

Vegetação e microclima em área urbana. Cuiabá, Mato Grosso - Brasil

Maria Corette Pasa^{1*} Lucas Henrique Vieira Lenci¹ Nhaára Da Vila Pereira¹ Rosenil Antonia de Oliveira Miranda¹

¹Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil

Original Article

*Corresponding author:
pasaufmt@gmail.com

Keywords:

Urban vegetation

Temperature

Relative humidity

Microclimate

Palavras-chave:

Vegetação urbana

Temperatura

Umidade Relativa

Microclima

Received in

2019/05/09

Accepted on

2020/07/06

Published in

2020/11/02



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i3.8352>



RESUMO: Este estudo objetivou avaliar a tendência microclimática e o conforto térmico em três pontos de coletas em espaços arborizado e não arborizado: bosque (Ponto 1), área de gramínea (Ponto 2) e área pavimentada (Ponto 3) no campus da UFMT em Cuiabá. Para o registro dos dados utilizou-se das miniestações Thermohigrômetro da marca Alloet, modelo TA – 318 com precisão de 0,1%. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados simultaneamente nos três pontos de amostragem, sendo que no Ponto 1 a coleta ocorreu no interior do bosque. Os dados meteorológicos foram coletados diariamente das 09:00h às 17:00h, com frequência de hora em hora, durante 15 dias no mês de maio de 2018, e as variáveis analisadas (temperatura e umidade relativa do ar) foram comparadas por meio de estatística descritiva (média aritmética), que permite diferenciar as áreas quanto ao microclima. Os resultados mostraram diferenças significativas entre o microclima interno e externo ao bosque. A temperatura no interior do bosque apresentou média diária de 28° C, na área de gramínea a temperatura média diária foi de 32,3°C e na área pavimentada com temperatura média diária de 35°C, atingindo até 7°C de diferença entre as áreas. A umidade relativa no interior do Ponto 1 foi de 50,9 %, no Ponto 2 foi de 44,5% e no Ponto 3 de 39,3%, para médias diárias. Portanto, a diferença da umidade do ar foi de até 11,6% entre os pontos amostrados. Desta forma, pode-se concluir que a área verde arbórea urbana e natural no campus da UFMT em Cuiabá contribui para a melhoria microclimática, proporcionando impactos significativos da vegetação sobre o conforto térmico local.

Vegetation and microclimate in open urban area. Cuiabá, Mato Grosso – Brazil

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the microclimate trend and thermal comfort in three collection points in wooded and non-wooded spaces: grove (Point 1), grass area (Point 2) and paved area (Point 3) on the UFMT campus in Cuiabá. Alloet Thermohygrometer mini-stations, model TA - 318, were used to record the data with 0.1% accuracy. The temperature and relative humidity data were collected simultaneously at the three sampling points, and at Point 1 the collection took place inside the grove. Meteorological data were collected daily from 9:00 am to 5:00 pm, with an hourly frequency, for 15 days in the month of May 2018, and the variables analyzed (temperature and relative humidity) were compared using descriptive statistics (arithmetic mean), which allows differentiating the areas regarding the microclimate. The results showed significant differences between the internal and external microclimate to the grove. The temperature inside the grove showed a daily average of 28°C, in the grass area the average daily temperature was 32.3°C and in the paved area with an average daily temperature of 35°C, reaching up to 7°C of difference between the areas. The relative humidity inside the Point 1 was 50.9%, at Point 2 it was 44.5% and at Point 3 of 39.3%, for daily averages. Therefore, the difference in air humidity was up to 11.6% between the sampled points. Thus, it can be concluded that the urban and natural tree green area on the UFMT campus in Cuiabá contributes to the microclimate improvement, providing significant impacts of vegetation on thermal comfort.

Introdução

A vegetação é um importante instrumento no auxílio para o provimento de um ambiente termicamente agradável. No entanto, áreas verdes em ambientes urbanos estão sendo reduzidas em detrimento da urbanização e crescimento demográfico. Esse crescimento em larga escala favorece a remoção de grande parte da vegetação para a ampliação ou construção de vias, edifícios e de parcelamentos de terra, aumentando a cobertura pavimentada dessa área (Silva et al. 2015).

Atualmente, estima-se que 67% da população mundial vivem em áreas urbanas. Na América Latina, uma das regiões mais urbanizadas do globo, com diversas cidades entre as mais populosas do mundo, estima-se que cerca de 80% da população vivem em cidades, esperando-se que este percentual alcance os 90% até 2025 (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012). No Brasil, o percentual da população urbana já chega a 83% (Angeoletto et al. 2016; Duarte et al. 2018).

sto posto, se as tendências de expansão urbana continuarem nesse ritmo estima-se que até 2030 as áreas urbanizadas sofrerão aumento entre 800 mil e 3,3 milhões de quilômetros quadrados e com possível incorporação de pelo menos 60% de novas áreas (Secretariat of the Convention Biological Diversity 2012). Para Duarte et al. (2018) se a análise recai sobre o ponto de vista ambiental, este aumento das áreas urbanizadas projetado para as próximas décadas representa uma série de impactos significativos à qualidade ambiental urbana. As principais implicações ambientais urbanas serão maior incidência de radiação solar direta, aumento da temperatura do ar, redução da umidade, modificação da direção dos ventos, aumento da emissão de radiação de onda longa e alteração dos ciclos de precipitação (Abreu 2008).

A arborização desempenha ecologicamente um efeito significativo no controle de fluxo e direção dos ventos, de forma a favorecer o condicionamento térmico do ambiente externo. Nesse sentido, observa-se que no microclima urbano, um dos principais efeitos da vegetação é a redução da temperatura do ar pelo aumento da umidade, proporcionado pelo processo de evapotranspiração, no qual ocorre a perda de água para atmosfera por evaporação e por transpiração de forma combinada. A refletância, a morfologia, a rugosidade e a resistência da superfície da folha também influenciam no processo de evapotranspiração (Shinzato 2009).

Outra função de extrema importância da arborização no meio urbano, são os efeitos do sombreamento, cuja principal finalidade é amenizar as altas temperaturas, em locais de clima quente durante o ano todo (Callejas 2013). De acordo com Mascaró e Mascaró (2005), a arborização substitui com vantagem qualquer sistema de sombreamento. Desta forma, as condições atmosféricas resultantes

das interações entre superfície urbanizada (arborizada ou não) e o ar que circula na camada limite, nas escalas meso e microclimáticas, pode ser denominado de clima urbano, que segundo Monteiro (1990) “consiste em um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e a sua urbanização”.

O processo de urbanização na cidade de Cuiabá trouxe alterações no ambiente, gerando impactos consideráveis no clima local. A substituição da vegetação nativa pela massa de construções prediais e do revestimento no uso do solo alteraram substancialmente a paisagem local, interferindo no comportamento do microclima, topo e clima local e no espaço urbano (Silva e Tarifa 2017). Além do crescimento desordenado a cidade de Cuiabá por apresentar baixa altitude e caracterizada como Unidade Megatérmica Subúmida, apresenta um clima quente. Este clima é resultante das altas temperaturas devido ao forte aquecimento superficial, aliado aos ventos fracos locais, que promovem uma sensação térmica superior ao que se registra no ambiente (Maitelli 2010).

Conforme Leal et al. (2011) ressaltam que para entender a importância da cobertura vegetal arbórea urbana de origem natural sobre os benefícios microclimáticos deve-se comparar o microclima interno de uma área verde com a sua área externa. Neste contexto, para compreender as implicações do efeito da vegetação sobre o microclima urbano, objetivou-se avaliar a influência microclimática e o conforto térmico no campus da Universidade Federal de Mato Grosso em Cuiabá.

Material e Métodos

Área de estudo

Cuiabá é a capital do Estado de Mato Grosso e considerada o centro geodésico da América do Sul (56°06'05",55 O; 15°35'56",80 S). O município está localizado no centro-sul do Estado, na região Centro-oeste do Brasil (Figura 1), fazendo limite com os municípios de Chapada dos Guimarães, Várzea Grande, Santo Antônio do Leverger, Campo Verde e Acorizal (IBGE 2010).

O campus de Cuiabá da UFMT encontra-se nas coordenadas geográficas 15° 36' 31" S, 56° 03' 49" O. Apresenta um ambiente heterogêneo, com diferentes padrões de uso e ocupação do solo, dentre os quais pode-se destacar os locais de áreas verdes (bosques), áreas abertas com vegetação rasteira (gramínea) e áreas expostas (solo nu) sem presença de vegetação e impermeabilizadas, como estacionamentos e pavimentações. A área total do campus é de 740 mil m², equivalente a 74 ha segundo IBGE (2010). O presente estudo está localizado ao sul da Universidade Federal de Mato Grosso e abrange uma área de 4 mil m², equivalente a 0,54 ha da área total do campus.

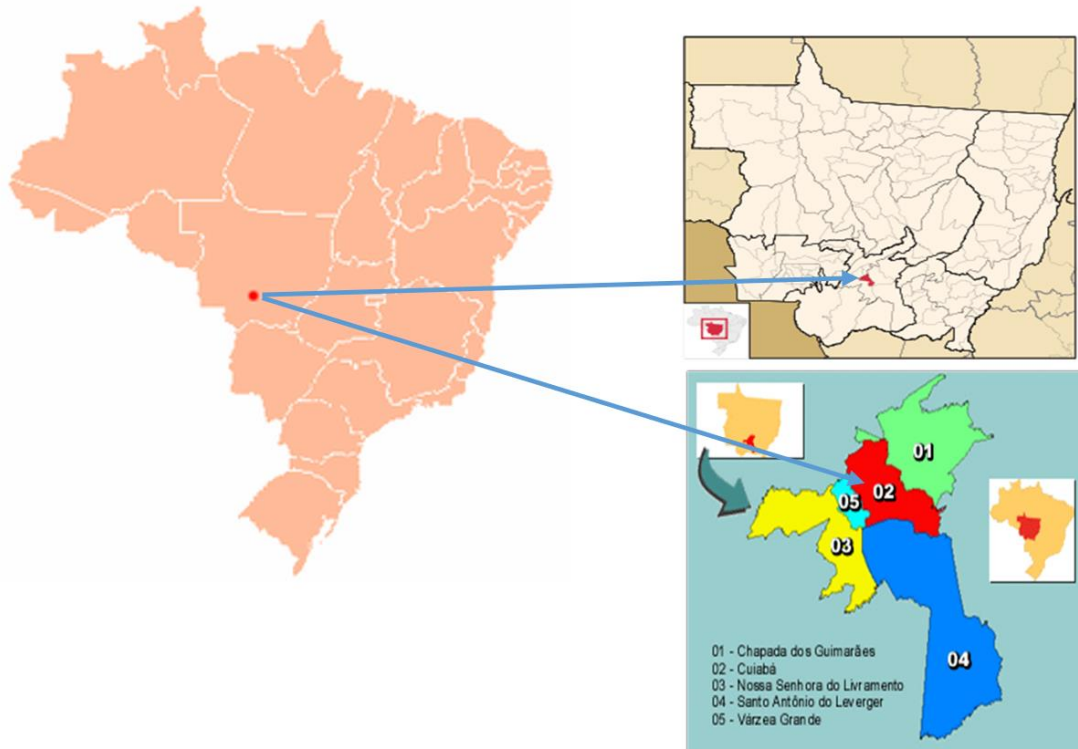


Figura 1. Localização do município de Cuiabá - MT.
Fonte: Google Earth. 2018.

A cobertura vegetal de Cuiabá é caracterizada por fitofisionomias de Cerrado. O relevo cuiabano é formado por um conjunto de terras baixas, de 80 a 300m, tendo em seu entorno relevos mais elevados, entre 300 a 600m. Cuiabá é caracterizada como Unidade Megatérmica Subúmida e por conta de sua baixa altitude, sofre um forte aquecimento superficial, apresentando um clima com grandes

períodos de secas, entre os meses de abril a novembro (inverno), e um período chuvoso mais curto, que vai de dezembro a março (verão), segundo Maiteli (2005) e Romero (2007). A pesquisa foi desenvolvida no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT em Cuiabá, conforme Figura 2.

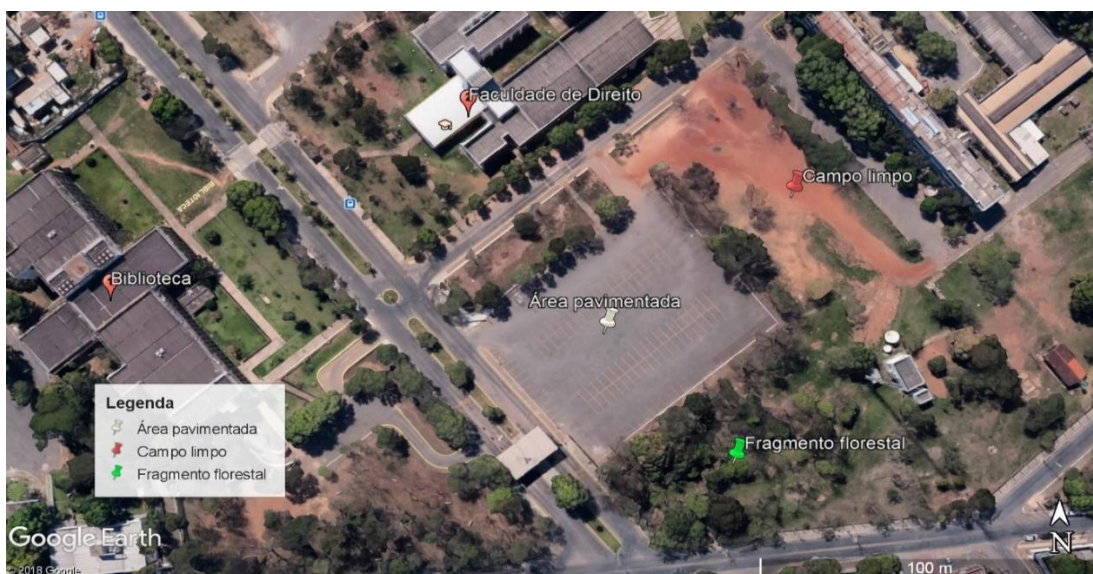


Figura 2. Localização dos pontos amostrados no campus da UFMT. Cuiabá. MT.
Fonte: Google Earth. 2018.

Inventário Metodológico

Foram estabelecidas três áreas de amostragem (Pontos 1, 2 e 3), com extensão total 4000 m², que representa em torno 5,11% do total da área do campus da UFMT em Cuiabá. Os pontos amostrados são urbanos, localizados próximos entre si e com condições topográficas semelhantes, mas divergentes quando se trata do uso/cobertura do solo.

Para o levantamento dos dados foram utilizadas as miniestações Alloet TA – 318 com precisão de 0,1% e porcentagens máxima e mínima de 98% e 25%, respectivamente. Este equipamento trata-se de um termohigrômetro, luxímetro e decibelímetro, incorporados em um único instrumento que foi usado para a coleta dos parâmetros ambientais de temperatura e umidade relativa do ar.

As coletas ocorreram no mês de maio de 2018, com registros de hora em hora, a partir das 09:00h às 17:00h nos três Pontos de amostra, durante 15 dias. Após, os dados foram registrados em planilhas e inseridos como valores de entrada no programa Microsoft Office Excel, e as variáveis analisadas (temperatura e umidade relativa do ar) foram comparadas por meio de estatística descritiva (média aritmética), que permite diferenciar as áreas quanto ao microclima.

Pontos de coletas

Bosque

Denominado de Ponto 1, apresenta uma área de aproximadamente 1.800 m² de extensão e com espécies arbóreas nativas do Cerrado. O bosque proporciona sombreamento em torno de 80% no interior do ambiente, segundo a soma da área basal dos indivíduos, após multiplicado pelo número total das espécies presentes (Abreu 2008). A forma da copa das árvores e seu tamanho determinam a área sombreada, que muda de acordo com a espécie, a estação do ano e ao longo dos anos (Biz et al. 2015; Albuquerque e Lopes 2016). Botanicamente, todos os indivíduos presentes no bosque, apresentam status arbóreo (Lorenzi 2009).

Devido à altura de suas copas, as árvores proporcionam significativo sombreamento e microclima agradável durante a maior parte do dia. Vale salientar que neste período de coleta as árvores ainda não perderam suas folhas aumentando significativamente a interceptação da radiação solar. A presença de pequenas clareiras no seu interior favorece o desenvolvimento de gramíneas no solo, influenciando positivamente na sensação térmica local devido às associações de sombreamento, solo verde e a presença de vento. As folhas e o solo verde influenciam na interceptação da chuva contra a lixiviação e a erosão, e retorno rápido da água para a atmosfera, devido ao aumento da evapotranspiração.

Campo Limpo

Também denominado de Ponto 2, a área apresenta cobertura vegetal de gramínea, muito próxima do bosque e com extensão de 1200 m². Segundo a história de ocupação do campus, essa área foi desmatada ao longo do tempo e tornou-se uma área de transição, espacialmente correlacionado à presença de edificações próximas, para atender às demandas inerentes as atividades da UFMT. A miniestação ficou alocada na parte central da área de gramínea e desprovida de qualquer sombreamento arbóreo.

Área Pavimentada

Denominado de Ponto 3 com extensão de aproximadamente 1000 m². Esta área sem qualquer cobertura de vegetação, sem qualquer arborização ou mesmo edificações, que possam fazer sombreamento no local. Área com total incidência de radiação solar durante o dia todo. O espaço possui cobertura do solo de concreto em cem por cento e serve para estacionamento de carros e motocicletas. A miniestação foi alocada na parte central desta.

Resultados e discussão

Três paisagens distintas foram usadas neste estudo: bosque (Ponto 1), campo limpo (Ponto 2) e pavimentado (Ponto 3). Essas paisagens estão localizadas no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, na cidade de Cuiabá (Figura 1), muito próximas entre si. Somente o Ponto 1 é arborizado, um remanescente florestal do bioma Cerrado, as outras áreas desprovidas de arborização.

O bosque abriga diversas espécies arbóreas e nativas do cerrado mato-grossense de grande importância ambiental ao compor áreas verdes caracterizadas como remanescentes florestais em ambiente urbano. Para Bargos e Matias (2011) um conceito para áreas verdes urbanas deve considerar que elas sejam uma categoria de espaço livre urbano composta por vegetação arbórea e arbustiva, com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna) e estética (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação).

As florestas urbanas com sua diversidade arbórea, apresentam-se como uma maravilha natural e está cada vez mais bem documentado, por exemplo, sustentando principais ciclos biogeoquímicos e determinação da resiliência às mudanças climáticas (Sakschewski et al. 2016). A relação entre o clima e a cobertura vegetal é tema amplamente discutível entre as populações, tanto do ponto de vista científico quanto popular. A vegetação ao oferecer proteção para solo, água e

serviços ambientais têm um papel importante para o meio ambiente exercendo influência direta sobre os tipos climáticos em cada região (FAO 2016).

As coletas ocorreram durante o inverno, segundo classificação climática de Köppen. Coincidentemente, nesse período ocorre o início do Solstício de Inverno no hemisfério Sul, fenômeno em que a Terra recebe uma quantidade maior de luz, com noites mais longas e os dias mais curtos. Para Dacanal et al (2010) a quantidade total de energia, que faz parte do balanço de calor, varia anualmente, conforme a posição de um ponto do planeta em relação ao Sol, determinando as estações do ano. A quantidade de radiação solar incidente em um ponto da Terra também varia de acordo com a latitude. Assim, as regiões próximas do Equador contam com alta incidência de radiação solar durante todo o ano e o balanço de energia anual decorrentes da latitude, explica, de modo geral, o clima.

Os resultados apontam para a importância das árvores presentes no bosque (Ponto 1), que influenciam significativamente sobre os parâmetros

ambientais ao promover o sombreamento local, além de proporcionar menores temperaturas in loco e a visível sensação de maior conforto térmico, quando comparado aos Pontos 2 e 3 (não arborizados).

Nas três paisagens (Pontos 1, 2 e 3), o bosque ao proporcionar sombreamento local apresentou temperaturas mais amenas, que variaram de 21,8°C à 32,5°C durante os quinze dias. A temperatura média diária, nessa paisagem, para o período monitorado foi de 28°C (Figura 3). A arborização é um indicador de qualidade ambiental urbana, pelos benefícios que ela oferece para o equilíbrio ambiental, saúde e bem-estar da população urbana (Biz et al. 2015; Souza e Amorim 2016; Albuquerque e Lopes 2016; Duarte et al. 2018). Arborização urbana pode ser compreendida como toda a cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades, representando a cobertura vegetal urbana de porte arbóreo, de origem natural ou não (Rodrigues et al. 2002).

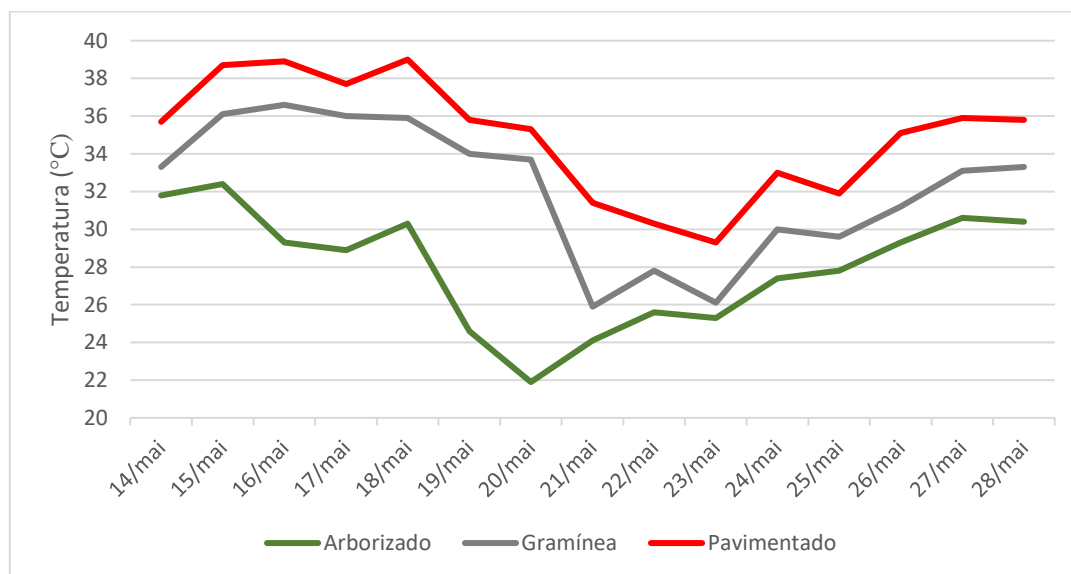


Figura 3. Temperatura média diária do ar no campus da UFMT.

Portanto, destaca-se a influência da vegetação, especificamente no bosque e de sua interação com a atmosfera urbana, no que diz respeito à modificação das características microclimáticas locais. Para Lombardo et al. (2012) as áreas verdes nas cidades, são consideradas componentes estratégicos urbanos, que contribuem com o ciclo hidrológico, controle de erosões, oferecem áreas de sombreamento, redução do ruído e também amenização térmica.

No Ponto 2, sem arborização, mas com total cobertura de gramínea, apresentou uma temperatura média de 32,3°C. No Ponto 3, desprovido de vegetação, a temperatura média foi de 35°C. Portanto, a amplitude térmica entre as temperaturas

médias entre os Pontos 1 e 3 foi de 7°C, o que pode corresponder à sensação térmica de maior calor e conseqüentemente, menor conforto térmico corporal. As variáveis microclimáticas entre os pontos alocados detectaram registros de temperaturas com amplitude térmica de até 12°C entre os Pontos 1 (arborizado) e Ponto 3 (pavimentado), com os maiores picos da temperatura as 14h, conforme Figura 4. Dados semelhantes para Leal et al (2011) ao apontar que para entender melhor a importância dos benefícios microclimáticos dos parques e bosques da cidade deve-se comparar o microclima interno de uma área verde com a sua área externa.

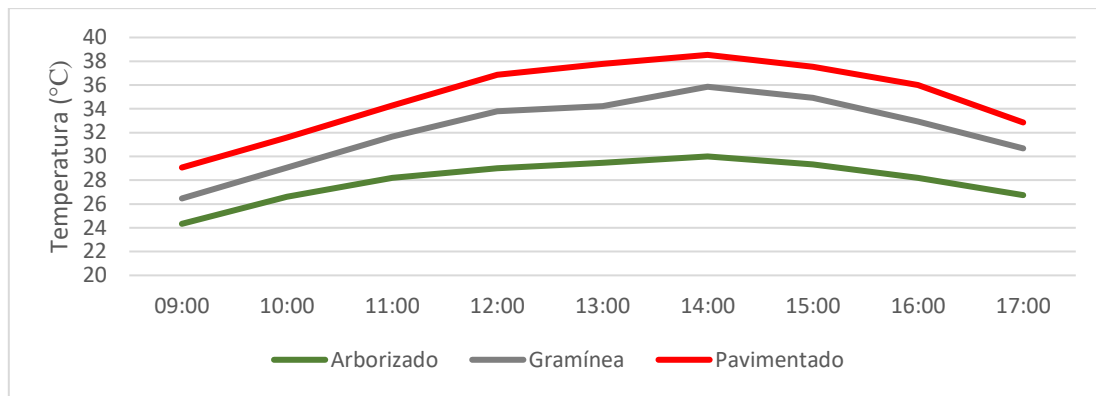


Figura 4. Temperatura média do ar por hora. UFMT. The values in parentheses correspond to the variant coefficients in percentage.

Temperaturas menores como 18°C, 25°C e 27°C (Pontos 1, 2 e 3, respectivamente) foram registradas durante a pesquisa. Este evento climático, que apresenta queda de temperatura e com o céu parcial ou totalmente encoberto, ocorre durante o inverno local, denominado regionalmente de “friagem”, que dura, em média, de dois a três dias. Depois, o sol volta a brilhar intensamente com aumentos da temperatura entre 10h e 15h, principalmente.

No caso das variações dos elementos climáticos, pesquisadores locais analisaram a penetração de uma intensa frente fria ocorrida em 1972, que provocou decréscimos na temperatura do ar em Cuiabá, MT de até 13° C. Devido aos altos valores de energia que incide na superfície, o comportamento da temperatura do ar mostra variação ao longo do ano que inclusive sofrem a ação de sistemas frontais denominados localmente por Friagem em Mato Grosso, durante a estação da estiagem, ocorrendo um resfriamento considerável durante a estação seca associada à advecção de ar frio de latitudes extratropicais no Hemisfério Sul, devido à passagem de sistemas frontais (Hamilton e Tarifa 1978; INPE 2018).

Os resultados deste estudo enfatizam a importância do bosque ao registrar o sombreamento promovido pela arborização e, conseqüentemente a capacidade de promover a redução das temperaturas de superfície dos objetos sombreados. Ao aproximar as variáveis temperatura e formações vegetais, registra-se a importância da vegetação na função de absorver parte da energia solar que incide sobre a superfície terrestre. Assim, quando o grau de reflexão é maior (o que chamamos de albedo), maior tende a ser o impacto do efeito estufa, pois haverá mais radiação disseminando-se e retornando para a

atmosfera. Dessa forma, áreas com menor presença de vegetação (Pontos 2 e 3), tendem a absorver mais calor devido a menor reflexão, ocasionado pela falta de vegetação, provocando o aumento das temperaturas nos locais.

Durante a pesquisa os registros da temperatura e umidade do ar do ar seguiram a tendência climática na cidade de Cuiabá, ou seja, inverno, com dias curtos, sol forte, altas temperaturas e umidade do ar declinando, significativamente, entre 11h e 15h. A baixa umidade do ar e altas temperaturas em Cuiabá perduram até o começo de setembro de cada ano, quando começam as primeiras chuvas esparsas. Contudo, a temperatura deve reduzir apenas no fim de outubro, quando as chuvas passam a cair com mais frequência. A região Centro-Oeste apresenta baixa umidade nesta época do ano (inverno) porque não tem chuvas e, conseqüentemente, não tem água para evaporar e aumentar a umidade, chegando a níveis críticos em determinados horários do dia (Maitelli 2012; Callejas 2013). Nos estudos citados foram encontrados resultados semelhantes ao deste estudo.

Os resultados mostraram diferenças significativas entre o microclima interno e externo do bosque para todas as variáveis analisadas. No interior do bosque as variáveis meteorológicas apresentaram menores variações durante todo o período de coleta, quando comparada aos Pontos 2 e 3, que apresentaram maiores variações meteorológicas, possivelmente devido a composição da estrutura urbana próxima aos locais. A Tabela 1 registra o gradiente da temperatura e umidade do ar das médias diárias nos locais de coletas (Pontos 1, 2 e 3).

Tabela 1. Média da Temperatura e UR (%) do ar nos pontos de coletas. UFMT. Cuiabá.

Dia	Área arborizada (Ponto 1)		Gramínea (Ponto 2)		Área pavimentada (Ponto 3)	
	Temperatura	UR (%)	Temperatura	UR (%)	Temperatura	UR (%)

14/mai	31,8	43,6	33,3	40,7	35,7	36,0
15/mai	32,5	42,7	36,1	38,0	38,6	34,8
16/mai	29,5	56,5	36,5	48,0	38,8	42,8
17/mai	28,8	58,5	36,0	42,8	37,7	39,4
18/mai	30,3	54,4	35,8	50,0	39,0	39,8
19/mai	24,5	80,8	34,0	55,6	35,7	44,8
20/mai	21,8	51,4	33,6	47,5	35,2	40,1
21/mai	24,1	48,7	25,8	42,8	31,4	38,1
22/mai	25,5	49,5	27,7	46,2	30,3	41,4
23/mai	25,3	49,5	26,1	48,5	29,3	43,8
24/mai	27,4	50,2	30,0	49,2	33,0	43,2
25/mai	27,8	51,2	29,5	44,8	31,8	40,8
26/mai	29,3	51,0	31,2	48,1	35,1	45,0
27/mai	30,5	39,7	33,1	34,5	35,8	32,2
28/mai	30,4	36,2	33,3	30,1	35,7	27,8

A sensação térmica no bosque foi coincidente com o registro da temperatura local, devido a presença da arborização, sombreamento e com temperatura mais amena e agradável, quando comparada aos ambientes desprovidos de arborização. A vegetação representa um elemento chave para um desenho adequado às exigências de conforto, pois a vegetação possui uma importante função na melhoria e estabilidade microclimática devido à redução das amplitudes térmicas, redução da insolação direta, ampliação das taxas de evapotranspiração, umidade do ar e a redução da velocidade dos ventos (Milano e Dalcin 2000; Callejas 2013).

Áreas arborizadas possuem a capacidade fisiológica de emissora de umidade. Tal característica é destaque quando uma árvore é capaz de “bombear” para o ar muitos litros de água por dia ao evaporar-se a água presente em suas folhas e também a água presente abaixo do solo, que é captada pelas raízes (Fisch et al. 1996). Desta forma, o bosque apresenta maior UR do ar pela presença das árvores, proporcionando também uma melhor sensação térmica local. Na área de gramínea observa-se que a UR do ar apresenta valores mais próximos da área com vegetação (bosque) quando comparada com concreto.

No interior do bosque a temperatura variou entre 21,8° a 32,5°, na área de gramínea a variação de temperatura foi de 25,8° a 36,5° e na área pavimentada de 29,3° a 39,0°, variações registradas no período da pesquisa. Os valores para UR (%) foi de 50,9 (Ponto 1), de 44,5 (Ponto 2) e 39,3 (Ponto 3),

representando as variações médias diárias do período. Portanto, a maior diferença para a umidade do ar ocorreu entre os Pontos 1 e 3 (11,6 %), devido a presença das árvores no bosque, proporcionando sombreamento e microclima mais ameno quando comparado a área pavimentada. Os resultados apontam a redução da temperatura média diária, decorrente do sombreamento arbóreo no bosque, o que diminui o estresse térmico por calor no interior desse ambiente. Segundo Duarte et al (2018) ao comparar as diferenças microclimáticas e o conforto térmico entre espaços arborizados e áreas gramadas ou pavimentadas, encontraram grandes diferenças na temperatura média e na sensação térmica nas áreas amostradas.

Nos Pontos 2 e 3 a sensação térmica coincidiu com as altas temperaturas registradas, ocasionadas pelo desprovisionamento de arborização e sombreamento, e conseqüentemente menor umidade do ar. Porém, quando comparadas entre si, a área de gramínea (Ponto 2) se assemelhou a área do bosque (Ponto 1) em suas variáveis microclimáticas, especialmente pela presença de vegetação rasteira e sua delimitação com o bosque. Nas áreas amostradas, as maiores temperaturas e menores valores de umidade do ar registraram-se na área pavimentada (Ponto 3), sensorialmente caracterizado como uma “ilha de calor” em ambiente urbano. Segundo Pinho (2008), destaca que a fraca ventilação aliada às temperaturas elevadas durante o ano todo, e a localização geográfica que a cidade de Cuiabá se encontra, são fatores naturais que contribuem para o maior aquecimento da cidade, facilitando a criação de

“ilhas urbanas”, principalmente em áreas edificadas. Portanto, é necessário investir em planejamento e implementação da arborização urbana local com base não só em seus valores estéticos, mas nos serviços ecossistêmicos que ela desempenha para a melhoria da qualidade ambiental urbana.

No bosque ocorre maior umidade do ar e também maior absorção da radiação solar, seguido pela área de gramínea quando comparadas a área pavimentada, que apresenta menor umidade do ar e menor absorção da radiação solar. Isto advém do fato de que o bosque reflete menos radiação solar e emite menos radiação de ondas longas, sendo provável que o albedo médio seja ligeiramente mais alto que nos Pontos 2 e 3 (gramínea e pavimentado, respectivamente). Na área de pavimentação, o grau de absorção foi menor devido à falta de vegetação, que corresponde maior reflexão dos raios solares e que tende a contribuir para o impacto do efeito estufa, pois haverá mais radiação disseminando-se e retornando para a atmosfera.

Estudos modernos apontam algumas iniciativas que podem contribuir para proteção das áreas vegetadas nos trópicos e também influenciar positivamente alterações climáticas, segundo a Union of Concerned Scientists (2014), que engloba a redução do CO₂ através da preservação de áreas verdes. Caso contrário, possivelmente as gerações futuras serão testemunhas de múltiplas catástrofes ambientais. Atualmente vários pesquisadores supõem que o planeta se encontra na era do “Antropoceno”, um termo utilizado por Paul Crutzen e Eugene Stoermer em 2000, onde os processos geológicos são profundamente alterados por ações antrópicas (Working Group on the ‘Anthropocene’ 2018).

Os resultados destacam que as áreas sem vegetação (Ponto 3) ou com menor índice de vegetação (Ponto 2), tendem a absorver mais calor, provocando o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa (UR), conforme os registros diário e horário (Figuras 5 e 6, respectivamente).

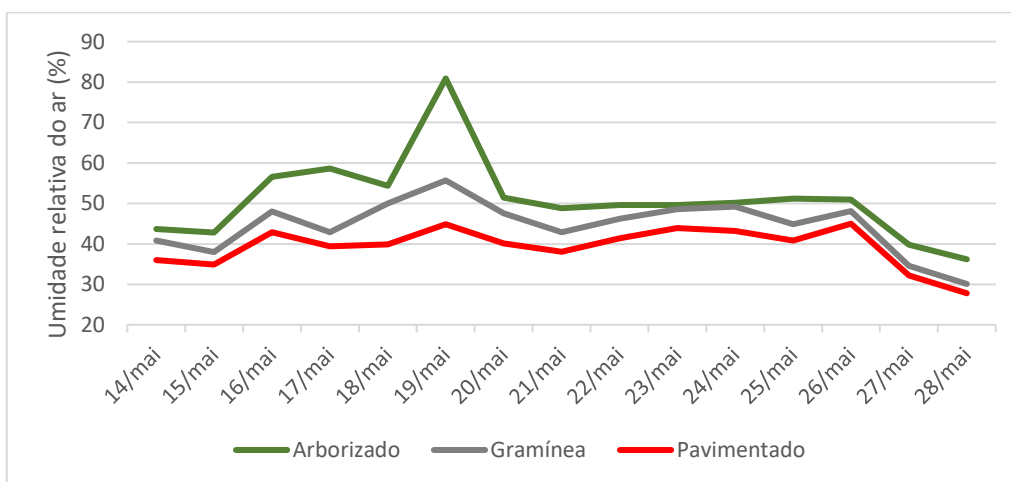


Figura 5. Média diária UR (%) campus da UFMT. Cuiabá.

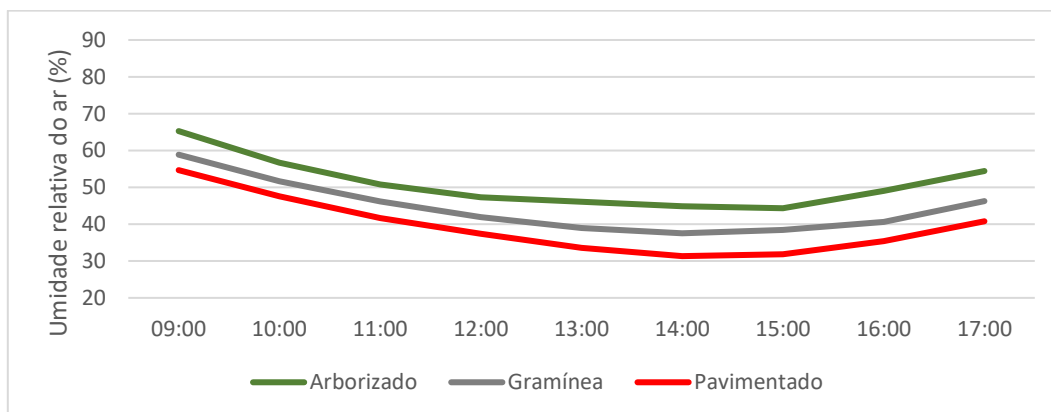


Figura 6. Média horária UR (%) no campus da UFMT. Cuiabá.

O avanço no conhecimento sobre o papel da vegetação no microclima e conforto térmico em espaços urbanos é recente. As pesquisas com este

enfoque tiveram início nos anos 90, avolumando-se a partir de 2000. Ainda assim, poucos estudos tratam da vegetação como elemento fundamental da

composição paisagística nos planejamentos arquitetônicos urbanos.

Para Milano (2000) e Callejas (2012) a vegetação urbana desempenha funções essenciais favorecendo o conforto térmico através da absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar (química) e as copas das árvores oferecem sombra, proteção térmica e ajudam a atenuar os ruídos (físicas).

Os bosques, arquitetonicamente denominados de maciços arbóreos, ecologicamente oferecem maior umidade relativa do ar, bem como abrigo e alimento aos animais, protegem e melhoram os recursos naturais como o solo, através da serapilheira, bem como a água, a flora e a fauna. Desta forma, destacamos a importância da arborização urbana em função dos serviços ecossistêmicos que ela desempenha, capazes de aumentar a biodiversidade, melhorar a qualidade do ar, proporcionar maior conforto térmico, diminuir a utilização de climatização artificial, proporcionar consequências positivas à saúde humana e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

Alertas para o planejamento de arborização em áreas urbanas como na UFMT, principalmente nos Pontos 2 e 3 (gramínea e pavimentação, respectivamente), apresentam maiores temperaturas e menores taxas de umidade do ar, constitui estratégia ecológica ambiental de grande importância para a população que transita nestes espaços, como forma de proporcionar maior conforto térmico local. Estudos de Albuquerque e Lopes (2016) destacam que o clima urbano pode ser um instrumento muito importante no planejamento das cidades ao se considerar a circulação do ar e as condições térmicas como aspectos relevantes para o projeto de preservação e criação do “clima urbano ideal”, durante os processos de crescimento e transformação das cidades. Embora a degradação ambiental seja considerada como a maior consequência socioambiental da atualidade e atrelada à urbanização, na verdade, estas consequências estão muito mais ligadas à falta de planejamento urbano do ponto de vista ambiental (Angeoletto et al. 2016).

Pesquisas com enfoque no microclima e vegetação vem ganhando força no mundo moderno, mas o seu desempenho na área urbana tomou importância diante das discussões sobre as mudanças climáticas globais, principalmente em “ilhas de calor”, como forma de mitigar os problemas ambientais. Diante dessa realidade, a projeção ou execução de arborização nos Pontos 2 e 3, considerados ilhas urbanas dentro da UFMT, ao se transformarem em espaços vegetados e sombreados contribuirão significativamente para melhorar o microclima local.

Conclusões

Este estudo comprova que as variáveis meteorológicas temperatura e umidade relativa do ar no bosque influenciam positivamente no microclima e conforto térmico local, com registros de menores temperaturas (Ta) e maiores UR (%) em relação as outras áreas amostradas

A vegetação no meio urbano exerce fundamental importância ecológica e ambiental, além de valorizar a paisagem do ponto de vista estético e funcional, destaca efeito positivo no microclima e na melhoria das condições de conforto térmico.

Neste sentido, a força da nossa abordagem, recomenda medidas mitigadoras, compensatórias e programas ambientais como instrumentos de preservação, inovação e pesquisa para dar continuidade a novos estudos, que tratem da importância da vegetação sobre o microclima no campus da Universidade Federal de Mato Grosso em Cuiabá.

Referencias

Abreu LV (2008) Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. Dissertação, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. 154p.

Albuquerque MM, Lopes WGR (2016) Influência da vegetação em variáveis climáticas: um estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. Espaço Geográfico em Análise, 12(36):38-68. doi: 10.5380/raega.v36i0.39719.

Angeoletto F, Santos JWMC, Sanz JPR, Silva FF, Albertín RM (2016). Tipologia socio- ambiental de las ciudades medias de Brasil: aportes para un desarrollo urbano sostenible. Urbe Revista Brasileira de Gestão Urbana, 8(2):272-287. doi: 10.1590/2175-3369.008.002.ao08.

Bargos DC, Matias LF (2011). Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. REVSBAU, 6 (3):172-188.

Biz S, Maria TRBC, Mota CJ, Favaro JF, Brun FGK, Brun, EJ (2015). Levantamento florístico da mata ciliar urbana do córrego Água Turva em Dois Vizinhos - PR. REVSBAU, 10(2):14- 26. doi: 10.5380/revsbau.v10i2.63139.

Callejas IJA (2012). Avaliação temporal do balanço de energia em ambientes urbanos na cidade de Cuiabá - MT. Tese, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. 265p.

Dacanal C, Labaki LC, Silva T (2020). Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. Ambiente Construído, Porto Alegre, 10(2): 115-132.

- Duarte TEPN, Angeoletto F, Santos JWMC, Silva FF, Bohrer JFC, Massad L (2018). Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(1):327-341. doi: 10.17765/2176-9168.2018v11n1p327-341.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990–2011 Analysis*. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf>>.
- Fisch G, Lean J, Wright IR, Nobre CA (1996). Simulações climáticas do efeito do desmatamento na região Amazônica; estudo de um caso em Rondônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 39(6):42-46.
- Hamilton MG, Tarifa JR (1978). Synoptic aspects of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July 1972. *Monthly Weather Review*, 106(11):1545-1556. doi: 10.1175/1520-0493.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Censo Demográfico. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/Acesso> em 24 de agosto de 2018.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018). Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em 24 de agosto de 2018.
- Katzschner, L (1999). Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído: Salvador, Brasil.
- Leal L, Martini A, Biondi D, Batista AC (2011). Levantamento meteorológico expedido para análise da influência microclimática do Bosque Estadual João Paulo II, Curitiba - PR. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 4, Pelotas/RS. Anais... Pelotas: SBMET, p. 1-9.
- Lombardo MA, Silva Filho DF; Fruehauf AL.; Pavan DC (2012). O uso de geotecnologias na análise de da ilha de calor, índice de vegetação e uso da terra. *Revista Geonorte, Edição Especial 2*, .2(5):520-529.
- Lorenzi, H (2009) *Árvores brasileiras*. São Paulo, Plantarum, 2009.
- Maitelli GT (2005). Interações Atmosfera – Superfície. In: Moreno G, Higa TCS (orgs) *Geografia de Mato Grosso: Território, Sociedade e Ambiente*. Cuiabá: Entrelinhas. 296p.
- Maitelli GT (2010). Balanço de energia estimado para Cuiabá: uma abordagem de balanço de energia pelo método de Bowen. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, 3:1-24.
- Mascaró L, Mascaró J (2005). *Vegetação Urbana*. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora Mais Quatro. 204 p.
- Milano MS, Dalcin EC (2000) *Arborização de vias públicas*. Rio de Janeiro: Light. 226p.
- Monteiro CAF (1990). Por um suporte teórico e prático para estimular os estudos geográficos do clima urbano do Brasil. *GEOSUL*, 5(9):7-19.
- Pinho JGA (2008). *Evolução da Intensidade da Ilha de Calor em Cuiabá – MT: 1990 a 2002*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso. 69p.
- Rodrigues CAG, Bezerra BC, Ishii IH, Cardoso EL, Soriano BMA, Oliveira H (2002). *Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS*. Corumbá: Embrapa Pantanal (Documentos 42). 27p.
- Romero MAB (2007). *Arquitetura bioclimática do espaço público*. 1ª ed. Brasília: UNB. 226p.
- Sakschewski B, Bloh A, Boit L, Poorter M, Heinke J, Thonicke K (2016). Resilience of Amazon forests emerges from plant trait diversity. *Nat. Clim. Chang*. 6: 1032–1036.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Cities and Biodiversity Outlook*. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/health/cbo-action-policy-en.pdf>>.
- Shinzato P (2009). *Impacto da Vegetação nos Microclimas Urbanos*. Dissertação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. USP. SP.
- Silva MP, Tarifa JR (2017). Ritmo da temperatura no clima local da cidade de Cuiabá-Várzea Grande (MT): Uma análise secular (1912 a 2012). *Biodiversidade*, 16(2):2-20.
- Silva BA, Xavier TC, Alvarez CE (2015). A influência da vegetação no conforto térmico para a condição microclimática de Vitória (ES). *Cidades Verdes*, 3(8):1-15. doi: 10.17271/23178604382015980.

Souza MCDC, Amorim MCCT (2016). Qualidade ambiental em áreas verdes públicas na periferia de Presidente Prudente SP: os exemplos dos bairros Humberto Salvador e Morada do Sol. *Caminhos de Geografia*, 17(57):59-73. doi: 10.14393/RCG175704.

World Health Organization - WHO (2002). *Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. World Health Organization. Geneva. Disponível em: http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf.

Working Group on the Anthropocene (2018). Disponível em: <https://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>.