

**Arborização como estratégia de promoção da saúde nas ciclovias de um município com condições climáticas desfavoráveis ao transporte ativo**

*Afforestation as a health promotion strategy on bicycle paths in a city with unfavorable weather conditions for active transport*

*Arborización como estrategia de promoción de la salud en ciclovías de una ciudad con condiciones climáticas desfavorables para el transporte activo*

**Marla Simone Bueno Ribeiro**

Mestre em Promoção da Saúde, PPGPS, Universidade Cesumar, Brasil  
marlaribeiroarquiteta@gmail.com

**Barbara Peixoto de Araujo**

Mestranda em Tecnologias Limpas, PPGTL, Universidade Cesumar, Brasil  
barbarap\_peixoto@hotmail.com

**Rute Grossi-Milani**

Professora Doutora, PPGPS e PPGTL, Universidade Cesumar, Brasil  
Bolsista do Programa Produtividade em Pesquisa do ICETI Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação.  
rute.milani@unicesumar.edu.br

**RESUMO**

Melhorar as condições e o incentivo à mobilidade ativa tornou-se uma necessidade nos parâmetros atuais de urbanização no Brasil. O uso do transporte ativo, através da bicicleta, confere característica sustentável ao ambiente urbano integrando melhorias ambientais, sociais e econômicas. O presente estudo tem como objetivo analisar a influência da arborização sobre a condição de conforto nas estruturas cicloviárias em um município brasileiro em região de clima com condições extremas: altas temperaturas e umidades desfavoráveis ao transporte ativo. Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa com o uso de um termo-higrômetro HTR-157 em 7 estruturas urbanas cicloviárias do município de Sinop, Estado do Mato Grosso, Brasil, nos meses de março a julho de 2020. Os dados de temperatura e umidade foram utilizados para a determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). A análise através de dendograma, realizada pelo método do agrupamento hierárquico, para as cicloviárias arborizadas e não arborizadas, evidenciou que a ciclovia 7, única com a presença da arborização contínua e contígua dos dois lados da pista, apresentou comportamento distinto de todas as outras, com indicadores de temperatura e umidade relativa mais favoráveis, para todo o período analisado (seco e chuvoso). Conclui-se que a arborização constitui importante estratégia de promoção da saúde no ambiente urbano, proporcionando melhores condições de conforto térmico e qualidade ambiental, principalmente quando verificados valores baixos de umidade relativa do ar, amparando positivamente aspectos relacionados à arborização como estética, segurança e microclima.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilidade ativa. Conforto térmico. Espaços verdes urbanos. Qualidade de vida. Sustentabilidade ambiental.

**ABSTRACT**

*Improving conditions and incentives for active mobility has become a necessity in the current parameters of urbanization in Brazil. The use of active transport, through cycling, provides a sustainable characteristic to the urban environment, integrating environmental, social, and economic improvements. This study aims to analyze the influence of tree canopy cover on the comfort conditions in cycling structures in a Brazilian municipality located in a region with extreme climate conditions: high temperatures and unfavorable humidity levels for active transport. Data on temperature and relative humidity were collected using an HTR-157 thermo-hygrometer in seven urban cycling structures in the municipality of Sinop, Mato Grosso State, Brazil, from March to July 2020. The temperature and humidity data were used to determine the Temperature and Humidity Index (THI). The analysis through dendrogram, performed by the hierarchical clustering method, for the tree-lined and non-tree-lined cycle paths, showed that cycle path 7, which was the only one with continuous and contiguous tree canopy cover on both sides of the track, presented a distinct behavior from all others, with more favorable temperature and relative humidity indicators, for the entire analyzed period (dry and rainy). It is concluded that tree canopy cover is an important strategy for promoting health in the urban environment, providing better thermal comfort conditions and environmental quality, especially when low relative humidity values are observed, positively supporting aspects related to tree canopy cover, such as aesthetics, safety, and microclimate.*

**KEYWORDS:** Active mobility. Thermal comfort. Urban green spaces. Quality of life. Environmental sustainability.

**RESUMEN**

*Mejorar las condiciones y el incentivo a la movilidad activa se ha convertido en una necesidad en los parámetros actuales de urbanización en Brasil. El uso del transporte activo, a través de la bicicleta, confiere una característica sostenible al ambiente urbano integrando mejoras ambientales, sociales y económicas. El presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de la arborización sobre la condición de confort en las estructuras cicloviárias en un municipio brasileño en una región de clima con condiciones extremas: altas temperaturas y humedades desfavorables al transporte activo. Se recopilieron datos de temperatura y humedad relativa con el uso de un termohigrómetro HTR-157 en 7 estructuras urbanas cicloviárias del municipio de Sinop, Estado de Mato Grosso, Brasil, en los meses de marzo a julio de 2020. Los datos de temperatura y humedad se utilizaron para la determinación del Índice de Temperatura y Humedad (ITU). El análisis a través de dendograma, realizado por el método de agrupamiento jerárquico, para las cicloviárias arborizadas y no arborizadas, evidenció que la ciclovia 7, única con la presencia de la arborización continua y contigua de ambos lados de la pista, presentó un comportamiento distinto de todas las demás, con indicadores de temperatura y humedad relativa más favorables, para todo el período analizado (seco y lluvioso). Se concluye que la arborización constituye una importante estrategia de promoción de la salud en el ambiente urbano, proporcionando mejores condiciones de confort térmico y calidad ambiental, principalmente cuando se verifican valores bajos de humedad relativa del aire, amparando positivamente aspectos relacionados con la arborización como estética, seguridad y microclima.*

**PALABRAS CLAVE:** Movilidad activa. Confort térmico. Espacios verdes urbanos. Calidad de vida. Sostenibilidad ambiental.

## **1 INTRODUÇÃO**

A mobilidade urbana é um componente básico da qualidade de vida da população e vem sendo um dos grandes desafios às estruturas urbanísticas nas cidades, em grande parte pelo aumento no uso de veículos automotores. Os impactos desse comportamento vão além da mobilidade urbana, recaem sobre o meio ambiente com o aumento da poluição atmosférica, bem como sobre a saúde física e mental, com o aumento das doenças respiratórias, da obesidade, do sedentarismo e estresse (NETTO; RAMOS, 2017).

Nas últimas décadas o problema do crescimento urbano tornou-se alvo de diversos estudos (SILVA et al., 2019; CASTRO; KANASHIRO, 2015; CAPALONGO et al., 2020; VALE, 2016; SOUSA; PENHA-SANCHES, 2019; NETTO; RAMOS, 2017; SIQUEIRA-GAY et al., 2017; XIMENES et al., 2020; FIALHO; DE ALVAREZ, 2017), com enfoque no planejamento urbano, mobilidade urbana, promoção da saúde e arborização urbana. Tais estudos contribuem para o desenvolvimento de iniciativas que melhorem o bem-estar do cidadão, propondo a integração mais harmônica dos espaços públicos com as demandas individuais.

Como alternativa aos problemas de mobilidade, o uso da bicicleta e a implantação de ciclovias ganharam força no planejamento urbanístico. O uso desta modalidade ativa de transporte confere característica mais sustentável ao ambiente urbano, integrando melhorias do ponto de vista ambiental, social e até econômico. São notórios os benefícios do uso da bicicleta na saúde, bem como na redução do custo de vida, pela baixa manutenção do modal (VALE, 2016; MENESES; SALES, 2018).

A decisão de utilizar a bicicleta como meio de transporte nas cidades passa por uma série de questões, com destaque para a infraestrutura disponível. Aspectos como segurança, rotas diretas e conforto são fundamentais para que os potenciais usuários deste modal efetivem o seu uso, contribuindo para a redução dos veículos automotores nas ruas (BARBERAN et al., 2017; VANSTEENKISTE et al., 2017; MENESES; SALES, 2018; FRATER; KINGHAM, 2020). Quanto ao conforto, principalmente quando se considera a característica de clima tropical que predomina no Brasil, o calor e as altas temperaturas desfavorecem o uso das bicicletas para atividades cotidianas. Estratégias que melhorem tais características devem ser levadas em consideração durante os projetos de implantação de estruturas cicloviárias (MENESES; SALES, 2018; FRATER; KINGHAM, 2020).

Uma das estratégias, amplamente difundidas para a melhoria do microclima urbano, é a arborização, que tem papel fundamental nas estruturas cicloviárias. Áreas mais arborizadas são influenciadas pelo processo de evapotranspiração, permitindo a absorção de calor e a liberação de água na atmosfera (RAMOS et al., 2019). As árvores participam como agente de sombreamento das superfícies, prevenindo a incidência solar direta, tornando o deslocamento através da bicicleta mais agradável (SIQUEIRA-GAY; DIBO; GIANNOTTI, 2017; XIAO et al., 2018).

Com base no exposto, o presente estudo busca analisar a influência da arborização sobre a condição de conforto nas estruturas cicloviárias em região de clima com condições extremas: altas temperaturas e umidade desfavorável ao transporte ativo.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Arborização como recurso ao microclima e à mobilidade ativa**

Muito tem sido estudado sobre as modificações sofridas no microclima das cidades em função da expansão urbana acelerada, como a formação de ilhas de calor, o que coloca em evidência a necessidade de planejamento urbano e maior cuidado com o meio ambiente (CANDIDO et al., 2020; RAMOS et al., 2019; ALVES, 2017; ALMEIDA; NUNES, 2018; XIAO et al., 2018).

A utilização de ambientes verdes nos espaços das cidades, sejam eles através da arborização das ruas ou dos espaços urbanos verdes, representa uma estratégia eficaz. A utilização de vegetação (entenda-se árvores) nas cidades permite mais sombreamento, contribuindo com características que potencializam a existência de novos microclimas, a redução da velocidade do vento, maior proteção solar, tanto para o transeunte, como para as edificações. Ainda, contribui com a evapotranspiração, a redução da temperatura e a retenção da umidade no solo e no ar, proporcionando melhores condições de saúde para o indivíduo e para o ambiente urbano, além de uma cidade mais bonita e acolhedora (ALMEIDA; NUNES, 2018; MARTINI et al., 2018; GONÇALVES; MENEGUETTI, 2015; MENESES; SALES, 2018). Mesmo diante das evidências, observa-se que ainda existem problemas relacionados à gestão da paisagem urbana e sua consequente falta de planejamento e controle, promovendo a interferência na distribuição e preservação das áreas verdes, prejudicando a qualidade dos espaços na cidade (KUHNNEN et al., 2018; ALMEIDA; NUNES, 2018; GONÇALVES; MENEGUETTI, 2015).

O repovoamento da cobertura vegetal, através de ambientes mais arborizados, torna-se importante estratégia para o planejamento urbano, viabilizando melhores condições ambientais e de saúde para a população. O verde urbano contribui com a sustentabilidade da vida humana, é um indicativo de qualidade estética e permite a existência da biodiversidade em ecossistemas urbanos (GONÇALVES; MENEGUETTI, 2015; XIAO et al., 2018).

Sendo assim, oportuniza-se a arborização das ciclovias como uma forma de contribuir com o repovoamento vegetal nas cidades, incentivando o transporte ativo e promovendo a saúde do usuário desse modal, seja pelo estímulo ao uso da bicicleta, como também com a possibilidade de se respirar um ar mais purificado com a presença do elemento arbóreo. O desenvolvimento de espaços mais arborizados torna-se importante para a sustentabilidade ambiental, sendo possível proporcionar mais qualidade de vida para a população (ALMEIDA; NUNES, 2018; MENESES; SALES, 2018).

### **1.3 Incentivo ao uso da mobilidade ativa**

A necessidade na redução dos poluentes atmosféricos, derivados do transporte individual motorizado, e o incentivo aos modais que viabilizam o deslocamento mais sustentável permitem maior abertura ao uso do transporte ativo através da bicicleta, fomentando condições mais econômicas e saudáveis de movimentação pelo ambiente urbano (MENESES; SALES, 2018).

Ressalta-se que a escolha pelo modal não está aliada apenas ao trajeto, mas também a fatores relacionados ao esforço físico necessário para a atividade de pedalar, à interação com outros modais e à qualidade do ambiente (SEGADILHA; PENHA-SANCHES, 2014). Portanto, criar situações que favoreçam o uso do transporte ativo é contribuir com uma escolha mais saudável para o indivíduo e ambiente (XIAO et al., 2018).

Em um momento em que a mudança climática, o aquecimento global e a devastação do meio ambiente encontram-se no ponto nevrálgico da discussão ambiental, observa-se a

importância da retomada dos padrões protecionistas para espaços mais arborizados, contribuindo com o uso mais democrático do meio urbano e favorecendo o transporte ativo sobre o motorizado, proporcionando melhorias na qualidade do ambiente urbano (GOUVEIA; KANAI, 2020; BARBIERO, 2020).

Sendo assim, torna-se oportuno ressaltar que a cidade deve proporcionar conforto e atrair pessoas para o convívio nos espaços públicos, fornecendo experiências estéticas e causando impressões sensoriais agradáveis, pois a cidade deve ser planejada para as pessoas, não para os carros (GEHL, 2017).

#### **1.4 Possibilidade de restauro ambiental na cidade de Sinop**

Sinop é uma cidade localizada na região norte do estado do Mato Grosso, com a estimativa para 2019 de 142.996 mil habitantes, segundo o IBGE (2020), é considerada a principal cidade do norte do estado. Apresenta um traçado urbanístico regular, com topografia plana na maior parte da cidade. Com o crescimento populacional adverso e a consequente expansão desordenada da cidade, surgiram trajetos mais longos, com muitos cruzamentos (SANCHES, 2015; SANCHES et al., 2020; CANDIDO et al., 2020).

Estudos mostram que a relação entre o clima quente e o desmatamento ocorrido nos últimos anos, devido ao processo de crescimento da cidade e urbanização do campo, gerou alterações no clima local e regional, efetivando consequências diretas e indiretas para a população dessas áreas (CANDIDO et al., 2020; XIMENES et al., 2020).

Nos últimos anos, a cidade passou por alterações na composição paisagística em algumas regiões, contribuindo com a manutenção de áreas verdes e redução do tráfego de veículos, diminuindo os efeitos negativos da mudança climática nessas regiões (SANCHES et al., 2018). Por outro lado, a substituição da vegetação nativa por áreas impermeáveis, seja em decorrência da implantação de assentamentos urbanos ou agropecuária, a supressão da vegetação arbórea no traçado da BR-163 que corta a cidade e a implantação de estacionamentos em outras regiões do traçado urbano, impactaram a alteração do sistema de ventos, chuvas, exposição solar e acúmulo de calor nas superfícies (SANCHES et al., 2018; MENESES; SALES, 2018; CANDIDO et al., 2020). Diante do exposto, as áreas verdes e arborizadas são apontadas como recurso para o bem-estar, conforto e proteção do indivíduo na rotina com o meio urbano e representam alternativa na manutenção do microclima, podendo contribuir com a apropriação do cidadão na dinâmica da cidade (RAMOS et al., 2019).

Diante dos facilitadores de relevo que a cidade de Sinop possui, concretizando uma característica basicamente plana (SEGADILHA; PENHA-SANCHES, 2014), observa-se a necessidade de analisar as ciclovias existentes, alinhando a relação entre as qualidades física e espacial, com incentivo à implantação da arborização urbana, proporcionando um ambiente mais agradável (MARTINI et al., 2018) e a ampliação no número efetivo de usuários do modal cicloviário.

### **3 METODOLOGIA**

O estudo abrange uma metodologia exploratória descritiva e observacional, realizada por meio do levantamento de dados de temperatura e umidade relativa do ar nas ciclovias da

cidade de Sinop, finalizando com análise comparativa dos valores obtidos para diagnosticar a influência da presença da arborização urbana no ambiente determinado.

### Área de estudo

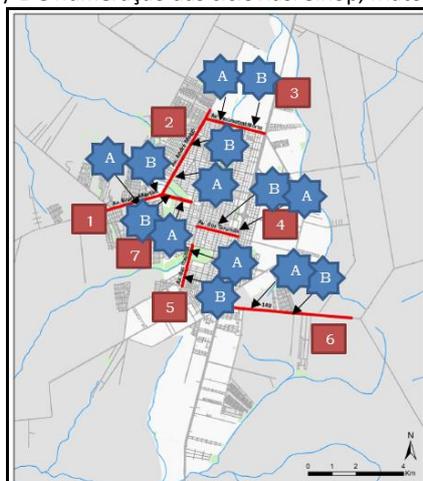
O município de Sinop-MT situa-se na região norte do estado do Mato Grosso, Brasil, local de transição entre os biomas: Amazônia e Cerrado. A cidade está a 372 m acima do nível do mar em região de clima tropical. O clima, de acordo com a classificação Köppen, é o Aw, ou seja, clima de savana, com estação mais seca no inverno, tendo o mês mais seco precipitação inferior a 60 mm, equivalente a menos de 4% da precipitação anual total. A temperatura média anual em Sinop é 25,0 °C e a pluviosidade acumulada no ano é em média de 1818 mm (SANCHES et al., 2020).

### 3.1 Procedimento de coleta e análise de dados

Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa com o uso de um termohigrômetro HTR-157 (marca INSTRUTERM) em 7 estruturas urbanas cicloviárias do município, entre os meses de março e julho de 2020. Tal período compreende as estações chuvosa e seca na região (SANCHES et al., 2020), permitindo uma análise para os dois períodos distintos.

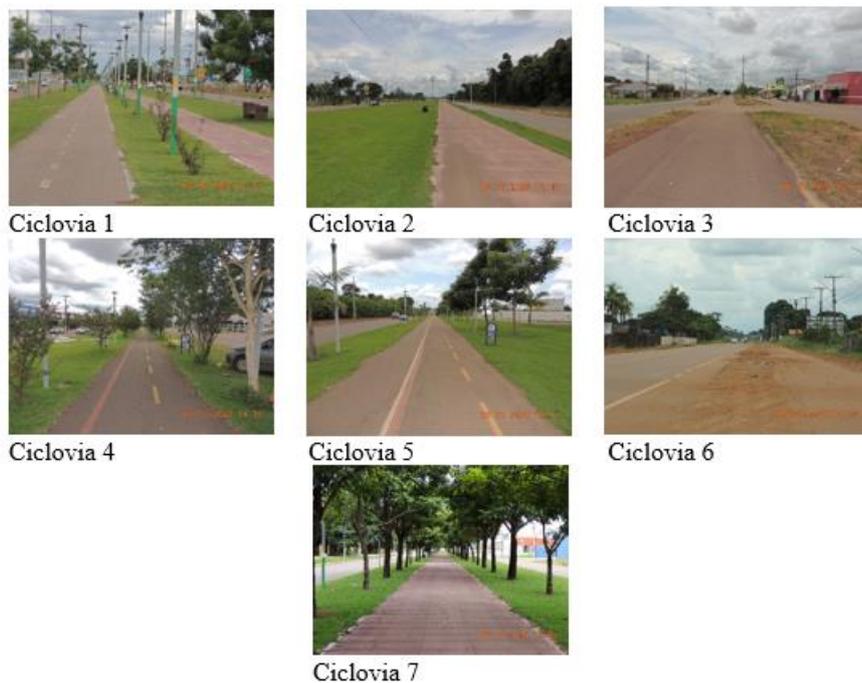
As estruturas cicloviárias foram assim selecionadas: uma com arborização de ambos os lados da via de rolagem e outras seis com árvores, espaçadas apenas de um lado da pista e/ou sem arborização. As ciclovias selecionadas encontram-se instaladas em todo o perímetro urbano do município, de modo a representar a máxima diversidade de condições e entorno que a estrutura urbanística local oferece. As ciclovias foram numeradas de 1 a 7 (Figura 1) e os dados de temperatura e umidade foram obtidos em dois pontos distintos da via, nomeados de A e B, conforme mostra a Figura 1. Na Figura 2 é possível observar as diferentes condições das ciclovias analisadas, as fotos foram obtidas cerca de 10 dias antes do início do levantamento dos dados, no dia 08/03/2020 com o uso de uma câmera fotográfica semi-profissional com alta resolução (NIKON P-510).

Figura 1 – Pontos A / B e numeração das ciclovias. Sinop, Mato Grosso, Brasil, 2020.



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 2 – Ciclovias da cidade de Sinop, Mato Grosso, Brasil, representando a tipologia existente.



Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Árvores pontuais dispersas podem ser observadas nas ciclovias 01, 04 e 05, nas ciclovias 02, 03 e 06 a arborização é inexistente e a ciclovias 07 é a mais arborizada.

A Tabela 1 apresenta as características de cada ponto (A e B), relacionando a presença de arborização, tipologia (árvores ou palmeiras), porte (alto, médio ou baixo) e adensamento populacional.

Tabela 1 – Situação de cada ciclovias relacionada à proximidade de áreas verdes, arborização e adensamento populacional. Sinop, Mato Grosso, Brasil, 2020.

Comportamento da arborização e adensamento urbano nas ciclovias															
Ciclovias	1		2		3		4		5		6		7		
Arborização	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Próxima a áreas verdes		X	X			X				X				X	X
Árvores espaçadas	X	X					X	X	X	X					
Árvores contíguas														X	X
Arborização Irregular	X	X													
Arborização Regular							X	X	X	X				X	X
Presença de palmeiras				X		X				X	X				
Porte alto														X	X
Porte médio/Baixo	X						X	X	X	X					
Adensamento populacional	Alto			X	X	X	X	X	X	X	X				
	Pouco/regular		X		X							X	X	X	

Fonte: dados da pesquisa.

Estabelecendo-se relação dos dados da Tabela 1 com a Figura 2, nota-se que as ciclovias 2, 3 e 6 são as que possuem menos ou nenhuma presença de espécie arbórea, as árvores existentes são pontuais e/ou palmeiras, não permitindo influência positiva no entorno arbóreo; as ciclovias 1, 4 e 5 possuem espécies arbóreas de baixo ou médio porte. Nota-se que a arborização dessas ciclovias concentra-se apenas de um lado da via de rolamento; já a ciclovias 7 apresenta-se na melhor qualidade espacial e de arborização, possuindo arborização contínua e contígua dos dois lados da pista de rolamento.

Os dados foram coletados em dois momentos do dia, no período das 11:00 da manhã até às 12:30 (considerado como o de maior interferência solar) e das 16:30 às 18:00, observando horário com grande movimento de ciclistas em função do retorno das atividades laborais e escolares.

Os dados de temperatura e umidade foram utilizados para a determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), conforme equação 1 (FRANÇA et al., 2015).

$$ITU = 0,8.Ta + \left[ \frac{UR.Ta}{500} \right] \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

ITU = Índice Temperatura Umidade (°C);

Ta = Temperatura ambiente (°C);

UR: Umidade Relativa (%)

O índice de conforto térmico expresso pelo ITU estabelece 3 níveis: confortável (ITU entre 21º C a 24º C), levemente desconfortável (ITU entre 24º C à 26º C) e altamente desconfortável (ITU acima de 26º C) (BARBIRATO et al., 2007).

Todos os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, com determinação das médias e desvios padrão. Os valores de temperatura e umidade relativa nas ciclovias estudadas foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 0,05.

Com base nos dados de temperatura e umidade, as ciclovias foram comparadas por análise multivariada do tipo agrupamento pela distância euclidiana. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do software Action Stat (ESTATCAMP, 2019).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 observam-se os dados de temperatura e umidade para as sete ciclovias analisadas.

Tabela 2 – Dados de temperatura e umidade relativa (média ± desvio padrão) para os períodos de seca e chuva por ciclovia. Sinop, Mato Grosso, Brasil, 2020.

Ciclovia	Chuva	Seca
<b>Temperatura (° C)</b>		
1	30,97±1,68 a	30,57±2,55 a
2	30,99±2,29 a	30,66±3,49 a
3	31,18±2,37 a	30,90±2,59 a
4	31,24±2,54 a	31,14±3,41 a
5	30,73±2,78 a	30,32±3,43 a
6	30,58±3,02 a	30,55±3,31 a
7	28,97±2,37 a	28,70±3,00 a
<b>Umidade Relativa (%)</b>		
1	65,63±5,56 A	52,97±15,39 B
2	67,12±6,14 A	55,20±17,00 B
3	64,72±9,87 A	52,67±14,13 B
4	63,73±10,50 A	52,05±15,34 B
5	67,87±12,12 A	54,01±16,84 B
6	67,90±14,99 A	52,49±15,81 B
7	76,31±13,97 A	61,14±17,90 B

Fonte: dados da pesquisa.

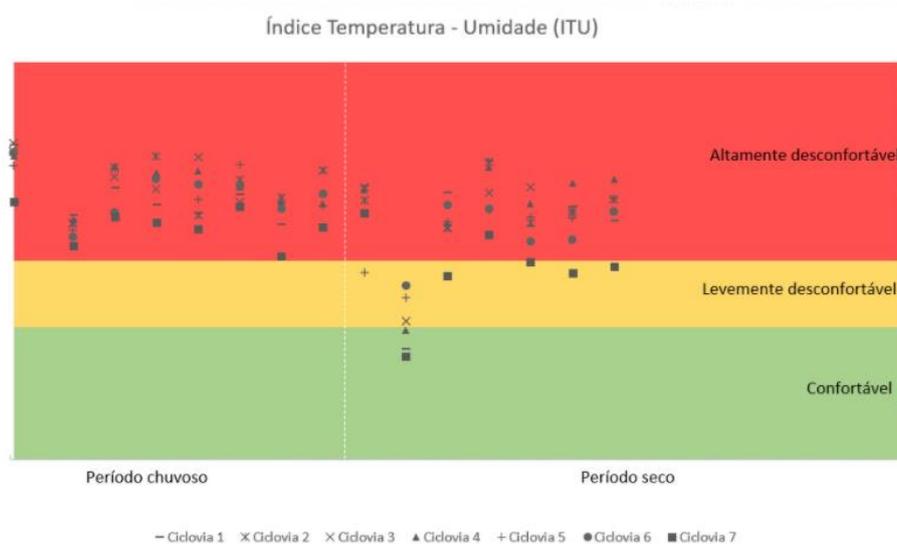
\* Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Os valores médios de temperatura para as ciclovias estudadas mostram que não houve diferença entre seus valores para os períodos de seca e chuva, porém, para os valores de umidade verificou-se que foram diferentes entre os períodos. Os valores para o desvio padrão demonstram menor variação no período da chuva comparativamente ao período da seca.

Os valores de umidade apresentados nas ciclovias analisadas, durante o período da chuva, mantiveram-se dentro da faixa recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (GOMES et al., 2015; CGESP, 2020), acima de 60%. Já, para o período de seca, apenas a ciclovia 7 apresentou valor de umidade dentro desta faixa.

Na Figura 3 pode-se observar os valores calculados de ITU (índice de temperatura e umidade) para as ciclovias estudadas.

Figura 3 – Valores de ITU para as ciclovias estudadas durante o período chuvoso e seco. Sinop, Mato Grosso, Brasil, 2020.



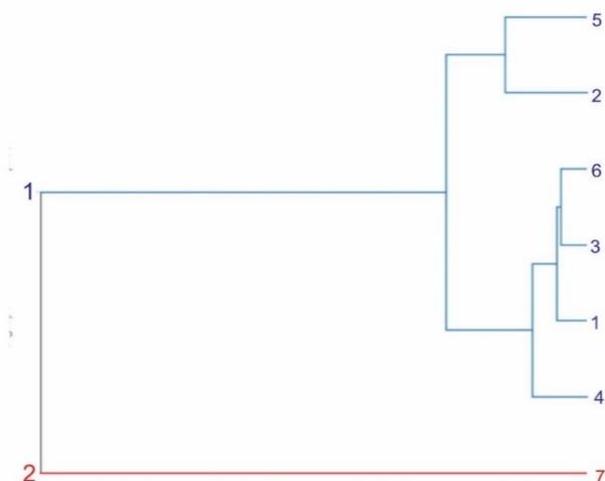
Fonte: dados da pesquisa.

A classificação de conforto das ciclovias está relacionada ao ITU (Índice de Temperatura e Umidade), seguindo parâmetros determinados por Barbirato (2007). Os parâmetros utilizados para avaliar o ITU determinam que valores entre 21 e 24°C caracterizam nível confortável, já, entre 24 e 26°C, levemente desconfortável, e acima de 26°C, extremamente desconfortável. Os valores do ITU para as ciclovias numeradas de 1 a 6 mostraram, na maior parte dos dias do período determinado para a pesquisa, que o índice calculado se encontrava na faixa altamente desconfortável. Já, para a ciclovia 7, observou-se um comportamento distinto: no período seco, em quase todas as medições, ela se manteve no nível levemente desconfortável.

Nota-se, no período seco que em uma medição, todos os valores calculados de ITU estiveram entre confortável e levemente desconfortável. Trata-se da presença de uma frente fria na região, com temperaturas mais amenas do que a média anual. Destaca-se o comportamento da ciclovia 7 que se manteve na melhor situação, média geral de 24°C, passando para o nível confortável.

A Figura 4 apresenta uma análise através de Dendograma, realizada pelo Método do Agrupamento Hierárquico, para as ciclovias arborizadas e não arborizadas.

Figura 4 - Agrupamento das ciclovias em função das condições de temperatura e umidade relativa no período seco, obtido pelo método hierárquico. Sinop, Mato Grosso, Brasil, 2020.



Fonte: dados da pesquisa.

Com base na Figura 4 é possível observar que a ciclovia 7 se apresentou distinta de todas as outras quanto às suas características de temperatura e umidade relativa, para todo o período analisado (seco e chuvoso). No grupo 1, representado pela linha azul, estão todas as ciclovias com pouca ou nenhuma arborização, e no grupo 2, representado pela linha vermelha, está a ciclovia com comportamento mais distinto quanto à presença da arborização.

Baseado na distância apresentada pelo dendrograma para as ciclovias agrupadas, é possível inferir que as ciclovias 5 e 2 têm comportamento similar, as ciclovias 1, 3 e 6 também formam um conjunto com valores mais próximos e a ciclovia 4, embora tenha um comportamento similar às ciclovias do grupo 1, possui um comportamento diferenciado.

A análise comparativa dos dados obtidos com o levantamento dos valores de temperatura e umidade nas ciclovias da cidade de Sinop demonstrou que as temperaturas se mantiveram na faixa altamente desconfortável em grande parte das medições (BARBIRATO et al., 2007), resultado do clima da região, cuja característica é a predominância de altas temperaturas. Os resultados indicam que a inclusão de mais árvores nas ciclovias torna-se uma ação favorável ao controle da umidade relativa do ar.

As características do clima quente e úmido, a constância de altas temperaturas da região da Amazônia legal, em que se encontra situado o ambiente de estudo, apresentam preocupação pela vulnerabilidade diante do crescimento urbano acelerado, interferência no meio ambiente e alterações climáticas que vem sendo observadas nos últimos anos (SANTOS, 2014; SANCHES et al., 2018; CANDIDO et al., 2020; XIMENES et al., 2020).

Observou-se que as temperaturas nas ciclovias não sofreram influência considerável das condições relacionadas ao microclima local para os períodos analisados, mantendo-se em grande parte das medições na faixa altamente desconfortável (BARBIRATO et al., 2007), resultado do clima da região, cuja característica é de altas temperaturas durante todo o ano. A classificação de ITU proposta por Barbirato et al. (2007) é muito utilizada nos trópicos para avaliar o “stress” no ambiente urbano. O conforto térmico tem relação direta com fatores além do climático, sendo relacionado às atividades humanas, desde o vestuário utilizado até as interferências no ambiente, assim vários condicionantes podem interferir nos valores de

temperatura e umidade (NÓBREGA; LEMOS, 2011). Salieta-se que o comportamento do desvio padrão para os dados de temperatura e umidade no período determinado pelo clima seco na região, estabelece maior sensibilidade ao “stress” provocado pelas ações humanas (BARBIRATO, 2007; NÓBREGA; LEMOS, 2011).

No presente estudo o período da chuva apresentou variação menor do desvio padrão comparativamente ao período da seca, mostrando uma homogeneidade nos valores de temperatura e umidade. No período da seca ocorreu ligeiro aumento no desvio padrão dos valores de temperatura e aumento considerável nos valores de umidade, propondo a ação de maior interferência relacionada às particularidades do meio urbano como o adensamento urbano, a existência de fluxos de água e a presença de áreas verdes (CANDIDO et al., 2020).

Nóbrega e Lemos (2011) constataram em estudo desenvolvido na cidade de Recife que as transformações do espaço urbano impulsionam o desconforto térmico, visto as variantes de crescimento urbano e comportamento dos indivíduos, sugerindo cautela na prática de atividades físicas ou laborais nos ambientes abertos. Os autores observaram ao longo do estudo que, nos dias com mais nebulosidade, a sensação de conforto térmico era melhor, mesmo que a temperatura se mantivesse alta. Os referidos autores apontam que o processo de crescimento e desenvolvimento das cidades amplia a preocupação com respeito à qualidade de vida dos habitantes no futuro, e destacam que a manutenção de ilhas de frescor através de ações do poder público (manutenção de praças e parques públicos, restauração dos manguezais e áreas litorâneas) torna-se uma alternativa viável à melhoria da qualidade de vida e do ambiente urbano.

Desta forma, nota-se que os resultados obtidos com o levantamento de temperatura e umidade nas ciclovias de Sinop/MT, corroboram com o fato de que a presença de arborização se apresenta como alternativa efetiva que favorece o conforto térmico do usuário das ruas e por correlação das ciclovias, explicando as diferenças encontradas entre as ciclovias com pouca ou nenhuma arborização (1 a 6) e a arborizada (7) (LEAL et al., 2014; MARTINI et al., 2018). O sombreamento contribui, resultando em melhora dos índices climáticos, filtrando a radiação solar e minimizando o desconforto térmico (NOVAIS et al., 2018). A disposição contínua e contígua das árvores, mostra-se capaz de amenizar o clima, mesmo diante do número expressivo de edificações e da impermeabilidade do solo pelo asfalto (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007; CANDIDO et al., 2020).

Os valores de temperatura e umidade encontrados neste estudo indicam que a arborização, presente nas ciclovias estudadas, não foi capaz de melhorar a condição de conforto durante o período das chuvas, sendo o clima predominante da região, decisivo para esta característica, porém, o comportamento oposto se observa para o período seco, em que a arborização presente na ciclovia 7 coloca este espaço em vantagem com relação ao conforto térmico das outras seis ciclovias analisadas. Os valores de temperatura e umidade situaram-se na maior parte do período de levantamento dos dados no parâmetro “altamente desconfortável” em virtude da característica predominante do clima da região (BARBIRATO et al., 2007, SANCHES et al., 2018; SANCHES, 2015). No entanto, quando realizada a comparação entre as ciclovias, principalmente no período de clima seco, observa-se influência do processo de evapotranspiração das árvores no índice de conforto térmico para a ciclovia 7 (NOVAIS et al., 2018).

O agrupamento obtido pela análise multivariada dos dados de temperatura e umidade relativa nas ciclovias mostra que a presença de arborização efetiva, composta não apenas

arbustos, confere uma diferença marcante no conforto da estrutura cicloviária, seja pela proteção solar direta, ou ainda amenizando as temperaturas no meio urbano (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007; MARUYAMA; SIMÕES, 2014; XIMENES et al., 2020). Desta forma, a escolha das espécies arbóreas é de suma importância para se obter os resultados de conforto esperado no cenário das cidades, relacionado, ainda, aos benefícios proporcionados pelas mesmas ao meio ambiente e à saúde da população (XIMENES et al., 2020). Efetuando-se a comparação entre os dados das ciclovias 4 e 7, observa-se que a presença de vegetação arbustiva ou de árvores, ainda de baixa estatura, não conferem o mesmo efeito do que as árvores de maior porte e altura (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007).

Além dos fatores de conforto térmico, cabe ressaltar a importância da arborização como fator de proteção do solo e da vegetação, proporcionando conforto visual e sensação de cuidado com o meio ambiente e ambiente urbano. A arborização ao formar túneis com o encontro das copas das árvores proporciona um efeito de condução do olhar do observador, proporcionando acolhimento visual, a junção das copas das árvores ainda contribui com um microclima agradável no ambiente e entorno (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007; MARUYAMA; SIMÕES, 2014).

Por outro lado, a falta de arborização, tão necessária para as cidades com clima quente, prejudica, não só o deslocamento por bicicletas, mas também o deslocamento do pedestre. A falta de arborização urbana nas ciclovias apresenta uma característica de aridez local e prejuízo à qualidade de vida do usuário (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007; MARUYAMA; SIMÕES, 2014).

A arborização é uma alternativa viável para a manutenção do microclima mais agradável na região, contribui com a purificação do ar, o aumento da permeabilidade do solo, e com o embelezamento das cidades, proporcionando valores estéticos, bem-estar psicológico, saúde física e mental aos moradores dos centros urbanos (LUZ, 2012; RAMOS et al., 2019).

Todas as ciclovias analisadas fazem parte do traçado urbano da cidade de Sinop/MT e, de forma geral, têm ao seu lado vias asfaltadas, sofrendo, desta forma, a ação que a impermeabilidade do solo traz ao clima. A impermeabilidade do solo pelo asfaltamento em ação conjunta com o grande número de edificações causa influência negativa ao ambiente, pois reflete a radiação solar, diferentemente da arborização que faz absorção dessa radiação para conversão da fotossíntese (LEAL et al., 2014; MARTINI et al., 2018; RAMOS et al., 2019). A ciclovia 7 destaca-se entre todas, pois mesmo diante desse cenário, comporta-se de forma mais positiva para a saúde do indivíduo e do ambiente.

Acredita-se que a elaboração deste estudo contribua com novas estratégias direcionadoras de planejamento urbano, elaboração de políticas de sensibilização e conscientização da preservação ambiental, centradas na Promoção da Saúde, contribuindo com o incentivo à mobilidade ativa e proporcionando, desta forma, melhores condições de saúde e qualidade de vida ao cidadão.

Atenta-se que o levantamento realizado individualmente e a quantidade reduzida de equipamentos, concomitantemente, apresentam-se como limitação do estudo, podendo ter sido elaborado com maior precisão com coleta simultânea de dados, viabilizando uma análise em tempo real de todos os pontos relacionados na pesquisa. Outro fator de limitação do estudo foi a realização das medições exclusivamente aos domingos, um dia com movimentação reduzida nas ciclovias. Sendo assim, oportuniza-se a sugestão para continuidade de novos estudos, ampliando o leque para investigações futuras, tendo em vista a importância das

informações que envolvem a arborização pública das ciclovias como participante do planejamento urbano e ambiental, observando papel importante na Promoção da Saúde.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos dados analisados, constatou-se que a presença da arborização urbana no ambiente das ciclovias assume grande importância contribuindo com melhores condições do ambiente urbano, principalmente diante das condições extremas de temperatura e umidade vivenciadas na região estudada. Reforça-se que em cidades com ocorrências extremas de temperatura e umidade, em valores indicados como não saudáveis pela OMS, a radiação solar age como um parâmetro influente e deve ser considerada no planejamento de espaços de uso público, criando um cenário ambientalmente mais favorável ao cidadão.

A vegetação inserida no ambiente das ciclovias, além de amenizar a temperatura e melhorar os níveis de umidade do ar, contribui como incentivo à mobilidade ativa, proporcionando melhores condições de saúde e qualidade de vida para os cidadãos. Identificou-se a necessidade de arborização, formando uma espécie de túnel arbóreo e mostrou-se efetiva a necessidade de árvores de grande porte que permitem maior cobertura da superfície, através do sombreamento, criando um microclima mais eficiente e agradável para os usuários do transporte ativo, estimulando o uso das ciclovias como via de deslocamento saudável e segura.

Assim, conclui-se que a arborização é uma estratégia efetiva de Promoção da Saúde no ambiente urbano, contribuindo com as condições de conforto térmico em ciclovias e a qualidade ambiental, principalmente quando verificados valores baixos de umidade relativa do ar, amparando positivamente aspectos relacionados à urbanização, como estética, segurança e microclima.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE JUNIOR, J. H.; LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 4, p. 50-66, 2007.

ALMEIDA, J. R.; NUNES, A.C. S. Planejamento urbano: uma abordagem sistêmica da interferência das áreas verdes na definição da qualidade de vida. **Paisagem e Ambiente**, n. 41, p. 187-210, 2018.

ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017.

BARBIATO, G. M.; DE SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. Clima e Cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. **EDUFAL**, 2007, 154 p.

BARBERAN, A.; SILVA, J. A.; MONZON, A. Factors influencing bicycle use: a binary choice model with panel data. **Transportation research procedia**, v. 27, p. 253-260, 2017.

BARBIERO, L. Mobilidade urbana em tempos de covid-19: A bicicleta como opção. In: TOWS R. L. et al. **Pandemia, Espaço e Tempo: Reflexões geográficas**. 1ª ed. Maringá, PR: PGE – Programa de Pós Graduação em Geografia, p. 185-201, 2020.

CANDIDO, C. R.; DA LUZ, E. G.; ROSSI, F. A.; SANCHES, J. C. M. Análise de variáveis microclimáticas para cidades tropicais brasileiras de pequeno e médio porte. **Revista de Engenharia Urbana e Ambiental**, v. 14, n.1, p. 98-109, 2020.

CGESP – **Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas da Prefeitura de São Paulo**. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acessado em: 01 de nov. 2020.

CAPOLONGO, Stefano et al. Strategie urbane di pianificazione e progettazione in salute, per migliorare la qualità e l'attrattività dei luoghi. [Healthy urban planning and design strategies to improve urban quality and attractiveness of places.]. **Techne**, v. 19, p. 271-279, 2020.

DE CASTRO, C. C.; KANASHIRO, M. Mobilidade urbana sustentável: proposta de um sistema cicloviário para Londrina. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 3, n. 8, 2015.

ESTATCAMP. **Action Stat** Versão 3.6.331.450. São Carlos-SP. 2019.

FRATER, J.; KINGHAM, S. Adolescents and bicycling to school: does behaviour setting/place make a difference? **Journal of transport geography**, v. 85, p. 102724, 2020.

FIALHO, E. S.; DE ALVAREZ, C. E. **Análise de Índices de Conforto Térmico Urbano associados às Condições Sinóticas de Vitória (ES)**, Brasil, 2017.

GEHL, J. **Cidade para pessoas**. 3ª ed. São Paulo, SP: Perspectiva, 2017.

GOMES, J. V. C. C. et al. Umidade relativa do ar no município de Assú: estudo de caso das ilhas secas no dia 19/11/2014. **Revista do CERES**, v. 1, n. 2, p. 184-190, 2015.

GONÇALVES, A.; MENEGUETTI, K. S. Projeto de arborização como patrimônio da cidade. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 1, p. 99-118, 2015.

GOUVEIA, N.; KANAI, C. Pandemics, cities and Public Health. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p.1-10, 2020.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/sinop/panorama>. Acessado em: 10 de jul. 2020.

ISETTI, G. et al. Is caring about the environment enough for sustainable mobility? An exploratory case study from South Tyrol (Italy). **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 6, p. 100148, 2020.

KANDA, W.; KIVIMAA, P. What opportunities could the COVID-19 outbreak offer for sustainability transitions research on electricity and mobility? **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101666, 2020.

KUHNEN, A.; MOREIRA, A. R. C. P.; PERES, P. M. S. Open Spaces. In: CAVALCANTE, Sylvia; ELALI, Gleice A. **Psicologia Ambiental: Conceitos para a leitura da relação pessoa-ambiente**. 1ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018. p. 149-158.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência das florestas urbanas na variação termo-higrométrica da área intraurbana de Curitiba-PR. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 807-820, 2014.

LUZ, S. A. Arborização urbana: importância e parâmetros para uma implantação adequada. **Revista Thêma et Scientia**, v. 2, n. 2E, p. 43-50, 2012.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. A influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018.

MARUYAMA, C. M.; SIMÕES, F. A. Arborização urbana e transporte cicloviário: o caso de Chapecó, SC. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano**, v. 36, p. 2º, 2014.

MEDEIROS, J. F. S. A Pandemia e seus (des) caminhos. Espaço e Economia. **Revista brasileira de geografia econômica**, n. 18, 2020.

MENESES, J. R.; SALES, G. L. Caminhos cicláveis: Conforto térmico como fator de melhoria do uso das ciclovias de Vilhena, RO. Paranoá. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, n. 22, p. 131-142, 2018.

NETTO, N. A.; RAMOS, H. R. Estudo da Mobilidade Urbana no Contexto Brasileiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 59-72, 2017.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des) conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia**, Recife, v. 28, n. 1, p. 93-109, 2011.

NOVAIS, J. et al. Índice de temperatura e umidade (ITU) visando o conforto Térmico para o Parque Mãe Bonifácia, Cuiabá-MT. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 69-75, 2018.

RAMOS, L. L. A.; PALHANO, P. S. T.; RAMOS, S. R. Análise dos espaços de equilíbrio ambiental da região central de Vila Velha-ES. **Paisagem E Ambiente**, v. 30, n. 43, p. e148365-e148365, 2019.

SANCHES, J.C.M. **Uma metodologia para a inserção do clima como critério para o planejamento urbano: análise da cidade de Sinop-MT**. Tese (Doutorado em Urbanismo) – UFRJ. Rio de Janeiro, 2015, 232p.

SANCHES, J. C. M. et al. Mapa de análise climática de cidades de pequeno e médio portes no contexto do pantanal mato-grossense. **Revista de Geografia**, Recife, v. 37, n. 1, p.166 – 176, 2020.

SANCHES, J. C. M. et al. Clima urbano como critério de planejamento de assentamentos de habitações de interesse social: o caso de Sinop – MT, na Amazônia Legal brasileira. In: **Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono- A Cidade Habitada**, Porto – Portugal, p. 1-15, 2018.

SANTOS, L.E.F. **Atlas Histórico e Geográfico de Sinop**. 1ª ed. Sinop, 2014.

SEGADILHA, A. B. P.; DA PENHA SANCHES, S. Identification of factors that influence cyclist route choice. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 160, p. 372-380, 2014.

SINOP, Lei Complementar 116/2015. **Código Municipal de Meio Ambiente**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mt/s/sinop/lei-complementar/2015/11/116/lei-complementar-n-116-2015-dispoe-sobre-o-codigo-municipal-de-meio-ambiente-e-da-outras-providencias>. A cessado em: 28 de fev. 2021.

SILVA, K. G. et al. Percepções do ambiente construído e sua associação com a caminhabilidade objetiva. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 7, n. 2, p. e00084-e00084, 2019.

SIQUEIRA-GAY, J.; DIBO, A. P. A.; GIANNOTTI, M. A. Vulnerabilidade as ilhas de calor no município de São Paulo: uma abordagem para a implantação de medidas mitigadoras na gestão urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 105-123, 2017.

SOUSA, I. C. N.; PENHA-SANCHES, S. Fatores influentes na escolha de rota dos ciclistas. **EURE (Santiago)**, v. 45, n. 134, p. 31-52, 2019.

TALASKA, Alcione et al. Repercussões de políticas públicas no território da região centro-norte (Sinop)/MT, Amazônia legal: uma análise da dinâmica demográfica e o desenvolvimento regional. **X Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, 2019.

VALE, D. S. A cidade e a bicicleta: uma leitura analítica. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**, n. 103, p. 45-66, 2016.

VANSTEENKISTE, P. et al. The implications of low quality bicycle paths on the gaze behaviour of young learner cyclists. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 48, p. 52-60, 2017.

XIMENES, E.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Percepção ambiental dos cidadãos sobre a arborização de ruas com *copernicia prunifera* em natal e Parnamirim, RN. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 3, p. 42-55, 2020.

XIAO, X. D. et al. The influence of the spatial characteristics of urban green space on the urban heat island effect in Suzhou Industrial Park. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 428-439, 2018.