



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Clima urbano: episódios de inverno e primavera em Rio Verde-GO

¹ Fernando Santiago do Prado, ² Márcia Cristina da Cunha, ³ Regina Maria Lopes

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Jataí-GO. E-mail: fernandonextel17.2@gmail.com. ² Professora Dra. e Vice-Coordenadora do Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Jataí-GO. E-mail: marcia1cunha@ufg.br. ³ Professora Dra. do curso de Geografia Licenciatura/Bacharelado e do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGGeo, Universidade Federal de Jataí-GO. E-mail: lopesregina@ufg.br.

Artigo recebido em 30/10/2020 e aceito em 04/08/2021

RESUMO

A perda de áreas florestadas causa extremos climáticos, como picos de temperatura e quedas da umidade relativa do ar, comprometendo a qualidade ambiental. Em Rio Verde, Goiás, com o crescimento populacional e a ampliação da área urbana, áreas de floresta foram dizimadas, trazendo um desconforto térmico na população. Assim, o objetivo deste artigo foi estimar as variações de temperatura e umidade relativa do ar, em três pontos de coletas distintos na cidade de Rio Verde-GO, considerando-se as características da superfície (uso da terra, vegetação, relevo) durante os meses de julho (inverno) e outubro (primavera) de 2018. Para isso foram processadas relações entre as temperaturas (T) e umidade relativa (UR) do ar com as áreas (vegetada; construída/pavimento e solo exposto) num raio de 200 m entre os pontos de coletas. Com essas informações fundamentadas no estudo na Teoria do Clima Urbano, por meio do subsistema termodinâmico (relativo à temperatura e umidade relativa do ar) foram feitas relações estatísticas entre a variação dos atributos climáticos e observamos os parâmetros geográficos, tais como porcentagem de vegetação, área construída, solo exposto, e a atuação e dinâmica atmosférica da região no período analisado. Os resultados mostraram que os aspectos do meio físico dos pontos amostrais, principalmente a vegetação, contribuiu para a variação dos registros da temperatura do ar mínima (T. mín) e máxima (T. máx) absoluta, com oscilação de 1,4 a 2,5°C e 2,8 a 4°C, enquanto os valores da umidade relativa do ar mínima e máxima absoluta variaram de 0,6 a 11,6% e 2,2 a 5,4%, respectivamente.

Palavras chave: Clima urbano, atributos climáticos, ambiente físico, uso e ocupação do solo

Urban climate: winter and spring episodes in Rio Verde-GO

ABSTRACT

The loss of forested areas causes climatic extremes, such as temperature peaks and drops in relative humidity, compromising environmental quality. In Rio Verde, Goiás, with the population growth and the expansion of the urban area, forest areas were decimated, bringing a thermal discomfort to the population. The objective of this article was to estimate the variations in temperature and relative humidity in three distinct collection points in the city of Rio Verde-GO, considering the surface characteristics (land use, vegetation, relief) during the months of July (winter) and October (spring) 2018. For this purpose, relationships between the temperatures (T) and relative humidity (RH) of the air were processed with the areas (vegetated; constructed/paved and exposed soil) within a radius of 200 m between the collection points. With this information based on the study in the Theory of Urban Climate, through the thermodynamic subsystem (relative to the temperature and relative humidity of the air), statistical relationships were made between the variation of climatic attributes and we observed the geographical parameters, such as percentage of vegetation, area constructed, exposed soil, and the performance and atmospheric dynamics of the region in the analyzed period. The results showed that the physical aspects of the sample points, mainly the vegetation, contributed to the variation of the minimum (T. min) and maximum (T. max) absolute air temperature records, with an oscillation of 1,4 to 2,5°C and 2,8 to 4°C, while the minimum and maximum absolute relative humidity values varied from 0,6 to 11,6% and 2,2 to 5,4%, respectively.

Keywords: Urban climate, climatic attributes, physical environment, land use and occupation

Introdução

Mundialmente, o incremento populacional urbano em relação ao rural foi de 55% de pessoas, em 2018; até 2050, 68% da população mundial deverá ser urbana (UN, 2018).

Tal aumento no deslocamento da população rural para os centros urbanos,

impulsiona a ampliação das cidades (Owusu-Ansah, 2018) e, com isso a redução na cobertura vegetal para dar lugar as habitações e atividades humanas.

Essa redução na vegetação, traz alterações climáticas por vários mecanismos, como: diminuição do sombreamento e do aumento de albedo; gera a inibição da atividade fotossintética e

das perdas de transpiração e interceptação de água da vegetação (Alavipanah, 2015; Bounoua, et al. 2015).

Estudos realizados em áreas urbanas sobre o clima urbano têm constatado que a variação dos elementos climáticos depende da combinação das características geoambientais e urbanas dos diferentes sítios, associadas aos sistemas atmosféricos atuantes (Monteiro, 1976; OKE, 1987).

Na cidade de Rio Verde-GO, com o crescimento populacional e a ampliação da área urbana, perdeu-se áreas florestadas, podendo ocasionar um desconforto térmico na população, já que episódios extremos de temperatura e umidade relativa do ar trazem desconforto térmico, acarretando, segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS e Andrade, Roseghini e Mendonça (2010), danos à saúde.

De acordo com Amorim et al. (2013), em condições climáticas de inverno e estiagem causam doenças respiratórias, como a bronquite, pelo ar extremamente seco. Além disto, conforme Sette e Ribeiro (2011), as amplitudes térmicas e higrométricas – quando abruptas – desencadeiam problemas circulatórios nos indivíduos com quadro de risco, causando a hipotermia por vasoconstrição e hipertermia por vasodilatação, que levam ao Acidente Vascular Cerebral – AVC.

Quando os registros de umidade relativa do ar marcarem menos de 30%, a condição já é de alerta, pois o intervalo ideal de umidade relativa do ar é de 60 a 80%; nesses casos, os indivíduos de idades extremas: idosos e crianças são os mais vulneráveis, podendo ocorrer problemas respiratórios (OMS, 2012).

Tais problemáticas configuram ambientes com baixa qualidade ambiental, as quais, são geradas por ausência de vegetação nos espaços públicos e de áreas verdes, carência de vegetação arbórea e inundações, sobretudo nos centros urbanos (Lima, 2014).

Portanto, o objetivo da pesquisa foi quantificar a variação na temperatura e da umidade relativa do ar entre três pontos de coleta na cidade Rio Verde, Goiás, durante o mês de inverno-primavera de 2018 e a influência das massas de ar na região no período analisado.

Material e métodos

Área de estudo

O recorte espacial do estudo situa-se na área urbana da cidade de Rio Verde, Goiás, entre os paralelos 17°44'12,85"S e 17°50'51,58"S e os meridianos 50°54'57,51"O e 50°55'43,88"O, na faixa tropical entre os trópicos, ao norte da linha imaginária do Trópico de Capricórnio do hemisfério sul (Figura 1).

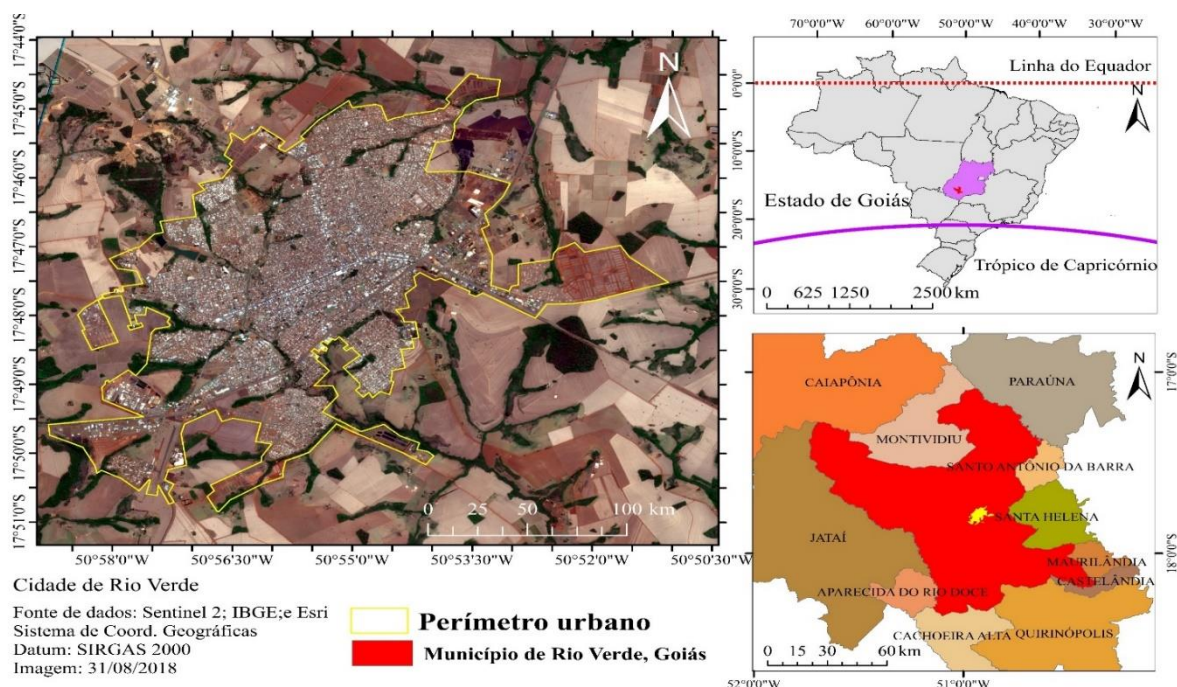


Figura 1. Área urbana do município de Rio Verde, Goiás em relação ao Brasil.

A área urbana possui 59 km² (31/08/2018), densidade demográfica de 21 habitantes por km², população total estimada 235.647 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019).

Conforme o IBGE (2010), a população urbana do município de Rio Verde, Goiás corresponde a 92,7% (163.621 habitantes) e, é considerada de porte médio.

A região possui vegetação de formação florestal, savânica e campestre (Ribeiro e Walter, 2008; Batalha, 2011). O perímetro urbano, majoritariamente, possui as seguintes declividades e áreas, respectivamente: 3 a 6% (46,8% em área) e de 7 a 9% (26,4%) (Alos Palsar, 2018).

Significa que a maior parte da área urbana de Rio Verde possui declividade com baixo

percentual de inclinação, com topografia suave ondulada, de acordo com a nomenclatura de Francisco, Chaves e Lima (2012).

A localização dos pontos amostrais foram as seguintes: Ponto 1, abrigo e sensor de temperatura e umidade relativa do ar, na UniRV (Estação Meteorológica do Inmet); Ponto 2, miniabrigo adquirido pelo autores, com termohigrômetro disponibilizado pela UFJ, na mata da nascente do córrego Barrinha, bairro Jardim Goiás; e Ponto 3, também miniabrigo adquirido pelo autores, com termohigrômetro disponibilizado pela UFJ, na rua Nivaldo Ribeiro 933, bairro Jardim América (Figura 2).

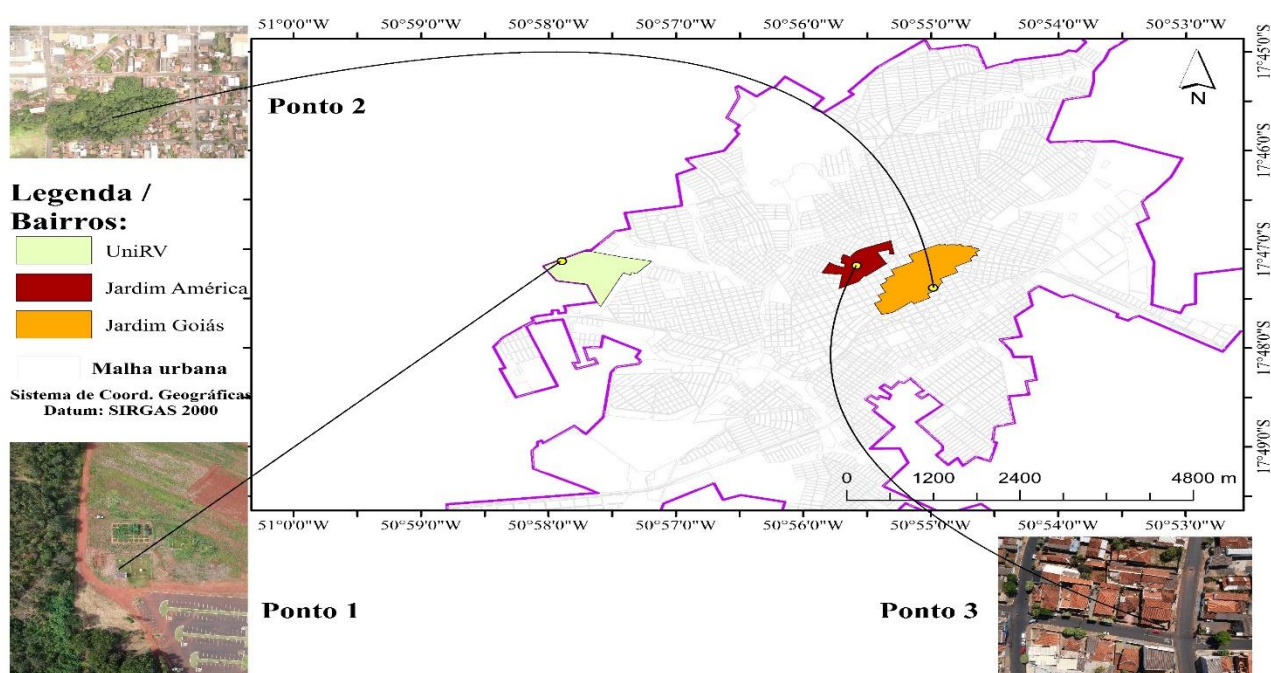


Figura 2. Posição geográfica dos pontos de coletas no município de Rio Verde, Goiás.

Quadro 1. Síntese do meio físico dos pontos de coletas.

Pontos amostrais	1	2	3
Coord. Geográficas Lat.; Long.	17° 47' 7,399" S 50° 57' 53,688" W	17° 47' 23,523" S 50° 54' 58,931" W	17° 47' 10,033" S 50° 55' 34,963" W
Zona	Oeste	Centro	Centro
Morfologia do terreno	Interflúvio/topo de vale	Fundo de vale	Média vertente
Dossel	Não possui	Fechado	Não possui
Superfície/vegetação no raio de 200 m	Gramínea, solo exposto e formação florestal (cerradão)	Serrapilheira e formação florestal (mata de galeria não inundável)	Concreto e espécies arbóreas

Conforme o Quadro 1, o Ponto 2 está em um espaço verde florestado, na zona central de Rio Verde. As altitudes entre os pontos de amostragem (Pontos 1, 2 e 3) variam de 763 m (Ponto 3) a 781 m (Ponto 1). Isto significa que, em relação as altitudes, declividades e orientações das vertentes, as alterações climáticas nos pontos são mínimas.

Em consonância com Lopes et al. (2015), as orientações das vertentes e os usos do solo, geram maior ou menor transmitância de calor para atmosfera, sobrepondo-se ao fator altitude, que causa a diminuição da temperatura e que, no período de estiagem, em locais com ausência de dossel vegetal, com a radiação incidente, os fatores físicos corroboram para a variação da temperatura do ar.

O Ponto 1 possui sua vertente com a face exposta ao Nordeste, o Ponto 2 ao Noroeste e o Ponto 3 a Noroeste.

De acordo com Alves e Mariana (2015), o calor antropogênico produzido pelo movimento dos carros e de pessoas está relacionado ao aumento da temperatura do ar.

Dessa forma, obteve-se os intervalos de maior geração de calor, a partir de informações da Superintendência de Planejamento e Mobilidade Urbana – Suplam, cujo monitoramento do volume de veículos em trechos críticos determinou os seguintes horários de pico, sejam: 6:00 – 7 h; 11h45min – 12h45min; e 17h45min – 18h45min, no horário de Brasília; os dois últimos foram constatados, inclusive, pelos horários escolares (entrada e saída de estudantes).

Sistemas atmosféricos atuantes na região e clima de Rio Verde, Goiás

Para Barros e Balero (2012), o clima do Centro-Oeste é definido por invernos secos e verões úmidos, em razão da ação das massas de ar: Equatorial Continental (MEC), Tropical Continental (MTC), Tropical Atlântica (MTA) e Polar Atlântica (MPA); também pela atuação das Linhas de Instabilidade de Noroeste (LIN), das ondas de calor de noroeste e de frio de leste e sudoeste acompanhado de processos de frentes, principalmente, a Polar Atlântica.

As normais climatológicas obtidas por Castro, Santos e Diniz (2019), a partir de 44 anos de dados da Estação Meteorológica Convencional de Rio Verde (OMM: 83470), instalada no Campus da UniRV, localizada nas coordenadas geográficas latitude 17°47'07"S e longitude 50°57'53"O e a 774,62 m do nível do mar, o município apresenta duas estações climáticas bem definidas: uma seca (maio a setembro) e uma chuvosa (outubro a abril).

Conforme os autores, na estação climática

seca o Inmet registrou a temperatura mínima absoluta do ar de 0,7°C (julho); na estação chuvosa a temperatura máxima absoluta do ar registrada foi 39,5°C (outubro). A média anual do volume total de chuva verificada pelos autores foi de 1.599 mm; houve o registro de chuva concentrada na estação climática seca (8,6%) e na chuvosa (91,4%).

Nos meses de julho e outubro registraram-se 0,6 e 8,7% de precipitação, respectivamente; a temperatura mínima e máxima média anual constatada foi 17,7 e 29,6°C; a umidade relativa do ar média registrou 67,4% (Castro, Santos e Diniz, 2019).

Procedimentos metodológicos

Pautado na Teoria do Clima Urbano, de Monteiro (1976), articulamos aspectos regionais (massas de ar) e pontuais (pontos de coletas fixos), geográficos e climatológicos, com os dados de temperatura e umidade relativa do ar (subsistema termodinâmico) registrados nos pontos amostrais.

Confeccionamos o mapeamento no *software* ArcGis 10.6.1 licenciado pelo Laboratório de Geoinformação da UFJ, no sistema de referência Projeção UTM, Zona 22 S, no Datum SIRGAS 2000, exceto o mapa de localização criado na Projeção Geográfica.

No mapeamento e classificação das taxas de uso do solo dos pontos amostrais, adotamos o raio de 200 m e as seguintes classes para análise: área vegetada, área construída/pavimento e solo exposto.

A classificação das taxas de uso do solo foi validada tendo apoio nas imagens de alta resolução da *DigitalGlobe* disponibilizadas no *software Google Earth PRO*.

Utilizamos os métodos de Registro/Georreferenciamento (Marcato Junior e Tommaselli, 2013) e Classificação em Pixel (Siqueira e Faria, 2019) no mapeamento da cobertura do solo, a partir dos dados e algoritmos apresentados no Quadro 2.

Selecionamos os três pontos de coletas em razão da maior quantidade de vegetação no centro urbano, pois segundo Andrade, Roseghini e Mendonça (2010) estes locais originam-se as maiores alterações da atmosfera urbana.

Estas áreas possuem a maior probabilidade de impactos climáticos, pois enquadram-se, no quarto lugar no *ranking* de Impacto de Zonas Climáticas, sendo: Zona Altamente Desenvolvida, de Baixa/Média Densidade, com Edifícios Baixos e Estacionamento Pavimentado (OKE, 2006).

Quadro 2. Banco de dados utilizados no mapeamento.

Fonte/instituição	Dado	Algoritmos /Ferramentas
Agência Espacial Europeia – ESA	<i>Raster Sentinel 2a Sensor MSI</i>	<i>Create feature class e export data</i>
<i>Environmental Systems Research Institute – Esri e IBGE</i>	<i>Shapefiles</i>	
<i>DigitalGlobe (Google Earth PRO)</i>	<i>Raster JPG</i>	<i>Define projection, georeferencing; rectify; buffer; extract by mask; supervised classification; raster to polygon</i>

O recorte temporal para amostragem da temperatura e umidade relativa do ar foram os períodos de julho e outubro de 2018; escolhidos porque conforme Castro, Santos e Diniz (2019), a estação automática da UniRV registrou os seguintes eventos extremos: temperatura mínima absoluta do ar (0,7°C) em julho e a temperatura máxima absoluta do ar (39,5°C) em outubro.

Instrumentação e coleta de dados

Na instrumentação, adaptamos conforme Monteiro (1990) e , considerando prioritariamente a segurança dos aparelhos, adquirimos e montamos miniabrigos meteorológicos, em alumínio tipo prato, branco, suspenso e fixado em tubo, com furos e aberturas laterais superiores e inferiores, que promovem a irradiação solar incidente e o fluxo de ar 360° (Figura 3).

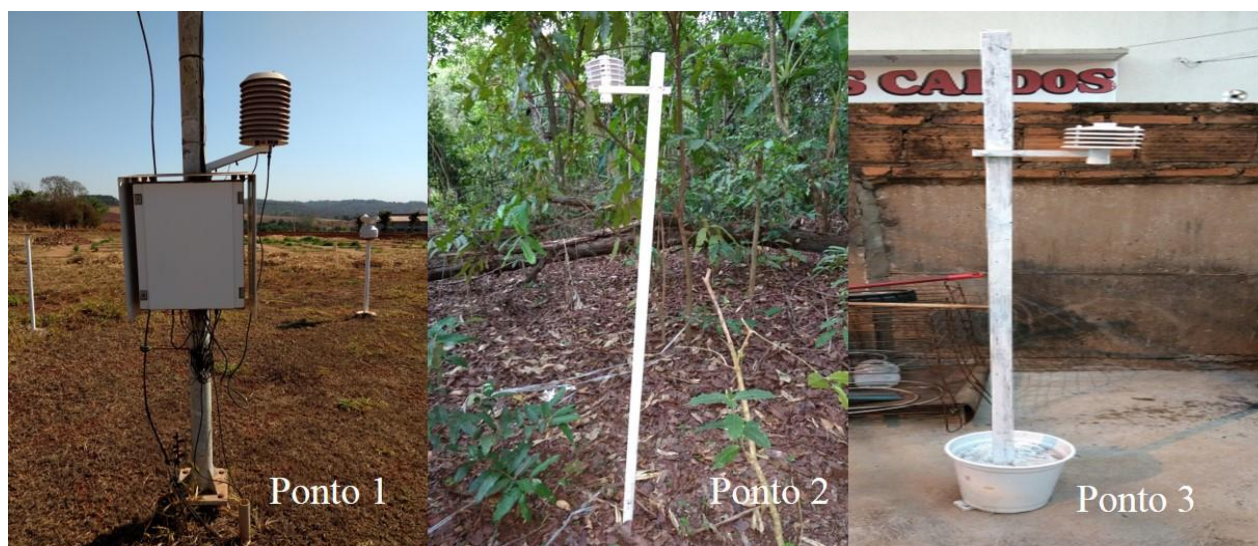


Figura 3. Registro fotográfico dos miniabrigos nos pontos de coleta.

Nos pontos com superfície de vegetação (Ponto 1 e 2), a base da haste foi cravada a 40 cm do solo; no Ponto 3, o miniabrigo foi instalado em haste de madeira concretada, em balde para o ponto com superfície de concreto. Todas as partes dos miniabrigos nos pintamos, integralmente, em branco, garantindo mínima interferência da reflexividade da luz solar, menor armazenamento e transmissão de calor no equipamento instalado.

Utilizamos dois termohigrômetros digitais (*Datalogger*, modelo HT 500), disponibilizados e calibrados pelo Laboratório de Climatologia da UFJ, os quais fixamos a 1,5 m de altura, conforme normas da Organização Mundial de Meteorologia – OMM (1,25 a 2,00 m), com programação para registrar os dados climáticos a cada 30 min.

No Ponto 1, em função da indisponibilidade de aparelhos no início da pesquisa, aproveitamos os dados coletados (T e UR) pela estação automática do Inmet, localizada na Universidade de Rio Verde-GO, os quais foram alinhados com os dos termohigrômetros em intervalos horários por cálculos médios aritméticos.

No mesmo recorte temporal utilizado para os dados primários (T e UR), utilizamos dados secundários: cartas sinóticas do Centro de Previsão do Tempo de Estudos Climáticos – Cptec / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe.

Resultados e discussão

Apresentamos o meio físico dos pontos amostrais, seguido de análises em função dos dois períodos: julho/2018 e outubro/2018, abordando os sistemas atmosféricos e estatística da T e UR do ar associadas as variações da superfície de cada ponto e a estacionalidade do período.

Superfície dos pontos

Conforme Oke (2006), a permeabilidade interfere na umidade do solo e, portanto, na umidificação e no potencial de resfriamento evaporativo.

O autor registra que, as áreas construídas, de 70 a 90%, dentro de um raio de microescala,

caracterizam em média a espaços, no quais possuem a cobertura do solo impermeável: edifícios, estradas, áreas pavimentadas e outras áreas impermeáveis; o restante da área está ocupada por coberturas permeáveis, como: áreas verdes, água e outras superfícies naturais.

Nesse sentido, os três pontos de coleta foram avaliados, no raio de 200 m (pontos 1, 2 e 3), nos quais as áreas foram mapeadas e subdivididas pelos seguintes critérios: área vegetada, área construída/pavimento e solo exposto; após mapeamento, o ponto 1 (29,3%) obteve o maior percentual de área vegetada, seguido dos pontos 2 (23,5%) e 3 (8,8%) (Figura 4 e Tabela 1).

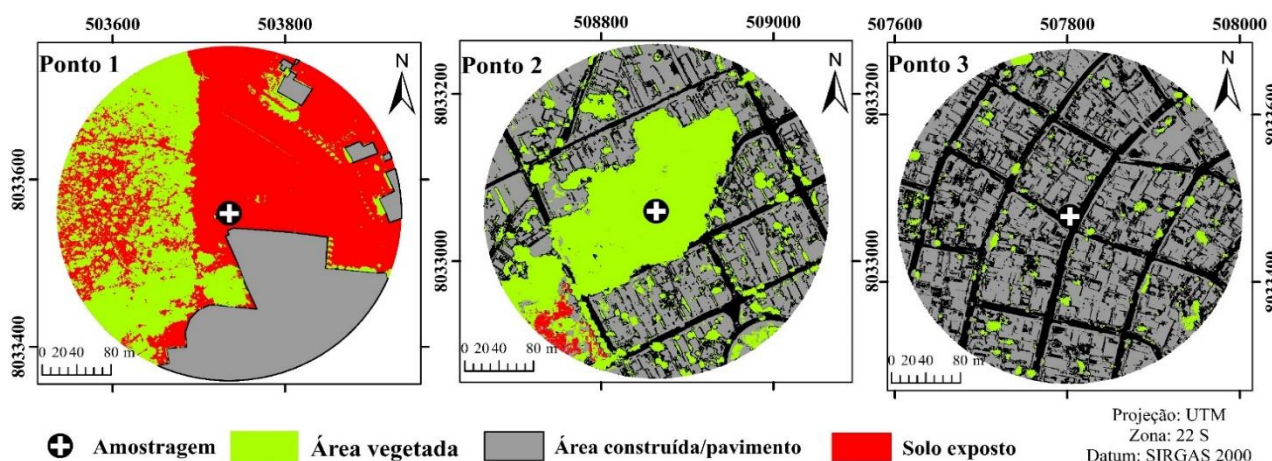


Figura 4. Variações das superfícies nos pontos amostrais, em 06/09/2018. Fonte: *DigitalGlobe*, elaboração: os autores (2020).

Tabela 1. Proporção de áreas por classe.

Classes/Áreas/Pontos (%)	Raio de 200 m		
	1	2	3
Vegetada	29,3	23,5	8,8
Construída/pavimento	23,5	74,6	91,2
Solo exposto	47,2	1,9	0

Concluído por Shashua-Bar, Pearlmutter e Erell (2011), áreas com poucas espécies vegetais influenciam no aumento da temperatura e na diminuição da umidade relativa do ar, pois, são fatores que estão relacionados diretamente com o sombreamento e com a evapotranspiração da vegetação.

Enquanto nas áreas vegetadas e de solo exposto os valores térmicos do ar são menores

pelos fluxos de energia emitidos serem inferiores, a área construída/pavimento responde com os maiores registros térmicos devido ao maior fluxo de energia emitida (ALVES e VECCHIA, 2012).

Alguns fatores da urbanização, como orientação das edificações, densidade construída e albedo (coeficiente de reflexão) dos materiais da construção civil também interferem, significativamente, nos fluxos térmicos de climas quentes e úmidos (ABREU-HARBICH, LABAKI e MATZARAKIS, 2014). Além disso, o calor antropogênico produzido pelo movimento dos carros e de pessoas é um fator que influencia no aumento da temperatura do ar (ALVES e MARIANO, 2015).

Julho de 2018 (Pontos 1, 2 e 3)

Sistemas atmosféricos

A frente fria decorrente do encontro da MPA (massa de ar formada nas proximidades da linha dos polos, na região Centro-Sul da Patagônia) com a massa de ar quente continental, indicada pela linha azul com triângulos e/ou semicírculos

vermelhos quando estacionária, deslocou-se na direção Sudeste-Noroeste do país, atingindo o

estado de Goiás em meados do mês de julho/2018 (Figura 5).

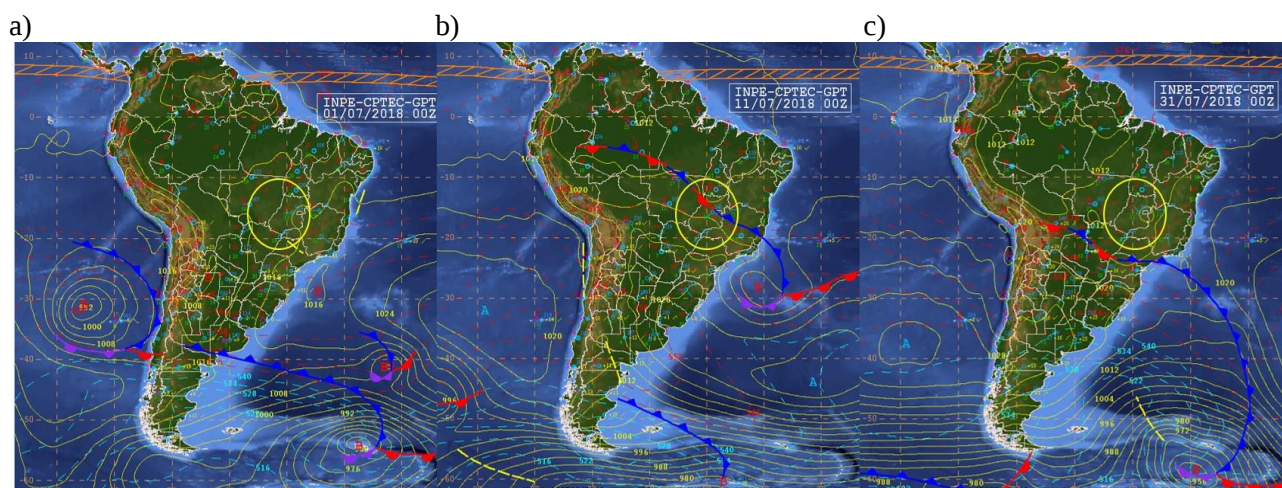


Figura 5. Estado Atmosférico. Dias 01/07/2018 (a), 11/07/2018 (b) e 31/07/2018 (c) às 21 h. Fonte: Cptec/Inpe (2018).

A MPA tem sua origem fria e seca (Monteiro, 1968); no entanto, no seu deslocamento em direção aos trópicos, funde-se com o sistema tropical, o qual traz umidade no ar, podendo provocar condições para precipitação após sua passagem (Borsato e Mendonça, 2012).

No inverno, a MPA avança pelo interior do continente, com mais intensidade para a região Centro-Oeste (Borsato e Mendonça, 2015), inibindo avanços da MTA quente e seca formada na região do Chaco, que abrange a Bolívia, Argentina, Paraguai e o Brasil.

Além disso, no inverno, os sistemas de alta pressão, devido sua natureza de circulação, transportam baixa umidade relativa (Borsato e Mendonça, 2016) e, após sua passagem, o anticiclone polar pode ocasionar céu aberto, queda da umidade e da temperatura.

As quedas e picos da T do ar, foram, de acordo com o Boletim Técnico do Cptec/Inpe (2018), em razão da entrada da frente fria (11/07/2018) na região e sistemas de alta pressão que atuam no inverno, com redução nas temperaturas de até 14,9°C em relação à média do mesmo período, atingindo mínimas de até 8,3°C; as mínimas e máximas da UR do ar, em relação à média, alternaram com quedas e picos de 29,3 a 42,7%.

De forma geral, na medida em que a temperatura ascende, a umidade relativa descende, formando um padrão microclimático nos ambientes. Isso converge com os resultados da obra “Clima Urbano: Um Estudo de Caso para Clima Tropical Continental”, dos autores Franco et al. (2010), pois constataram a correlação entre

temperatura e umidade relativa do ar, apresentada na variação diária inversa dos fatores.

Estatística da temperatura e umidade relativa do ar
Em face ao exposto na Tabela 2, verificamos:

No Ponto 1, a menor média aritmética dos valores brutos de T (20,9°C), comparado aos Pontos 2 (21,4°C) e 3 (23,2°C); contudo, o Ponto 2 (21,1, 21,7 e 4,7°C) registrou os menores valores brutos nas medidas amplitude, variância e desvio padrão;

A menor variação da T no Ponto 2 resulta de a capacidade de locais com vegetação atenuar a T, contrapondo aos dados de Alves (2016), obtidos em sua pesquisa; na pesquisa do autor, o ponto de coleta com maior densidade vegetacional revelou, por meio dos termohigrômetros adotados e dados coletados às 9 h no intervalo dos dias 27/07/2013 e 01/08/2013, a maior amplitude nos valores térmicos.

Quanto à menor T média encontrada no Ponto 1 dessa pesquisa e do autor Alves (2016), ambas mantiveram os menores valores térmicos frente aos pontos com menores áreas de cobertura vegetal.

Quanto à UR do ar, o Ponto 1 (46,3%) marcou o menor valor bruto na média aritmética (Tabela 3); já nas medidas amplitude, variância e desvio padrão, o Ponto 2 apresentou os menores valores brutos de UR (59,3, 161,1 e 12,7%) e o maior valor médio (58,8%).

Tabela 2. Estatística das amostras registradas de temperatura do ar, dos pontos 1, 2 e 3, no mesmo horário para o período de julho/2018.

Pontos	Temperatura (°C)		
	1	2	3
Amostras	744	1.488	1.488
Amplitude Total	24	21,1	24,2
Média Aritmética	20,9	21,4	23,2
Variância	28,1	21,7	30,2
Desvio Padrão	5,3	4,7	5,5

Tabela 3 Estatística das amostras registradas de umidade relativa do ar, dos pontos 1, 2 e 3, no mesmo horário para o período de julho/2018

Pontos	Umidade Relativa (%)		
	1	2	3
Amostras	744	1.488	1.488
Amplitude Total	72	59,3	63,7
Média Aritmética	46,3	58,8	46,6
Variância	257,8	161,1	170
Desvio Padrão	16,1	12,7	13

A interação com a atmosfera intraurbana e topografia topo de vale (interflúvio) do Ponto 1, em que se registrou a menor T e média de UR, resultam, da maior evaporação por possuir maior área com vegetação (Área vegetada: 29,3%) e maior perda de calor sensível, assim como, conforme Santos (2012), proporcionado por ventos gerados da área rural para urbana. O Ponto 2 registrou os valores brutos de maior média (58,8%) e menor amplitude (59,3%) da umidade relativa do ar pela superfície serrapilheira e dossel vegetal, coincidindo com os trabalhos dos autores: Mariano et al. (2016); Obi (2014); Coutts et al., 2012. No ponto 1, o conjunto de dados de temperatura mínima apresentam valores inferiores frente aos Pontos 2 e 3 (Figura 6).

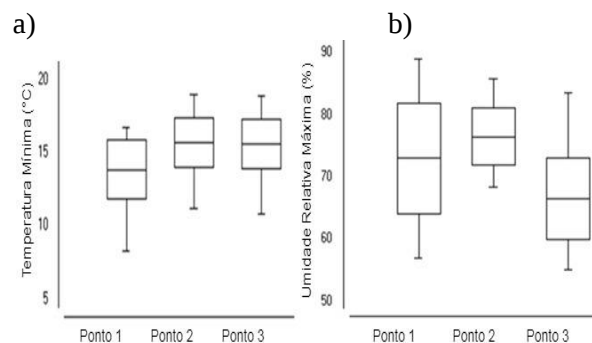


Figura 6. Temperatura do ar mínima (a) e umidade relativa do ar máxima (b) diária dos pontos de coleta (1, 2 e 3) em julho/2018, no município de Rio Verde, Goiás.

A queda e os registros de temperatura mínima mais dispersos no Ponto 1 dão-se em razão da morfologia do terreno de interflúvio, sem dossel e posição em limite urbano, bem como pelas condições de dissipação de energia absorvida pelos constituintes da paisagem, com o movimento descendente do ar, associado a ventos predominantes no sentido Noroeste-Sudeste.

Os valores superiores verificados no Ponto amostral 2 resultam do dossel arbóreo fechado, solo revestido e topografia tipo fundo de vale, que promovem maiores fluxos de ar e vapor d'água evapotranspirado pelos vegetais e pela serrapilheira.

Variação da superfície e da temperatura do ar nos pontos amostrais na cidade de Rio Verde, Goiás

A Figura 7 mostra os resultados de temperatura do ar e das superfícies no ponto de coleta 1, 2 e 3, com registros que oscilaram de 8,3 a 35°C.

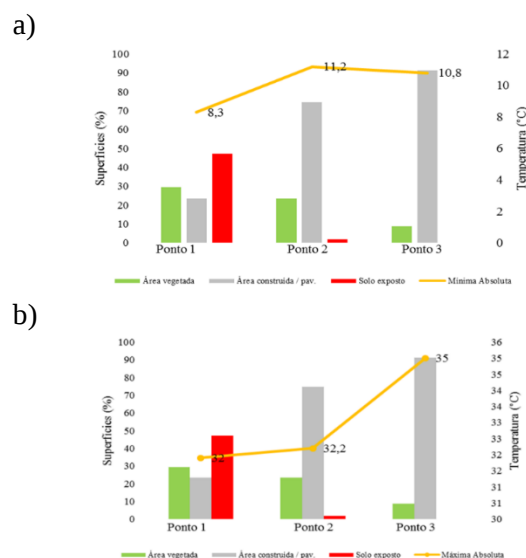


Figura 7. Variações das superfícies e da temperatura do ar mínima (a) e máxima (b) absoluta, nos pontos de amostragem (1, 2 e 3) em Rio Verde, Goiás.

O Ponto 1 registrou a temperatura do ar mínima absoluta (8,3°C) às 6 h do dia 11/07/2018, sendo 2,9 e 2,5°C inferior, comparado aos Pontos 2 e 3, consecutivamente.

O Ponto 3 registrou a temperatura do ar máxima absoluta (35°C) às 15 h do dia 30/07/2018, que, comparado aos Pontos 1 e 2, marcou 3 e 2,8°C superiores.

Comparado aos Pontos 1 (Área vegetada: 29,3%) e 2 (Área vegetada: 23,5%), o Ponto 3 (Área vegetada: 8,8%) marcou 3 e 2,8°C superiores na temperatura do ar máxima absoluta (35°C) às 15 h do dia 30/07/2018.

O Ponto 1, tendo a maior taxa em área de vegetação (29,3%) e solo exposto (47,2%) em relação aos pontos 2 e 3, teve a T. Mín do ar absoluta registrada em consequência do menor aquecimento do ar, proporcionado pelas propriedades destas superfícies, que absorveram e refletiram energia em menor quantidade, além da vegetação umidificar o ar por evaporação e transpiração.

Mesmo com o tamanho de área de vegetação (Ponto 1) equivalente ao Ponto 2, iguais quanto à orientação da vertente, mas, com maior cobertura de solo exposto e menor área construída/pavimentada, sem dossel, associados à posição no limite urbano e à morfologia do terreno, teve favorecido o declínio da temperatura.

O Ponto 3 obteve a T. máx do ar absoluta devido possuir a maior taxa de área construída/pavimento (91,2%) em relação aos pontos 1 e 2, pois houve maior absorção e emissão de ondas longas pelas características da superfície e, consequentemente, maior troca de calor superfície-ar.

Os valores registrados no Ponto 3 refletem a ausência de sombreamento e dossel arbóreo fechado, uma vez que de acordo com Obi (2014) e Coutts et al., (2012), esses fatores contribuem com a geração de menor fluxo de calor sensível e aquecimento do ar.

Na Figura 8, a umidade relativa do ar marcou 17 a 83,6% entre os pontos de coleta, nos quais foram expostos os seguintes:

A umidade relativa do ar mínima absoluta (Figura 8a) foi registrada no Ponto 1 (17%), às 15 h do dia 29/07/2018, sendo inferior às registradas nos Pontos 2 e 3, em 11,6 e 3,8%;

A UR do ar máxima absoluta (Figura 8b) também foi registrada no Ponto 1 (89%), às 7 h do dia 19/07/2018, cujo valor foi superior aos registrados nos Pontos 2 e 3, em 3,2 e 5,4%;

No registro de UR mínima absoluta, foi demonstrado que, apesar de a taxa de vegetação e

solo exposto ser maior neste ponto (29,3 e 47,2%), a morfologia do terreno interflúvio, a posição geográfica e a área sem dossel proporcionaram tal leitura devido à radiação solar direta incidida no ponto durante o dia favorecer o maior aquecimento e trocas de calor superfície-ar;

Os registros de UR do ar máxima no Ponto amostral 1 resultam das suas condições físicas: maior taxa de vegetação (29%), solo exposto (47,2%) e menor área construída/pavimentada (23,5%), comparado aos Ponto 2 e 3.

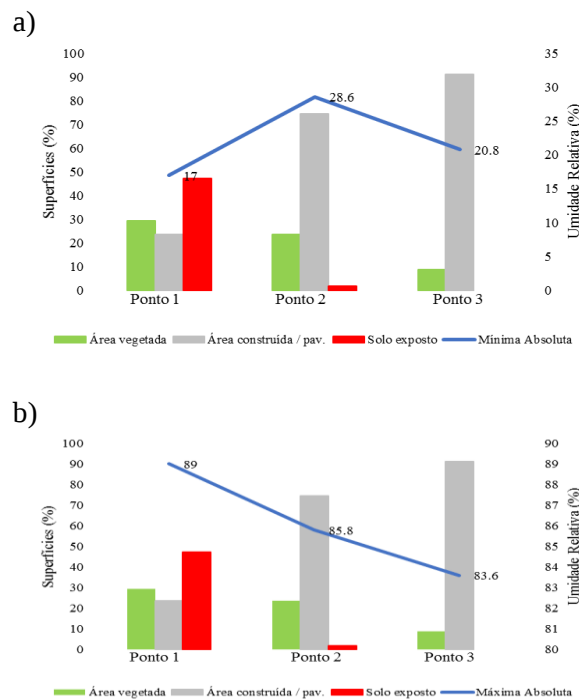


Figura 8. Superfícies e umidade relativa do ar mínima (a) e máxima (b) absoluta, nos pontos de amostragem (1, 2 e 3) em Rio Verde, Goiás.

Isso converge com os resultados de Gianotti et al. (2013) e Lopes et al. (2015), os quais, em seus estudos, afirmam que a vegetação do Cerrado favorece a perda de calor no ambiente, gerando o aumento da evapotranspiração e diminuição da temperatura do ar.

Outubro de 2018 (Pontos 1, 2 e 3)

Sistemas atmosféricos

De acordo com o Boletim Técnico (CPTEC/INPE, 2019), nesse mês (outubro/2018), houve áreas de instabilidade (zonas de baixa pressão) no Sul do estado de Goiás, que provocaram pancadas de chuva localmente forte, isoladas, com raios e rajadas de vento.

Entre o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil, o tempo foi de sol entre nuvens, causando o aumento das temperaturas.

Na Figura 9, as cartas sinóticas apresentaram o estado atmosférico no início, meio

e fim do mês de outubro/2018, cujas linhas tracejadas em vermelho sobre a carta, indicam as massas quentes de ar na região de Goiás (círculo amarelo).

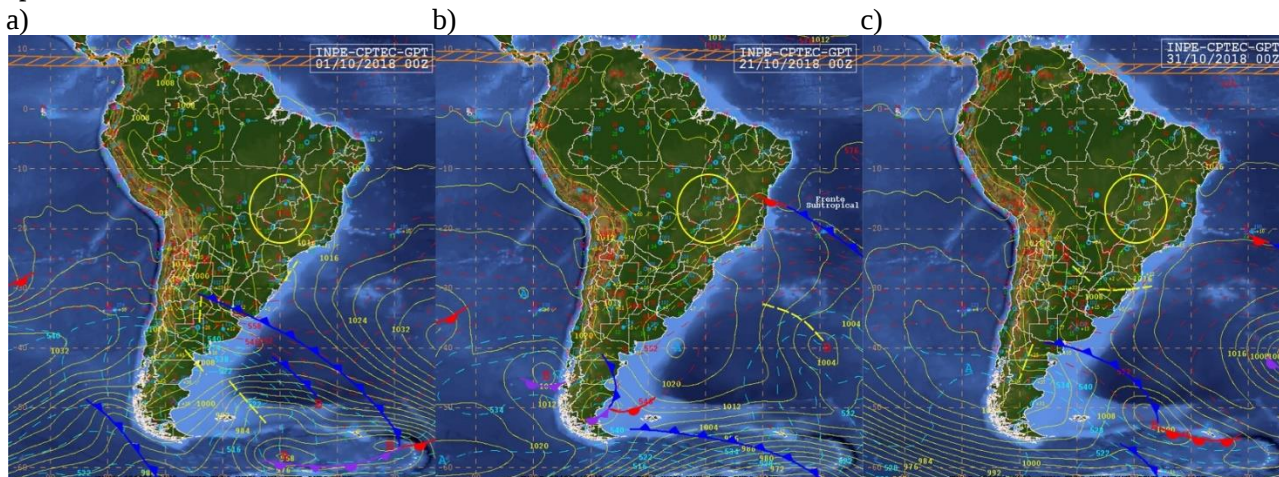


Figura 9. Estado atmosférico. Dias 01/10/2018 (a), 21/10/2018 (b) e 31/10/2018 (c), às 21 h. Fonte: Cptec/Inpe (2018).

Devido às massas de ar quente atuar na região, constatadas pelo Cptec/Inpe (2018), do 03/10/2018, houve brusco aumento das temperaturas, com aumento de até 14°C em relação à média do mesmo período, com máximas de até 38,1°C; as mínimas e máximas da UR do ar, em relação à média, teve variações com quedas e picos de 25 a 42,2%.

A UR do ar respondeu inversamente ao aumento da temperatura, pois, Varejão-Silva (2006) explica que, fisicamente, quando as moléculas do ar são aquecidas, isso proporciona uma maior quantidade de vapor d'água a ser contido na atmosfera, logo, proporcionalmente a umidade relativa do ar diminui.

Comparado à Figura 6 (julho/2018), houve abruptas quedas de UR; o Ponto 3 registrou essas quedas com maior frequência, em função de a sua superfície ser constituída, majoritariamente, por área construída/pavimentada.

Também, as quedas de UR do ar podem ter ocorrido pelo sistema de baixa pressão atmosférica gerado na depressão do Chaco, pois, de acordo com Nascimento (2017) nesse período mais quente, predomina, expande e promove o avanço da MTC sobre a região de Goiás. Nesse período, as ondas de calor de primavera/verão, ao substituírem uma massa de ar, formam ventos de máxima velocidade, mudando o tempo no local (BORSATO e MENDONÇA, 2015; BITENCOURT et al., 2016).

Estatística da temperatura e umidade relativa do ar

O Ponto amostral 2, em outubro/2018, marcou as menores medidas:

Tendo a área vegetada com 23,5%, o Ponto 2 registrou os menores valores brutos de temperatura do ar, sejam: amplitude (16,3°C), variância (9,6°C) e desvio padrão (3,1°C), exceto na média aritmética (24,1°C), com o valor equivalente ao Ponto 1 (Área vegetada: 29,3%) (Tabela 4);

Comparando esses registros com os da Tabela 2 (julho/2018), observou-se acréscimo da temperatura média nos Pontos 1 (3,2°C), 2 (2,7°C) e 3 (2,6°C) e decréscimos nas outras medidas com variação de 1 a 14,9°C, confirmando os estudos realizados por Luiz (2012), que mostram que junho e julho registram menores valores de temperatura do ar, maiores valores de amplitude térmica.

A Tabela 5 apresenta o Ponto 2 (Área vegetada: 23,5%), no qual teve a maior média e menor variação na UR do ar:

Nos valores brutos de UR do ar, o Ponto 2 marcou os menores nas medidas de dispersão: amplitude (59,4%), variância (154,7%) e desvio padrão (12,4%) e o maior na média aritmética (82%);

No Ponto 2, houve tanto menor variação quanto menor perda de umidade do ar, o que pode ser explicado pela evapotranspiração e dossel vegetal fechado, que gerou o aumento e conservação da umidade do ar.

Tabela 4. Estatística das amostras registradas de temperatura do ar, dos pontos 1, 2 e 3, no mesmo horário para o período de outubro/2018.

	Temperatura (°C)		
Pontos	1	2	3
Amostras	744	1.488	1488
Amplitude Total	16,6	16,3	19,6
Média Aritmética	24,1	24,1	25,8
Variância	13,2	9,6	20,4
Desvio Padrão	3,6	3,1	4,5

Tabela 5. Estatística das amostras registradas de umidade relativa do ar, dos pontos 1, 2 e 3, no mesmo horário para o período de outubro/2018.

	Umidade Relativa (%)		
Pontos	1	2	3
Amostras	744	1.488	1.488
Amplitude Total	65	59,4	67
Média Aritmética	72,9	82	71,2
Variância	284,6	154,7	255,2
Desvio Padrão	16,9	12,4	16

Quanto à umidade relativa em relação ao período de julho/2018 (Tabela 3), o Ponto 3 obteve aumento nas medidas amplitude (3,3%), variância (85,2%) e desvio padrão (3%); o Ponto 2 teve diminuição na variância (6,4%) e desvio padrão (0,3%), mas teve um aumento na amplitude (0,1%).

O Ponto 1 registrou aumento na variância (26,8%) e desvio padrão (0,5), exceto na amplitude com redução de 7%; a média nos Ponto 1, 2 e 3 teve aumento de 26,6, 23,2 e 24,6%, respectivamente.

Além de a radiação solar aumentar conforme o planeta Terra se aproxima do ângulo de maior incidência de raios solares, as leituras obtidas distintas ao mês de julho/2018 foram influenciadas pela MTA (outubro/2018), conforme

Monteiro (1951), interagindo localmente por deslocamento ascendente e descendente do ar, e ocasionando, segundo Borsato e Mendonça (2012), o aumento da temperatura e da umidade do ar para o período.

Conforme os valores brutos de temperatura, as medidas amplitude, variação e desvio padrão, em relação à Tabela 2 (julho/2018), apresentaram valores inferiores devido à umidade presente na atmosfera (outubro/2018), coincidindo com as considerações de Fernandes et al., (2018).

O Ponto 2 – mesmo encontrando-se na região central da área urbana – demonstrou valores menores na temperatura máxima do ar e, teve registros maiores no conjunto dos dados de umidade relativa mínima em relação aos Pontos 1 e 3 (Figura 10).

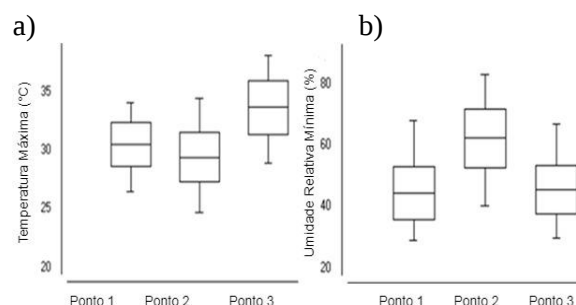


Figura 10. Temperatura do ar máxima (a) e umidade relativa do ar mínima (b) diária dos pontos de coleta (1, 2 e 3) em julho/2018, no município de Rio Verde, Goiás.

Nos registros de T máxima do ar, verificamos a maior simetria no conjunto dos dados no Ponto 1 (Área vegetada: 29,3%).

A taxa de vegetação no Ponto 1 (Área vegetada: 29,3%) e atuaram por meio do maior albedo e evapotranspiração, inserindo e conservando a umidade no ar, o que proporcionou menores variações térmicas nesse ponto. Na pesquisa de Moreira e Silva (2012), os autores registram que os constituintes naturais (gramas e florestas) utilizam a luz natural para seus processos biológicos (fotossíntese e transpiração), enquanto que os constituintes construtivos (concreto e asfalto) irradiam o calor da luz natural absorvida, transferindo calor para atmosfera e elevando as temperaturas do entorno.

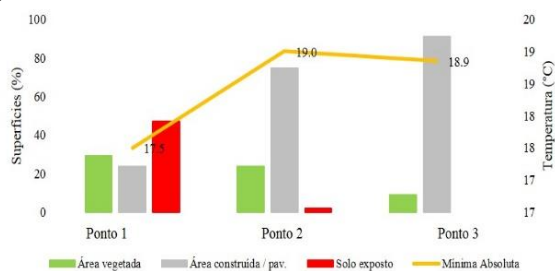
Variação da superfície e da temperatura do ar nos pontos amostrais

De acordo com a Figura 11a, identificamos os fatos a seguir:

O Ponto 1 (Área vegetada: 29,3%), às 3 h do dia 21/10/2018, registrou a menor temperatura do ar mínima absoluta de 17,5°C, com 1,4 e 1,5°C

inferiores aos Pontos 3 (Área vegetada: 8,8%) e 2 (Área vegetada: 23,5%), respectivamente;

a)



b)

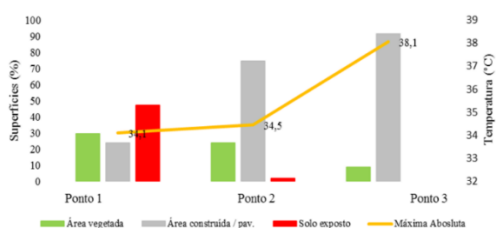


Figura 11. Variações das superfícies e da temperatura do ar mínima (a) e máxima (b) absoluta dos pontos 1, 2 e 3, no mês de outubro/2018 em Rio Verde, Goiás.

O Ponto 3 (Área vegetada: 8,8%) marcou a temperatura do ar máxima absoluta (38,1°C) às 14 h do 03/10/2018, sendo 3,6 e 4°C superiores aos Pontos 1 (Área vegetada: 29,3%) e 2 (Área vegetada: 23,5%), consecutivamente (Figura 11b).

O Ponto amostral 1, em relação aos Pontos 3 e 2, possui a maior área com vegetação (29,3%) e solo exposto (47,2%), e menor área construída/pavimentada (23,5%), sem dossel vegetal, encontrando-se em interflúvio, o que proporciona o declínio da temperatura mínima.

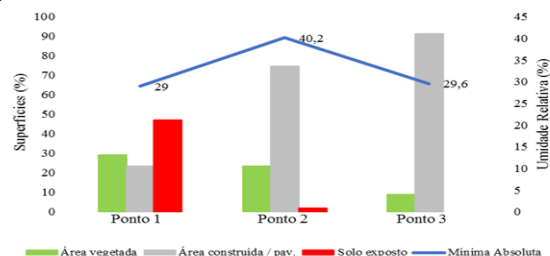
O Ponto 3 apresentou maior temperatura por sua maior massa e volume de material construtivo em relação à vegetação; assim, maiores foram sua transmissividade e armazenamento de calor pelos seus componentes, aumentando o fluxo de calor na atmosfera (LOPES e JARDIM, 2012).

Confrontando os dados com as Figuras 7a e 7b (julho/2018), verificou-se o aumento da temperatura do ar mínima absoluta e máxima absoluta, em 3,1 e 9,2°C, respectivamente; os acréscimos foram resultados das áreas de instabilidade, que de acordo com Cptec/Inpe (2019), provocam tempo de sol entre nuvens e aumento da temperatura do ar.

O ponto 1 obteve a umidade relativa do ar mínima absoluta (29%), no dia 03/10/2018, às 11

h, com 0,6 e 11,2% inferior aos Pontos 2 e 3, respectivamente (Figura 12a); o Ponto 3 marcou a UR do ar máxima absoluta (96,2%) às 6 h do 26/10/2018, sendo 2,2 e 2,2% superiores aos Pontos 1 e 2 (Figura 12b).

a)



b)

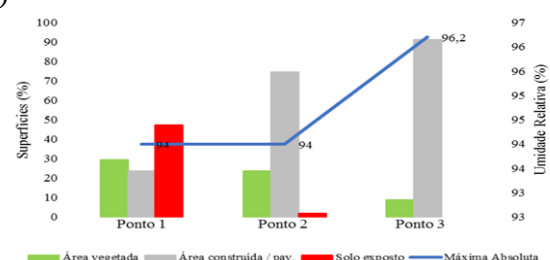


Figura 12. Superfícies e umidade relativa do ar mínima (a) e máxima (b) absoluta, dos pontos 1, 2 e 3, no mês de outubro/2018 em Rio Verde, Goiás.

Ponto 1 (Área vegetada: 29,3%) apresentou o menor valor de UR do ar mínima absoluta (29%), em função dos ventos causados pela intensa radiação solar e convecção do ar, pela topografia do terreno e pela falta de dossel vegetal, que favoreceram o declínio da UR do ar. Isso coincidiu com a conclusão de Lima e Mariano (2014) quanto à interferência do dossel no aumento da umidade relativa do ar.

Segundo o Boletim Técnico do Cptec/Inpe (2018), do dia 24/10/2018 ao dia 26/10/2018, período do pico da UR máxima (Ponto 3), o estado atmosférico registrado foi de chuvas locais, descargas elétricas e rajadas de vento no oeste da região Norte e maior parte do Centro-Oeste do país. Isso, somado às trocas de calor, causou o pico da UR neste dia.

Em convergência com os resultados de Mendonça e Danni-Oliveira (2007); e Nascimento (2017), em que o sistema atmosférico Zcas formado pela convergência da MEC e MTA, traz calor e umidade para a atmosfera da região de Goiás nessa época do ano, fato que explicou a diferença da UR mínima absoluta e máxima absoluta de 12% superiores e 7,2% superiores,

respectivamente, ao relacionarmos os dados com as Figuras 8a e 8b (julho/2018).

Considerações finais

A partir da análise dos resultados, os registros de temperatura e umidade relativa do ar apontaram os seguintes:

I) Entre os três pontos de amostragem, nos períodos de julho e outubro de 2018, de acordo com a taxa de vegetação, os registros da T. mín absoluta e T. máx absoluta oscilaram de 1,4 a 2,5°C e 2,8 a 4°C; os valores da umidade relativa do ar mínima e máxima absoluta variaram de 0,6 a 11,6% e 2,2 a 5,4%, respectivamente;

II) Em 11/07/2018 a frente fria impôs temperaturas nos pontos de coleta (raio de 200: Ponto 1, 2 e 3), com redução de até 14,9°C. A variação da superfície influenciou nas temperaturas dos pontos amostrais, com redução de 2,5°C (Ponto 1) acompanhada do aumento da taxa de vegetação, em 20,5% (ponto 1: 29,3% e ponto 3: 8,8%);

III) As massas de ar quente influenciaram no tempo, em 03/10/2018, com aumento de até 14°C registrados entre os pontos de coleta (raio de 200: pontos 1, 2 e 3), enquanto a variação da superfície nesses pontos teve atuação nas temperaturas, com elevação de 4°C (Ponto 3) associada à diminuição da taxa de vegetação, em 20,5%. Os registros de temperatura e umidade relativa do ar, mesmo sob atuação das massas de ar típicas do período, responderam em conformidade com a taxa de vegetação dos pontos;

IV) A estacionalidade climática influenciou nas temperaturas do ar mínimas e máximas absolutas, de outubro/2018 em relação a julho/2018, com acréscimos de 3,1 e 9,2°C; a umidade relativa do ar mínima e máxima absoluta registrou os valores superiores aos de julho/2018, em 12 e 7,2%, respectivamente;

V) Com relação as normais climatológicas do município de Rio Verde, Goiás, para os mesmos períodos, a temperatura mínima registrada em julho/2018 declinou em 5,9°C (Ponto 1: área vegetada 29,3%); a temperatura máxima ascendeu 3,8°C (Ponto 3: área vegetada 8,8%) em outubro/2018.

Os picos de temperatura e quedas da umidade relativa do ar formam zonas climáticas que, caso persistam, podem ocasionar num clima próprio da cidade, agressivo à população.

As diferenças higrótérmicas entre os pontos de coleta encontradas na cidade de Rio Verde demonstram que o modelo atual de urbanização pode provocar alterações na atmosfera e implicar negativamente no bem-estar e na saúde humana.

As áreas de floresta podem ser alternativas na mitigação de episódios extremos de temperatura e umidade relativa do ar, no microclima urbano.

Referências

- Abreu-Harbach, L. V., Labaki, L. C., Matzarakis, A., 2014. Thermal bioclimatic in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. *Theor Appl Climatol.* 115, 333-340.
- Alavipanah, S., Wegmann, M., Qureshi, S., Weng, Q., Koellner, T., 2015. The Role of vegetation in mitigating urban land surface temperatures: a case study of Munich, Germany during the warm season. *Sustainability* v. 7, 4689-4706.
- Alos Palsar. Advanced Land Observing Satellite Phased Array type L-band Synthetic Aperture, 2015. Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center.
- Alves, E. D. L., Vecchia, F. A. S., 2012. Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental. *Ambiência Guarapuava (PR)* 8, 101-111.
- Alves, W. S. A., 2016. Vegetação e sua influência no microclima urbano. *Élisée Rev. Geo* 5, 205-221.
- Alves, W. S., 2014. As Interações espaciais e o clima urbano de Iporá 1, 123 f.
- Alves, W. S., Mariano, Z. F., 2015. A distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima absoluta: um estudo de caso em Iporá/GO. *Revista Formação* 2, 192-211.
- Amorim, J. R. G.; Oliveira, A. M.; Neves, D.; Oliveira, G. P., 2013. Associação entre variáveis ambientais e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças na cidade Macapá-AP no período de 2008 a 2012. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas* 5, 141-153.
- Andrade, A. R., Roseghini, W. F. F., Mendonça, F. A., 2010. Análise do campo térmico da cidade de Irati/PR: primeiros experimentos para a definição do Clima Urbano. *Revista Brasileira de Climatologia* 6, 57-78.
- Barros, J. R., Balero, J. C. S. A., 2012. Influência do clima e do tempo do centro-oeste do Brasil nas condições de voo na região. *Élisée, Rev. Geo.* 1, 25-49.
- Batalha, M. A., 2011. O Cerrado não é um bioma. *Biota Neotropica* 1, 21-24.
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Maia, P. A., Amorim, F. T., 2016. Frequência, duração, abrangência espacial e intensidade das ondas de calor no Brasil. *Rev. Bras. Meteorol.* 31, 506-517.

- Borsato, V. A., Mendonça, F. A., 2015. Participação da massa polar atlântica na dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil. *Mercator*. 14, 113-130.
- Borsato, V. A., Mendonça, F. A., 2016. A Espacialização dos sistemas atmosféricos e a análise rítmica para o Centro-Sul do Brasil. *Geosp – Espaço e Tempo* 19, 585-604.
- Borsato, V. A.; Mendonça, F. A., 2012. A participação da massa tropical atlântica no estado do tempo no Centro Sul do Brasil. *Revista Geonorte* 1, 293-304
- Bounoua, L., Zhang, P., Mostovoy, G., Thome, K., Masek, J., Imhoff M., Shepherd, M., Quattrochi, D., Santanello, J., Silva, J.; Wolfe, R., Toure, A. M., 2015. Impact of urbanization on US surface climate 10, 1-9.
- Castro, P. A. L. de, Santos, G. O., Diniz, R. G., 2019. Models for Estimating Reference Evapotranspiration in Different Periods in Rio Verde, Goiás, Brazil. *Journal of Agricultural Science* 11, 63-75.
- Coutts, A. M., Tapper, N. J., Beringer J., Loughnan, M., Demuzere, M., 2012. Watering our cities: The capacity for Water Sensitive Urban Design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context 37, 2-28.
- CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2018 e 2019. Boletim técnico. Cachoeira Paulista.
- Fernandes, D. S., Heinemann, A. B., Amorim, A. O., Paz, R. L. F., 2018. Estimativa da radiação solar global com base em observações de temperatura para o estado de Goiás. *Rev. Bras. Meteorol.* 33, 558-566.
- Francisco, P. R., Chaves, I., Lima, E., 2012. Mapeamento das terras para mecanização agrícola - Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física* 5, 233-249.
- Franco, F. M., Nogueira, N. C. J. A., Rosseti, K. A. C., Nogueira, J. S., 2010. Clima Urbano: um estudo de caso para clima tropical continental. *CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem* 5, 82.
- Gianotti, A. R. C., Souza, M, J, H., Machado, E. L. M., Pereira, I. M., Vieira, A. D., Magalhães, M. R., 2013. Análise microclimática em duas fitofisionomias do Cerrado no alto vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28, 246-256.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – Cópis. Rio de Janeiro.
- Lima, A. M., Mariano, Z. F., 2014. Análise microclimática no interior e fora das florestas estacionais semidecíduais na área da bacia da Usina Hidrelétrica de Caçu-GO. *Revista do Departamento de Geografia* 27, 67-87.
- Lima, V. Análise da qualidade ambiental urbana: O exemplo de Osvaldo Cruz/SP, 2014. *Revista Geografia em Questão* 7, 29-42.
- Lopes, L. C. S., Jardim, C. H., 2012. Variações de temperatura e umidade relativa do ar em área urbana e rural durante o segmento temporal de inverno de 2011 em Contagem e Betim-MG. *ACTA Geográfica* 1, 205-221.
- Lopes, R. M., Mariano, Z. de F., Cabral, J. B. P., Martins, A. P., 2015. Análise da variação da temperatura na Reserva Particular do Patrimônio Natural, Pousada das Araras, em Serranópolis – GO: uma abordagem topoclimática. *Revista do Departamento de Geografia – USP*, 28, 82-100.
- Luiz, G. C., 2012. Influência na relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: estudo de caso - município de Goiânia/GO 26, 271 p.
- Marcato Junior, J., Tommaselli, A. M. G., 2013. Exterior orientation of CBERS-2B imagery using multi-feature control and orbital data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 79, 219-225.
- Mariano, M. F.; Rocha, J. R. R.; Alves, W. S.; Feltrin, J. C., 2016. Análise das umidades máximas e mínimas absolutas nas cidades do Cerrado de Goiás: Jataí, Caçu e Iporá v. 1, p. 1012 a 1022.
- Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M., 2007. *Climatologia. Noções básicas e climas do Brasil* 1, 1-115.
- Monteiro, C. A. de F., 1951. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia*. 13, 3-46.
- Monteiro, C. A. de F., 1968. *Geografia do Brasil: Grande região Sul* v. 4, p. 114-166.
- Monteiro, C. A. de F., 1976. Teoria e clima urbano 1, 151-181.
- Monteiro, C. A. de F., 1990. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. *Geosul* 5, 61-79.
- Moreira, J. F. R.; Silva, C. A., 2012. Paisagem urbana e áreas verdes: contexto dos parques urbanos de Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia* 32, 239-254.
- Nascimento, D. T. F., 2017. Caracterização ambiental do estado de Goiás e Distrito Federal como insumo à gestão dos recursos hídricos. *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais* 6, 34-50.

- Obi, N. I. A., 2014. The influence of vegetation on microclimate in hot humid tropical environment - A case of enugu urban. *International Journal of Energy and Environmental Research*, 2, 28-38.
- Oke T. R., 1987. *Boundary Layer Climates*. Routledge 2, 435 p.
- Oke, T. R., 2006. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites 6, 47 p.
- OMS. Organização Mundial da Saúde, 2012. *Actas oficiales de La OMS*. Genebra.
- Owusu-Ansah E., 2018. Urbanization and disaster in Accra, Ghana. Does human life matters? *RUDN Journal of Ecology and Life Safety* 26 p. 449-453.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T., 2008. As principais fitosionomias do Cerrado 1, 151-199.
- Santos, F. M. M., 2012. Influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica na cidade de Cuiabá-MT. 2012 1, 87 f.
- Sette, D. M., Ribeiro, H., 2011. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. *Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade* 6, 36-51.
- Shashua-Bar, L.; Pearlmutter, D.; Erel, E., 2011. The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *International Journal of Climatology*, 31, 1498-1506.
- Siqueira, M. N.; Faria, K. M. S., 2019. Análise da dinâmica da paisagem no município de Rio Verde, Goiás, Brasil: uma ferramenta para a escolha de áreas prioritárias para a conservação. *Sociedade & Natureza* 31, 1-20.
- UN. United Nations, 2018. *World Urbanization Prospects*. New York.
- Varejão-Silva, M. A., 2006. *Meteorologia e Climatologia* 2, 1-449.