY, L. Identifying ecological production functions for use in ecosystem services-based environmental risk assessment of chemicals. **Science of The Total Environment**, v. 791, 2021.
- FARAJZADEH, H.; SALIGHEH, M.; ALIJANI, B. Application of universal thermal climate index in Iran from tourism perspective. **Nat. Environ. Chang**, v. 5, pp. 117 - 13, 2016.
- FIGGIS, P., MACKAY, B., FITZSIMONS, J., IRVING, J.; CLARKE, P. **Valuing nature: protected areas and ecosystem services**. Sydney: Australian Committee for IUCN, 2015. 140 p.
- FRANÇA, M. S. de; FRANÇA, S. M. B. de; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; NOGUEIRA, J. de S. Estimativa de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, n.1, p. 59-73, 2016.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico: arquitetura, urbanismo**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- GAUDERETO, G. L.; GALLARDO, A. L. C. F.; FERREIRA, M. L.; DO NASCIMENTO, A. P. B.; MANTOVANI, W. Avaliação de Serviços Ecosistêmicos na Gestão de Áreas Verdes Urbanas: Promovendo Cidades Saudáveis e Sustentáveis. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, p. 1–29, 2018.
- GOLDMAN, R. L.; TALLIS, H.; KAREIVA, P.; DAILY, G. C. Field evidence that ecosystem service projects support biodiversity and diversify options. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 27, p. 9445–9448, 2008
- GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. de C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de presidente prudente (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 10, p. 94-106, 2003.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218, 2010.
- GROOT, R. S. de. **Functions of Nature**: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Amsterdam: Wolters-Noordhoff, 1992, 315p.
- GROOT, R.; BRANDER, L.; VAN DER PLOEG, S.; COSTANZA, R.; BERNARD, F.; BRAAT, L.; CHRISTIE, M.; CROSSMAN, N.; GHERMANDI, A.; HEIN, L.; HUSSAIN, S.; KUMAR, P.; MCVITTIE, A.; PORTELA, R.; RODRIGUEZ, L. C.; TEN BRINK, P.; VAN BEUKERING, P. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 50–61, 2012.

- HAGE, A. F. de A.; BELTRÃO, N. E. S.; TAVARES, P. A.; PENA, H. W. A. Disposição a pagar por recursos naturais na Amazônia: imediações do porto de Camará, Salvaterra / Monsarás –PA, **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017.
- HAIR JR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- HONJO, T.; TAKAKURA, T. Simulation of thermal effects of urban green areas on their surrounding areas. **Energy and Buildings**, v. 15, n. 3–4, p. 443-446, 1990.
- HOUSEAL, S.; BRIAN, L. **Manual para la Planificación y Diseño de los Parques Nacionales**. FO DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo n. 25. Investigación y Desarrollo Forestal. Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile. 1979. 191 pag.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Mapa de Biomas do Brasil**, escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- IDEFLOR-BIO (Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará). **Parque Estadual do Utinga** - PEUt. 2018. Disponível em: <https://ideflorbio.pa.gov.br/>. Acesso em: 15/06/2021.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 2007. 773p.
- JOLY, C. A.; SCARANO, F. R.; SEIXAS, C. S.; METZGER, J. P.; OMETTO, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PADGURSCHI, M. C. G.; PIRES, A. P. F.; CASTRO, P. F. D.; GADDA, T.; TOLEDO, P. **1º diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. 1 ed. São Carlos: Editora Cubo, 2019.
- KANTZIOURA, A.; KOSMOPOULOS, P.; ZORAS, S. Urban surface temperature and microclimate measurements in Thessaloniki. **Energy and Buildings**, v. 44, p. 63-72, 2012.
- KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. (2020) **Factoextra**: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R Package Version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- KONG, F.; YIN, H.; WANG, C.; CAVAN, G.; JAMES, P. A satellite image-based analysis of factors contributing to the green-space cool island intensity on a city scale. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 4, p. 846–853, 2014.
- LI, Y.; KANG, W.; HAN, Y.; SONG, Y. Spatial and temporal patterns of microclimates at an urban forest edge and their management implications. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 2, p. 1-13, 2018.
- LI, D.; LIAO, W.; RIGDEN, A. J.; LIU, X.; WANG, D.; MALYSHEV, S.; SHEVLIKOVA, E. Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness? *Science Advances*, v. 5, n. 4, 2019.
- LIAO, S.; CAI, H.; TIAN, P.; ZHANG, B.; LI, Y. Combined impacts of the abnormal and urban heat island effect in Guiyang, a typical Karst Mountain City in China. **Urban Climate**, v. 41, e. 101014, 2022.
- MACHADO, F. H. **Valoração econômica dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão – São Carlos**. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, São Paulo, 2011.
- MADRIGAL-MARTÍNEZ, S.; MIRALLES I GARCÍA, J. L. Land-change dynamics and ecosystem service trends across the central high-Andean Puna. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.
- MAGRO, T. C.; WATSON, A.; BERNASCONI, P. Identifying Threats , Values , and Attributes in Brazilian Wilderness Areas. **USDA Forest Service Proceedings**, n. August, p. 319–322, 2007.
- MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2002.

- MAIA, A. G.; ROMEIRO, A.; REYDON, B. P. **Valoração dos recursos ambientais – metodologia e recomendações: texto para discussão**. Campinas: IE/Unicamp, 2004.
- MARRE, J. B.; BRANDER, L.; THEBAUD, O.; BONCOEUR, J.; PASCOE, S.; COGLAN, L.; PASCAL, N. Non-market use and non-use values for preserving ecosystem services over time: A choice experiment application to coral reef ecosystems in New Caledonia. **Ocean and Coastal Management**, v. 105, p. 1–14, 2015.
- MARTELLI, A.; SANTOS JR, A. R. Arborização urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Arborização Urbana Do Município De Itapira – Sp: Perspectivas Para Educação Ambiental E Sua Influência No Conforto Térmico**, v. 19, n. 2, p. 1018–1031, 2015.
- 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, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. Variação diária do microclima urbano em diferentes tipologias de floresta urbana. **Nativa**, v.5, n.5, p.342-348, 2017.
- MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. A Influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciências Florestais**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018.
- MEA, Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being**. Island Press, Washington, DC: New Island. 2005. 155p.
- MEDEIROS, R, YOUNG, C. E. F. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo**. Brasília: UNEP-WCMC, 2011. 44 p.
- MELNIKOV, V.R.; CHRISTOPOULOS, G.I.; KRZHIZHANOVSKAYA, V.V.; LEES, M. H.; SLOOT, P. M. A. Behavioural thermal regulation explains pedestrian path choices in hot urban environments. **Scientific Reports**, v. 12, n. 2441, 2022.
- MENDES, F. H.; SOUSA-CAMILO, A. dos S.; LOPES, A. M. S.; POLIZEL, J. L.; SILVA FILHO, D. F.; ROMERO, H. Comportamiento térmico de diferentes superficies urbanas durante un día cálido de verano. **Revista Geográfica de Valparaíso**, n. 56, p. 1–8, 2019.
- MENEGATTI, M. de C.; RUPP, R. F.; GHISI, E. Influência do índice de massa corpórea e frequência de atividades físicas no conforto térmico humano: análise estatística de dados de estudo de campo com usuários de escritórios em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 3, p. 119-133, 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Serviços ecossistêmicos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/15320-servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html#navigation>. Acesso em: 2 de março de 2022.
- MIRANDA, V. F. V. de; PERES, L. de F.; LUCENA, A. J. de; FRANÇA, J. R. de A.; LIBONATI, R. **Building and Environment**, v. 216, p. 1-15, 2022.
- MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico: Quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2008.
- MOREIRA, P. H. O.; CUNHA, A. C. da; SILVA JÚNIOR, J. de A.; COSTA, A. C. L. da. Variação Microclimática em Sítios Urbanos com Diferentes Níveis de Cobertura Vegetal Como Subsídio à Formação de Ilha de Calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n. 7, p. 3254-3274, 2020.
- MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. 254p.

- MOURA, L. F.; XAVIER, A. A. DE P. Sensação Térmica E Ações Para O Conforto Térmico: Um Estudo De Caso. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 2, 2012.
- MUHAMMAD, S.; HABIBA U.; RAZA, G.; BANO, S. A.; SHAH, S.; SABIR, M.; AMIN, M.; ALAM, S.; AKHTAR, A.; HUSSAIN, M. Payment for ecosystem services (PES): a holistic tool for sustainable forest management-a case study from Pakistan. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, e246002, 2023.
- NDETTO, E. L.; MATZARAKIS, A. Effects of Urban Configuration on Human Thermal Conditions in a Typical Tropical African Coastal City. **Advances in Meteorology**, v. 2013, p. 1-12, 2013.
- NEGI, G. C. S. Trees, forests and people: The Central Himalayan case of forest ecosystem services. **Trees, Forests and People**, v. 8, e100222, 2022.
- NICOSIA, K. et al. Determining the willingness to pay for ecosystem service restoration in a degraded coastal watershed: A ninth grade investigation. **Ecological Economics**, v. 104, p. 145–151, 2014.
- OLIVEIRA, A., LOPES, A., NIZA, S. Local climate zones in five southern european cities: an improved GIS-based classification method based on copernicus data. **Urban Climate**, v.33, p. 1-25, 2020.
- OLIVEIRA, A.; LOPES, A.; NIZA, S.; SOARES, A. An urban energy balance-guided machine learning approach for synthetic nocturnal surface Urban Heat Island prediction: A heatwave event in Naples. **Science of the Total Environment**, v. 805, p. 1-16, 2022.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Resumo Executivo do Plano de Manejo do Parque Estadual do Utinga** / Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Belém: SEMA; Belém: Imazon, 2013. 30p.
- PARK, B.-J.; FURUYA, K.; KASETANI, T.; TAKAYAMA, N.; KAGAWA, T.; MIYAZAKI, Y. Relationship between psychological responses and physical environments in forest settings. **Landscape and Urban Planning**, v. 102, n. 1, p. 24–32, 2011.
- PEARCE, D. **Economic values and the natural world**. 1 ed. Washington: DC, 1992.
- PENA, H. W. A.; LIMA, C. C. L.; CARDOSO, L. E. C. E.; PIRES, H. C. G.; MONTEIRO, O. M. Medidas econômicas como instrumento de valoração do meio ambiente: uma aplicação do método de valoração contingente – MVC. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2015.
- PERINI, K.; MAGLIOCO, A. Effects ofvegetation,urbandensity,buildingheight,andatmospheric conditions onlocaltemperaturesandthermalcomfort. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, p. 495–506, 2014.
- PERRINGS, C.; FOLKE, C.; MÄLER, K. G. The ecology and economics of biodiversity loss: the research agenda. **Ambio**, v. 21, p. 201-211, 1992.
- RAASCH, W. G.; NARDES, A. M. M. A influência da arborização no comportamento microclimático da unidade de conservação Izabel Dias Goulart. **Revista Tocantinense de Geografia**, n. 10, P. 151-175, 2017.
- RAHMAN, M.A.; FRANCESCHI, E.; PATTNAIK, N.; MOSER-REISCHL, A.; HARTMANN, C.; PAETH, H.; PRETZSCH, H.; RÖTZER, T.; PAULEIT, S. Spatial and temporal changes of outdoor thermal stress: influence of urban land cover types. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 671, 2022.
- RAMLI, F.; SAMDIN, Z.; GHANI, A. Willingness to pay for conservation fee using contingent valuation method: the case of Matang Mangrove Forest Reserve, Perak, Malaysia. **The Malaysian Forester**, v. 80, n. 1, p.99–110. 2017.
- RAMSAY, E. E.; DUFFY, G. A.; BURGE, K.; TARUC, R. R.; FLEMING, G. M.; FABER, P. A.; CHOWN, S. L. Spatio-temporal development of the urban heat island in a socioeconomically diverse tropical city. **Environmental Pollution**, 316, 1, p. 1- 12, 2023.

- R CORE TEAM (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S. dos; HOMMA, A. K. O. Modernização da agricultura nos municípios do nordeste paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. **Revista de economia e agronegócio**, v. 9, n. 2, p. 209-232, 2011.
- RESENDE, F. M.; FERNANDES, G. W.; ANDRADE, D. C.; NÉDER, H. D. Economic valuation of the ecosystem services provided by a protected area in the Brazilian Cerrado: application of the contingent valuation method. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 4, p. 762–773, 2017.
- RIVAS, A. **Economia e valoração de serviços ambientais utilizando técnicas de preferências declaradas**. 1 ed. Manaus: EDUA, 2014. 303 p.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **MEGADIVERSIDADE**, v. 1, n. 1, p. 27–35, 2005.
- SAITO, I. ; ISHIHARA, O.; KATAYAMA, T. Study of the Effect of Green Areas on the Thermal Environment in an Urban area. **Energy and Buildings**, v. 15, n. 16, p. 493 - 498, 1991.
- SALATA, F.; Golasi, I.; Petitti, D.; Vollaro, E. L.; Coppi, M.; Vollaro, A. L. Relating microclimate, human thermal comfort and health during heat waves: An analysis of heat island mitigation strategies through a case study in an urban outdoor environment. **Sustainable Cities and Society**, v. 30, p. 79–96, 2017.
- SANTANA, A. C. et al. O valor econômico da savana metalófito da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 23, n. 48, p. 9–38, 2017.
- SANTANA, A. C. de; SANTANA, A. L. de; OLIVEIRA, G. M. T. da S. de; SANTANA, A. L. de; QUARESMA, J. L. A importância dos serviços ecossistêmicos para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social na percepção da população: o caso da Floresta Nacional de Carajás. **Nativa**, v. 6, n. especial, p. 689-698, dez. 2018.
- SANTOS DA CRUZ, D. et al. Wind Effect on Microclimate and Thermal Comfort Index in Open-air Public Spaces in the Brazilian Rainforest Cities. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 1, p. 196–204, 2020.
- SANTOS, N. M.; DA SILVA FILHO, C. R.; GUEDES, J. C. F.; COSTA, D. F. DA S. Identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pela caatinga na microrregião do Seridó ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, v. 21, n. 2, p. 477–490, 2019.
- SERRA, M. A. et al. A valoração contingente como ferramenta de economia aplicada à conservação ambiental: o caso da Estrada Parque Pantanal. **Planejamento e políticas públicas**, n. 27, p. 193–212, 2004.
- SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. EMPREGO DA ARBORIZAÇÃO NA MELHORIA DO CONFORTO TÉRMICO NOS ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS. **REVSBAU**, v. 4, n. 4, p. 1–16, 2009.
- SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, v. 31, p. 221–235, 2000.
- SHIN, J. Y.; KANG, M.; KIM, K. R. Outdoor thermal stress changes in South Korea: Increasing inter-annual variability induced by different trends of heat and cold stresses. **Science of the Total Environment**, v. 805, 150132, p. 1-19, 2022.
- SHOO, L. P.; CATTERALL, C. P.; BEYER, H. L.; COCKBAIN, P.; DUNCAN, M.; ROBSON, T.; ROCHE, D.; TAYLOR, H.; WHITE, Z., WILSON, K. Smart allocation of restoration funds over space and time. **Ecological Applications**, v. 31, n. 8, e02448, 2021.

- SIEBER, J.; FREMGEN, L.; PONS, M. Assessment of Ecosystem Services for Urban Resilience--Case Study in Singapore. **Planet@ Risk**, v. 3, n. 1, p. 77–86, 2015.
- SILVA, S. T. da; SOUSA, B. H. de. Diagnóstico da arborização urbana do município de Guarabira-Paraíba. **PAISAG. AMBIENTE: ENSAIOS**, n. 41, p. 167 - 184, 2018.
- SILVA FILHO, D. F. da; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na adefinição de plano de manejo de arborização viária de águas de São Pedro - SP. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 973-981, 2005.
- SILVA, I. M. da; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D. F. da. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **REVSBAU**, v.6, n.4, p. 35-50, 2011.
- SMITH, P.; HENRÍQUEZ, C. Perception of thermal comfort in outdoor public spaces in the medium-sized city of Chillán, Chile, during a warm summer. **Urban Climate**, v. 30, e. 100525, 2019.
- SOUTO, J. I. de O.; COHEN, J. C. P. Spatiotemporal variability of urban heat island: Influence of urbanization on seasonal pattern of land surface temperature in the Metropolitan Region of Belém, Brazil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021.
- SOUZA, A. F. C. de. **Utilização de técnicas de análise multivariada para identificação do perfil dos laticínios de micro e pequeno porte do estado de Minas Gerais**. 2006. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- SPANGENBERG, J. et al. Simulation of the Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the City of São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 1, 2019.
- SUKHDEV, P.; WITTMER, H.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C.; NESSHÖVER, C.; BISHOP, J.; TEN BRINK, P.; GUNDIMEDA, H.; KUMAR, P.; SIMMONS, B. **The economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB**. 1 ed. Malta: Progress Press, 2010.
- TAFURI, A. C. **Valoração ambiental do parque estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais**. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, 2008.
- TIETENBERG, T. **Environmental and Natural Resource Economics**. 15 d. Addison- Wesley, 2000.
- TÔSTO, S. G.; BELARMINO, L. C.; ROMEIRO, A. R.; RODRIGUES, C. A. G. **Valoração de serviços ecossistêmicos: metodologias e estudos de casos**. DF: Embrapa, 2015.
- TRAVASSOS, S. K. de M.; LEITE, J. C. de L.; COSTA, J. I. de F. Método de Valoração Contingente e modelo beta: uma visão econômica contábil para o dano ambiental do Estaleiro Atlântico Sul. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 29, n. 77, p. 266-282, 2018.
- TURNER, R. K.; PAAVOLA, J.; COOPER, P.; FARBER, S.; JESSAMY, V.; GEORGIU, S. Valuing nature: Lessons learned and future research directions. **Ecological Economics**, v. 46, n. 3, p. 493–510, 2003.
- Wang, L., Lee, X., Schultz, N., Chen, S., Wei, Z., Fu, C., ... Lin, G. Response of Surface Temperature to Afforestation in the Kubuqi Desert, Inner Mongolia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 123, n. 2, p. 948–964, 2018.
- WESTMAN, W. E. How much are nature's services worth? **Science**, v. 197, p. 960-963, 1977.
- WICKHAM, H (2016). **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- WONG, N. H.; YU, C. Study of green areas and urban heat island in a tropical city. **Habitat International**, v. 29, p. 547–558, 2005.

- YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, v. 38, p. 105–120, 2006.
- ZARE, S.; HASHEMINEJAD, N.; SHIRVAN, H. E.; HEMMATJO, R.; SAREBANZADEH, K.; AHMADI, S. Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. **Weather and Climate Extremes**, v. 19, p. 49-57, 2018.
- ZHANG, Z.; LV, Y.; PAN, H. Cooling and humidifying effect of plant communities in subtropical urban parks. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 12, p. 323-329, 2013.
- ZHAO, L.; OPPENHEIMER, M.; ZHU, Q.; BALDWIN, J. W.; EBI, K. L.; BOU-ZEID, E.; GUAN, K.; LIU, X. Interactions between urban heat islands and heat waves. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 3, p. 1-11, 2018.

ANEXOS

ANEXO A.

QUESTIONÁRIO Nº _____ DATA: ___/___/2022 HORA ___:___ LOCAL: _____

As questões 1 a 3 serão anotadas pelo entrevistador. A partir da questão 4 será feita a pergunta diretamente para o voluntário da pesquisa. O nível de gordura e se a pessoa é do sexo masculino ou feminino são importantes para correlacionar a sensação térmica percebida do entrevistado com as medições de temperatura em intervalos do dia.

1. Sexo: () M () F

2. Anotar a **Vestimenta SUPERIOR**

() Camisa/blusa sem manga	COR	TIPO	APARENCIA MATERIAL
() Camisa/blusa de manga curta	() Clara	() Pesada	() Algodão
() Camisa/blusa de manga comprida	() Escura	() Leve	() Sintético
() Vestido/macacão	() Colorida		

3. Anotar a **Vestimenta INFERIOR**

() Short / Saia	COR	TIPO	APARÊNCIA MATERIAL
() Bermuda	() Clara	() Pesada	() Algodão
() Calça comprida	() Escura	() Leve	() Sintético
	() Colorida		

5. Idade: _____ anos 6. Peso: _____ kg Altura: _____ cm

7. Com relação ao seu estado de saúde, como você se sente hoje?

() Me sinto bem () Me sinto doente

8. Como você classifica a atividade que está fazendo hoje?

() Atividade leve () Atividade moderada () Atividade pesada

9. Qual atividade está praticando hoje?

() Caminhada () Corrida () Observação natureza
() Outro _____

10. Como descreveria a sensação térmica agora?

() Frio () Normal/Nem frio nem quente () Quente

11. E essa sensação é para você:

() Muito Confortável
() Confortável
() Regular
() Desconfortável
() Muito Desconfortável

12. Como você classifica a importância do Parque do Utinga para a regulação térmica?

() Pouca importância () Média importância () Muita importância

13. Em relação ao ambiente externo ao Parque do Utinga, dentro do Parque é:

() Mais confortável () Igual ao ambiente externo () Menos confortável

ANEXO B.

Índice de Conforto Térmico												
Pontos	Mai_2021	Jun_2021	Jul_2021	Ago_2021	Set_2021	Out_2021	Nov_2021	Dez_2021	Jan_2021	Fev_2022	Mar_2022	Abr_2022
1	0,54 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,04	0,54 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,04	0,54 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,53 ± 0,03
2	0,54 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,04	0,54 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,54 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,54 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,53 ± 0,03
3	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,53 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,51 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,53 ± 0,02
4	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,52 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02
5	0,55 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,52 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02
6	0,55 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,52 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02
7	0,55 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,52 ± 0,03	0,53 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,02
8	0,54 ± 0,03	0,53 ± 0,02	0,54 ± 0,04	0,55 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,05	0,56 ± 0,04	0,52 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,03
9	0,56 ± 0,03	0,55 ± 0,03	0,55 ± 0,04	0,56 ± 0,03	0,54 ± 0,04	0,56 ± 0,03	0,56 ± 0,04	0,56 ± 0,02	0,53 ± 0,04	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,55 ± 0,03
Ponto de orvalho (°C)												
1	23,48 ± 0,66	23,09 ± 0,87	23,26 ± 0,94	22,85 ± 1,49	22,85 ± 0,86	23,19 ± 0,92	23,45 ± 0,99	23,59 ± 1,00	22,55 ± 0,71	23,39 ± 1,01	23,92 ± 1,06	24,42 ± 1,00
2	23,91 ± 0,71	23,46 ± 0,76	23,39 ± 0,80	22,97 ± 1,22	23,29 ± 0,67	23,54 ± 0,85	23,56 ± 0,93	23,84 ± 1,05	22,90 ± 0,81	23,55 ± 0,84	24,04 ± 0,76	24,42 ± 0,79
3	23,71 ± 1,06	23,25 ± 0,75	23,22 ± 0,92	22,79 ± 1,51	22,89 ± 1,03	23,02 ± 0,79	23,36 ± 1,06	23,52 ± 1,01	22,63 ± 0,67	23,40 ± 1,01	24,02 ± 0,78	24,29 ± 0,69
4	23,40 ± 1,32	22,97 ± 0,86	22,79 ± 1,28	22,03 ± 1,45	22,95 ± 1,26	22,66 ± 1,08	23,31 ± 1,51	23,08 ± 1,24	22,43 ± 0,70	23,18 ± 0,94	24,17 ± 0,88	24,29 ± 0,86
5	23,46 ± 1,26	22,93 ± 0,83	22,64 ± 1,36	21,74 ± 1,47	22,71 ± 1,29	22,53 ± 0,98	23,12 ± 1,42	23,05 ± 1,26	22,36 ± 0,66	23,05 ± 1,06	24,19 ± 0,99	24,28 ± 0,85
6	23,43 ± 1,27	22,83 ± 0,94	22,76 ± 1,34	21,69 ± 1,51	22,65 ± 1,23	22,59 ± 1,03	22,95 ± 1,31	23,06 ± 1,21	22,30 ± 0,65	23,02 ± 1,09	24,29 ± 1,21	24,23 ± 0,80
7	23,14 ± 1,19	22,69 ± 1,03	22,63 ± 1,24	21,63 ± 1,45	22,50 ± 1,21	22,49 ± 0,90	22,80 ± 1,21	23,15 ± 1,19	22,15 ± 0,67	22,97 ± 1,08	24,12 ± 1,22	24,14 ± 0,82
8	24,23 ± 0,83	24,01 ± 0,94	23,71 ± 0,77	23,43 ± 0,52	23,85 ± 0,71	24,30 ± 0,62	23,92 ± 1,50	24,69 ± 0,66	23,56 ± 1,01	23,99 ± 1,45	24,54 ± 0,52	24,69 ± 0,66
9	25,07 ± 0,51	24,57 ± 0,52	24,33 ± 0,80	24,20 ± 0,69	24,32 ± 0,67	24,82 ± 0,46	24,78 ± 0,85	25,00 ± 0,51	24,08 ± 0,99	24,85 ± 0,82	25,02 ± 0,50	25,12 ± 0,47
Umidade relativa (%)												
1	75,03 ± 13,59	75,88 ± 11,28	76,21 ± 13,77	69,98 ± 15,07	75,69 ± 13,59	72,30 ± 12,00	74,93 ± 12,62	74,75 ± 13,09	77,18 ± 9,32	79,40 ± 9,24	84,34 ± 9,99	85,16 ± 9,48
2	78,52 ± 12,86	79,00 ± 10,76	77,65 ± 13,15	71,40 ± 15,05	78,86 ± 13,14	74,94 ± 11,99	77,08 ± 12,30	76,62 ± 12,72	79,83 ± 9,55	81,53 ± 9,27	86,19 ± 8,90	85,86 ± 9,42
3	77,43 ± 15,61	77,19 ± 12,17	76,69 ± 15,93	70,22 ± 16,75	76,82 ± 16,56	72,27 ± 13,37	76,16 ± 12,93	74,63 ± 13,80	77,88 ± 11,98	80,32 ± 11,66	85,58 ± 10,88	85,09 ± 11,23
4	72,62 ± 17,39	72,97 ± 15,00	71,12 ± 19,08	62,46 ± 17,78	73,16 ± 17,80	67,31 ± 15,32	73,39 ± 16,49	69,82 ± 15,50	74,03 ± 13,68	76,44 ± 13,67	84,67 ± 12,99	82,82 ± 13,41
5	71,66 ± 17,86	72,46 ± 14,96	69,61 ± 18,76	60,17 ± 17,79	70,95 ± 17,78	65,77 ± 14,97	71,47 ± 16,60	68,54 ± 15,60	72,73 ± 13,94	75,23 ± 14,46	83,65 ± 14,13	81,72 ± 13,61
6	71,77 ± 17,36	72,25 ± 15,36	69,78 ± 17,79	59,77 ± 17,68	70,23 ± 17,38	65,80 ± 14,77	70,48 ± 16,22	68,20 ± 15,34	72,48 ± 13,57	74,96 ± 14,72	83,68 ± 14,45	80,95 ± 13,69
7	69,81 ± 16,91	71,35 ± 15,63	69,10 ± 17,18	59,18 ± 17,65	69,09 ± 16,94	65,75 ± 14,64	69,63 ± 16,29	68,78 ± 15,00	71,89 ± 12,92	74,67 ± 14,76	82,81 ± 14,87	80,34 ± 13,93
8	78,90 ± 16,05	78,70 ± 13,47	76,00 ± 14,59	69,70 ± 14,56	78,30 ± 13,53	76,70 ± 11,21	77,10 ± 12,65	77,80 ± 13,10	81,30 ± 11,59	79,30 ± 10,51	87,00 ± 11,65	89,40 ± 9,94
9	77,68 ± 12,70	78,69 ± 9,39	76,31 ± 12,41	70,48 ± 14,51	77,91 ± 13,53	74,89 ± 11,02	77,50 ± 10,77	77,02 ± 11,91	81,45 ± 11,06	82,02 ± 10,54	88,90 ± 10,71	85,94 ± 11,58
Temperatura (°C)												
1	28,63 ± 2,84	27,93 ± 2,58	28,13 ± 3,23	29,32 ± 3,12	27,82 ± 2,89	28,91 ± 2,67	28,57 ± 3,06	28,79 ± 2,76	27,00 ± 2,56	27,38 ± 2,38	26,89 ± 1,87	27,22 ± 2,26
2	28,23 ± 2,61	27,59 ± 2,46	27,91 ± 3,21	29,08 ± 3,06	27,53 ± 2,82	28,63 ± 2,56	28,18 ± 2,82	28,59 ± 2,56	26,80 ± 2,60	27,08 ± 2,28	26,61 ± 1,76	27,08 ± 2,11
3	28,39 ± 2,76	27,82 ± 2,59	28,08 ± 3,33	29,29 ± 3,16	27,74 ± 3,03	28,78 ± 2,63	28,20 ± 2,88	28,76 ± 2,69	27,03 ± 2,83	27,26 ± 2,42	26,76 ± 1,97	27,15 ± 2,16
4	29,31 ± 3,04	28,65 ± 2,85	29,15 ± 3,45	30,66 ± 3,39	28,74 ± 3,14	29,77 ± 2,75	29,00 ± 3,22	29,59 ± 2,84	27,78 ± 3,09	27,97 ± 2,64	27,17 ± 2,18	27,69 ± 2,33
5	29,66 ± 3,17	28,72 ± 2,82	29,37 ± 3,45	31,04 ± 3,43	29,05 ± 3,22	30,03 ± 2,84	29,30 ± 3,39	29,90 ± 2,92	28,03 ± 3,11	28,15 ± 2,71	27,45 ± 2,33	27,93 ± 2,36
6	29,57 ± 3,05	28,70 ± 2,86	29,40 ± 3,40	31,12 ± 3,48	29,15 ± 3,23	30,09 ± 2,86	29,36 ± 3,46	30,00 ± 2,96	28,01 ± 2,92	28,20 ± 2,74	27,56 ± 2,38	28,05 ± 2,41
7	29,73 ± 3,06	28,79 ± 2,88	29,40 ± 3,35	31,22 ± 3,51	29,27 ± 3,30	30,00 ± 2,90	29,43 ± 3,51	29,93 ± 2,98	27,95 ± 2,74	28,22 ± 2,71	27,57 ± 2,35	28,09 ± 2,42
8	28,56 ± 2,91	27,71 ± 2,94	28,58 ± 3,62	29,90 ± 3,34	28,22 ± 3,47	28,96 ± 2,81	28,59 ± 3,76	29,18 ± 3,15	27,34 ± 3,19	28,04 ± 2,98	27,04 ± 2,52	26,70 ± 2,29
9	29,55 ± 2,82	28,60 ± 2,19	28,71 ± 2,97	30,34 ± 3,24	28,44 ± 3,02	29,70 ± 2,33	29,27 ± 2,84	29,61 ± 2,50	27,29 ± 2,93	28,06 ± 2,33	27,03 ± 1,92	27,86 ± 2,58