

A IMPORTÂNCIA DE ÁREAS VERDES NA ATENUAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR EM ÁREAS INTRAURBANAS: UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O CONFORTO TÉRMICO

Glaucia Durães Scheffer¹
Cássia de Castro Martins Ferreira²

RESUMO

O trabalho objetiva mostrar como os fatores geoambientais, aqui analisados principalmente a cobertura vegetal, altimetria e cursos d'água, podem influenciar no comportamento da temperatura do ar, na escala urbana. Foram estudadas duas regiões de planejamento localizadas na cidade de Juiz de Fora-MG, com diferenças de uso e ocupação do solo. Os dados coletados foram organizados e trabalhados, permitindo evidenciar as diferenças da temperatura do ar (máxima, mínima e média diária) em um período de 15 dias durante o inverno de 2023. Além disso, foi realizado o cálculo de conforto térmico para uma das estações, a fim de verificar essa condição em um período de inverno. Os resultados permitiram evidenciar diferenças de temperatura nos dois ambientes analisados, que podem estar atrelados às diferenças significativas na distribuição dos fatores geoambientais analisados, além das distintas formas de uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Clima urbano; Fatores geoambientais; campo térmico.

RESUMEN

Palabras clave:

INTRODUÇÃO

Segundo Monteiro (1976) os centros urbanos representam o ápice da modificação humana no espaço, sendo um exemplo de interação entre o homem e o meio. As cidades em função da dinâmica e das constantes modificações e intervenções humanas, foram concomitantemente perdendo suas características naturais, e se tornando espaços alterados, com uma maciça presença de construções, edifícios, pavimentos, concentração populacional entre outros que se consorciavam e criam espaços heterogêneos dentro da cidade. Esse processo se intensifica a partir de 1960, no qual a urbanização no Brasil aumenta significativamente (SANTOS, 1993). O Brasil atualmente possui uma grande população urbana, segundo os dados do IBGE (2022), as concentrações urbanas abrigavam 124,1 milhões de pessoas, 61%.

¹ Mestranda em Geografia – Universidade Federal de Juiz de Fora – e-mail

² Professora titular – Programa de pós-graduação em geografia UFJF – e-mail: cassia.castro@ufjf.br



Assim, o aumento da população urbana concomitante ao avanço dos processos urbanos, criaram e criam alterações na atmosfera urbana, formando diferentes microclimas, que normalmente estão associados às distintas formas de uso, ocupação e na configuração do meio físico, criando, desta forma, um clima urbano, que se diferencia entre os diferentes espaços intraurbanos e seus entornos periurbanos e rurais.

O trabalho, objetivou, analisar as relações entre a distribuição das áreas verdes, recursos hídricos e altimetria e seus impactos na temperatura do ar e o conforto térmico em duas localidades da cidade de Juiz de Fora-MG, em um episódio de inverno.

Monteiro (1976) em sua proposta de estudo de clima urbano, estabelece o sistema clima urbano, no qual subdivide em três subsistemas, a saber: termodinâmico, que vai trabalhar os parâmetros térmicos e de conforto térmico; impactos meteóricos, que evidencia as precipitações e suas relações com o meio e físico-químico que trabalha com a poluição atmosférica. O presente trabalho fará um recorte do clima urbano, abordando o canal termodinâmico, seguindo a metodologia proposta por Monteiro (1976).

Foram analisadas duas regiões de planejamento da cidade de Juiz de fora, uma primeira localizada no centro da cidade, no qual a densidade de edificações, verticalização, fluxo de veículos e pessoas, impermeabilidade do solo, baixa incidência de cobertura vegetal e com uma altimetria em torno de 600m e um segundo ponto localizado na região de planejamento oeste, com características distintas, menor área construída, menos verticalizada, menor incidência de veículos, maior concentração de cobertura vegetal e com uma altimetria em torno de 900m. As coletas de dados de temperatura do ar foram feitas no período de 1 a 15 de julho de 2023, nestas foram aplicadas estatística descritiva. Foram detectadas diferenças de temperatura do ar máxima, mínima e média, sendo o ponto localizado no Centro o que apresentou as maiores temperaturas do ar, quando comparadas às temperaturas do ar registradas no ponto São Pedro.

Quanto ao cálculo e resultados do conforto térmico, foi detectado em 87% dos dias analisados a sensação térmica de muito frio, os demais 13% a sensação térmica de frio na estação localizada na região de planejamento oeste. Quando utilizados os dados de temperatura mínima diária, a sensação térmica para todos os dias analisados foi de “Muito frio”.

As diferenças de temperatura do ar verificadas no período analisado, estão associadas às diferenças no uso e ocupação do solo e principalmente às diferenças na distribuição dos fatores mitigadores, cobertura vegetal, água e altimetria. Ressaltando que a complexidade e heterogeneidade de uso e ocupação do espaço urbano, desenvolve e leva a desenvolver diferentes campos térmicos e estes podem repercutir em diferenças no conforto térmico.

METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida considerando 4 passos centrais, sendo eles, levantamento bibliográfico, trabalho de campo para o levantamento de dados climáticos em campo, aquisição de dados geoambientais e geourbanos, por meio de imagens e fotografias aéreas e por último o cálculo de conforto térmico.

O segundo passo consistiu no levantamento de dados climáticos e aplicação de estatística descritiva para análise dos dados. A coleta de dados climáticos em campo, que consistiu na temperatura do ar para o posto localizado na Região de Planejamento Centro e temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento para o posto localizado na Região de



Planejamento São Pedro. A coleta de dados compreendeu o período 01 a 15 de julho de 2023 no inverno, durante este período as condições atmosféricas prevaleceram a estabilidade atmosférica, consequência da atuação do Anticiclone Polar e do Anticiclone do Atlântico Sul.

O terceiro processo consistiu em vetorizar a cobertura vegetal, cursos d'água e gerar um mapa altimétrico das duas regiões de planejamento (Centro e Oeste). As principais bases para a geração desses mapas foram fotografias aéreas da cidade, aliadas a ferramentas como *google maps*, *google street view* e *ArcMap*.

Por fim, o último processo metodológico, consistiu no cálculo e análise do conforto térmico para a Região de Planejamento Oeste.

Para o cálculo do conforto térmico foi utilizado o índice de temperatura efetiva considerando o vento (SUPING et al., 1992), este índice utiliza a temperatura do bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do vento, é considerado um índice aplicável à região tropical. A equação que é a base para o cálculo do índice está delimitada na equação 1:

$$TEv = 37 - \frac{(37 - T)}{[0,68 - 0,0014RH + \frac{1}{1,76 + 1,4v^{0,75}}]} - 0,29T(1 - \frac{RH}{100})$$

Onde:

TEv é a temperatura efetiva como função do vento, temperatura e umidade relativa do ar (°C);

T é a temperatura do ar (°C)

UR é a umidade relativa do ar (%) e

V é a velocidade do vento (m/s).

Tendo como base as classes de conforto térmico propostas por Fanger (1972) e adaptadas por Maia e Gonçalves (2002) para São Paulo, temos:

TEv (°C)	Sensação térmica (tipo de tempo)	Grau de estresse fisiológico
<13	Muito frio	Estremo estresse ao frio
13-16	Frio	Tiritar/Tremer
16-19	Frio moderado	Ligeiro resfriamento do corpo
19-22	Ligeiramente frio	Vasoconstrição
22-25	Confortável	Neutralidade térmica
25-28	Ligeiramente quente	Ligeiro suor, vasodilatação
28-31	Quente moderado	Suando
31-34	Quente	Suor em profusão
>34	Muito quente	Falha na termorregulação

Fonte: (FANGER, 1972, adaptada por MAIA & GONÇALVES, 2002)

Este índice vem sendo utilizado em diversos estudos aplicados à diferentes regiões brasileiras (DE SOUZA & NERY, 2013; GOBO, 2013; ASSIS, 2016).



O índice de conforto térmico foi calculado considerando os dados de temperatura média diária e para temperatura mínima diária, considerando que o período analisado está na estação de inverno e que as temperaturas mínimas do ar, poderiam incidir em desconforto térmico.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende duas regiões de planejamento da cidade de Juiz de Fora-MG. As regiões de planejamento foram estipuladas pela Prefeitura de Juiz de Fora, “para fins da gestão da política de desenvolvimento urbano e territorial, visando a integração das políticas de planejamento do uso do solo, habitação, saneamento básico e mobilidade urbana” (PJF, 2023). Foram criadas 8 regiões de planejamento, sendo que o presente trabalho abarca duas delas, a Região de Planejamento Centro e a Região de Planejamento Oeste.

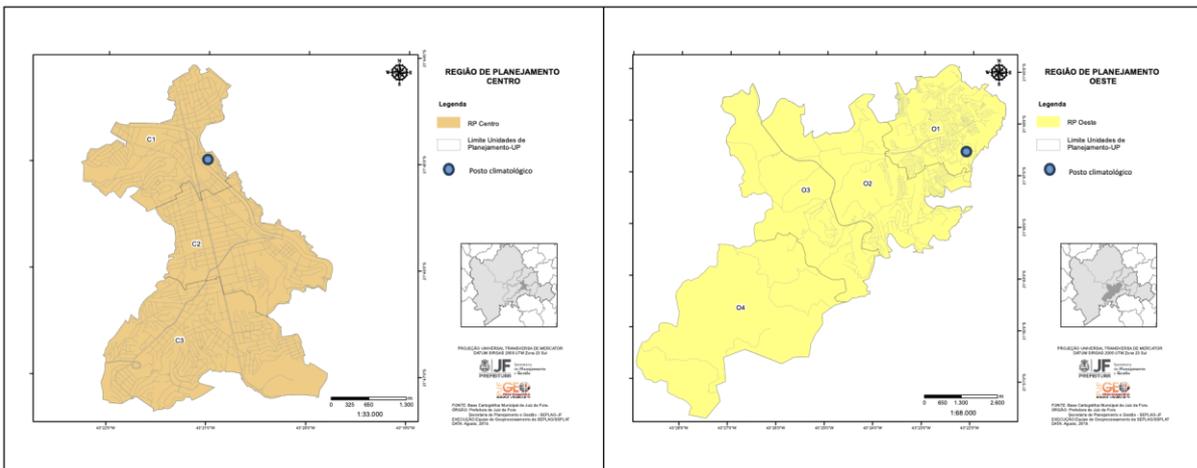


Figura 1- Localização da área de estudo e pontos de coleta de dados. Fonte: PJF, 2023. Adaptado pelas autoras

As duas localidades que constituíram a área de estudo, consistem nas regiões de planejamento Oeste e Centro (figura 1) da cidade de Juiz de Fora. A região de planejamento Oeste está localizada na zona oeste da cidade de Juiz de Fora, no qual, prevalecem áreas residenciais, possui um subcentro com atividades comerciais, bancárias e de prestação de serviços. Apresenta um crescimento vertical, em função da expansão urbana e muito atrelada a edifícios residenciais, apresentou um aumento no fluxo de pessoas e automóveis. Concentram-se ainda dentro deste bairro a presença de vários condomínios residenciais fechados, alguns prevalecendo residências horizontais e outros residências verticais apesar disto, esta unidade de planejamento é a que possui o maior índice de áreas verdes, além do fato de estar localizada numa altitude média de 900m.

A Região de Planejamento Centro está localizada ao longo do vale do rio Paraibuna, a uma altitude média de 600 m, possui grande adensamento urbano, no qual consorcia em sua maioria prédios residenciais e comerciais, o que intensifica o fluxo de pessoas e veículos. Concentra a maior parte das atividades econômicas, comerciais e de prestação de serviços da cidade, destaca-se ainda que Juiz de Fora, polariza a região da Zona da Mata Mineira, parte das Vertentes e uma área significativa de cidades do estado do Rio de Janeiro, e boa parte desta população tem suas atividades concentradas no centro da cidade. Em função de um maior adensamento urbano, esta região possui o menor índice de áreas verdes.

São vários os estudos de clima urbano da cidade de Juiz de Fora, abordando o campo termodinâmico (PIMENTEL e FERREIRA (2019); FERREIRA et al. (2019); ASSIS e FERREIRA (2018); VIANNA et al. (2020); SILVA et al. (2019); FERREIRA (2014)), estes, evidenciaram a presença de um clima urbano, a constituição de ilha de calor, e a presença de diferentes campos térmicos, associando às diferentes formas de uso e ocupação urbana da cidade, muito evidenciada pela verticalização e adensamento urbano e pela baixa presença de áreas verdes nas regiões mais urbanizadas. Ribeiro et al. (2018) mostrou a presença de ilha de calor na ordem de até $7,6^{\circ}\text{C}$, justificada pela baixa cobertura vegetal, maior densidade demográfica e habitacional e pelo intenso e constante fluxo diário de veículos.

A cobertura vegetal, os corpos hídricos e neste caso a altimetria, são considerados fatores mitigadores da temperatura do ar, portanto, sua incidência, distribuição, concentração são importantes no controle e mitigação da temperatura do ar, esta associada a presença de corpos hídricos e altitudes mais elevadas podem contribuir com temperaturas mais baixas e quando ocorre uma menor presença de cobertura vegetal, corpos hídricos e menores altitudes, teríamos temperaturas do ar mais elevadas.

A cobertura vegetal e corpos hídricos, são as duas variáveis mais citadas entre os artigos científicos como mitigadores da temperatura de superfície e do ar, no caso das áreas vegetadas, essas influenciam os elementos meteorológicos e fatores, tais como temperatura do ar, albedo e permeabilidade. Além disso, áreas revestidas por vegetações arbóreas criam um sombreamento na região em que se encontram (VIANA, 2018). Provocam uma relação mais equilibrada entre calor sensível e calor latente, pois propiciam o processo de evapotranspiração, o que ocasiona permeabilização das superfícies urbanas, levando o uso do fluxo de calor latente, que é usado no processo de evapotranspiração, levando a um menor aquecimento, enquanto sem a presença da vegetação esse fluxo de calor latente, passa a ser utilizado como calor sensível, ocasionando um maior aquecimento (FERREIRA et al. 2022).

Já os corpos hídricos, em função do seu baixo calor específico, que pode ser definido como a mudança de temperatura de um determinado material ao ganhar uma quantidade de energia, tende a precisar de mais tempo e energia para se aquecer, gerando menor aquecimento da superfície, em contrapartida, a maior parte dos materiais empregados nas construções urbanas possuem baixo calor específico, logo se aquecem rápido e com menor quantidade de energia. O que levará a uma baixa capacidade térmica, pois precisa de menos energia para aquecer 1°C na temperatura do material. Segundo Ugeda e Amorim. (2016, p. 166) os materiais construtivos possuem uma “baixa capacidade térmica quando comparados aos elementos naturais”.

A altitude é outro fator importante na configuração dos campos térmicos na cidade de Juiz de Fora, por estar localizada em uma região de Mares de Morros (AB SABER, 1966), as diferenças altimétricas são significativas. A cidade primeiramente se desenvolveu ao longo do vale do rio Paraibuna, em uma cota altimétrica em torno de 600 m, depois ela avançou para as áreas mais elevadas, localização hoje definida como cidade alta, que fica aproximadamente aos 900 m de altitude. Essa diferença altimétrica, associada a uma diferença nas formas de uso e ocupação destes espaços, implica em diferenças térmicas significativas.

Além disso, o decréscimo vertical médio da temperatura do ar na troposfera é da ordem de $6,5^{\circ}\text{C}$ por km. Mas este não é o único fator que explica as diferenças de temperatura em



lugares com altitudes distintas, deve-se levar em consideração também a absorção e reirradiação da energia solar pela superfície. Outro fator importante a ser ressaltado, é que a altitude interfere no ciclo diurno/noturno da temperatura, isto é, como a densidade do ar é menor em lugares mais elevados, o ar irá absorver e refletir menos a radiação solar incidente. Resultando, a um aumento da intensidade da insolação durante o dia nas áreas mais elevadas, o que levará a um maior aquecimento durante o dia e a um significativo resfriamento durante a noite. Estes fatores, portanto, interferirão nas temperaturas mínimas e máximas. Porém, como estamos trabalhando numa área urbana, esta pode alterar esses processos naturais.

Segundo o que destaca Gobo (2013, p.2) pela norma da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) conforto térmico é conceituado “como um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”. Logo, é uma condição individualizada, depende de fatores que estão atreladas a cada indivíduo. Para García (1995 citado por Gomes e Amorim, 2003, p. 96), o “conforto térmico consiste no conjunto de condições em que os mecanismos de auto-regulação são mínimos ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas se manifeste sentir bem”.

Porém, quando corre uma alteração da temperatura do ar, seja para mais ou para menos, o sistema termorregulador do corpo humano tende a se ajustar, tentando manter a temperatura interna do corpo humano, esse ajuste se dá em função de reações fisiológicas, como por exemplo, se o corpo humano está exposto a altas temperaturas, ele tende a aumentar a sudorese, numa tentativa de diminuir a temperatura corporal, segundo Jabargo (1984), quando o corpo humano não consegue manter a temperatura interna, pode ocasionar prejuízos à saúde humana.

Existe uma gama de variáveis climáticas e humanas que são consideradas no cálculo da sensação térmica, essa condição levou à criação de uma série de índices e diferentes faixas de conforto térmico, normalmente adaptadas às diferentes realidades dos lugares. Porém, salienta-se que os índices que levam em consideração a temperatura média radiante, o vento e a umidade tendem a ser mais realísticos, do que aqueles que consideram a temperatura e a umidade do ar.

Os índices de conforto térmico mais citados na bibliografia revisada, estão listados no quadro 1.

Índice	Autor
Carta bioclimática	Olgyay (1994)
Temperatura efetiva	Houghthen et al. (1923)
Temperatura efetiva corrigida	Vernon e Warner (1932)
Taxa de suor prevista para quatro horas (P4SR)	McAriel et al. (1947)
Índice de conforto Equatorial ou Índice de Cingapura	Webb (1960)
Temperatura resultante	Missenard (1948)
Temperatura resfriada pelo vento	Siple e Passel (1945)
Índice de estresse térmico por calor	Belding e Hatch (1955)
Voto Médio Predito e Percentual de pessoas insatisfeitas	Fanger (1992)
Índice de Estresse Térmico	Givoni (1969)
Índice de Sensações Térmicas – Índice de Desconforto	Thom (1959)
Índice de Desconforto	Garcia (1995)
Classificação do Índice de Desconforto	Terjung (1966); García (1995)



Índice de Temperatura Efetiva (TE) ou Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	Missenard (1937); Nieuwolt (1977)
Temperatura Efetiva	Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP)
Diagrama de Conforto Humano	Organização Mundial de Meteorologia (OMM) (1987)

Quadro 01- Índices de conforto térmico, segundo a bibliografia consultada.

RESULTADOS:

Os valores registrados de temperatura do ar no período analisado, nos permite verificar que os fatores geoambientais, associados aos fatores geourbanos são importantes na definição das diferenças de temperatura encontradas nos dois postos climatológicos.

De forma geral, as temperaturas médias e máximas do ar, tiveram ao longo do período analisado mais baixas na estação meteorológica localizada na Região de Planejamento Oeste. Esta seria justificada pela maior concentração de cobertura vegetal, e pela diferença altimétrica, porém não seriam os únicos fatores relevantes, uma vez que o maior adensamento urbano, está localizado na região de planejamento centro, o que impacta nas temperaturas máximas e médias diárias (Gráficos 1 e 2).

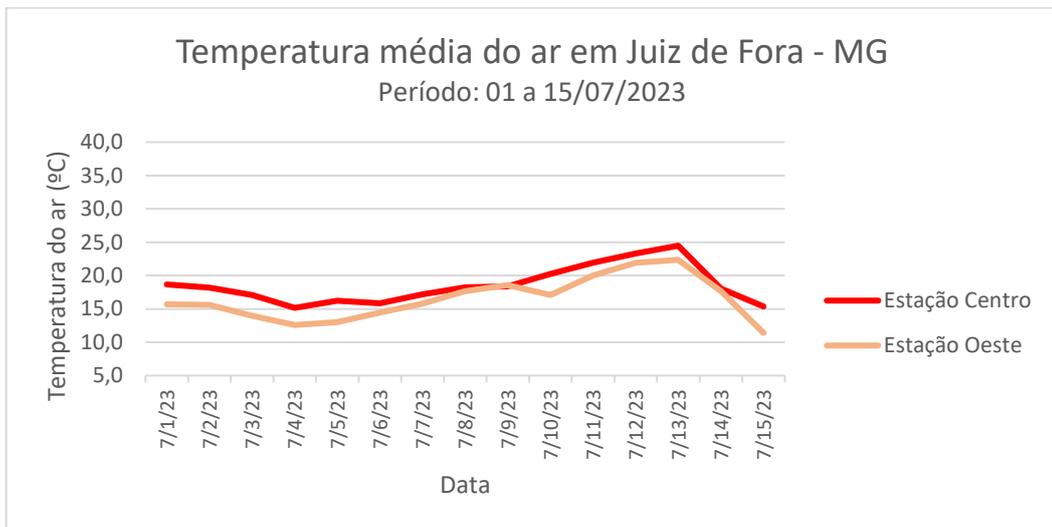


Gráfico 01 – Temperatura média do ar, no período de 1 a 15 de julho de 2023, na cidade de Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

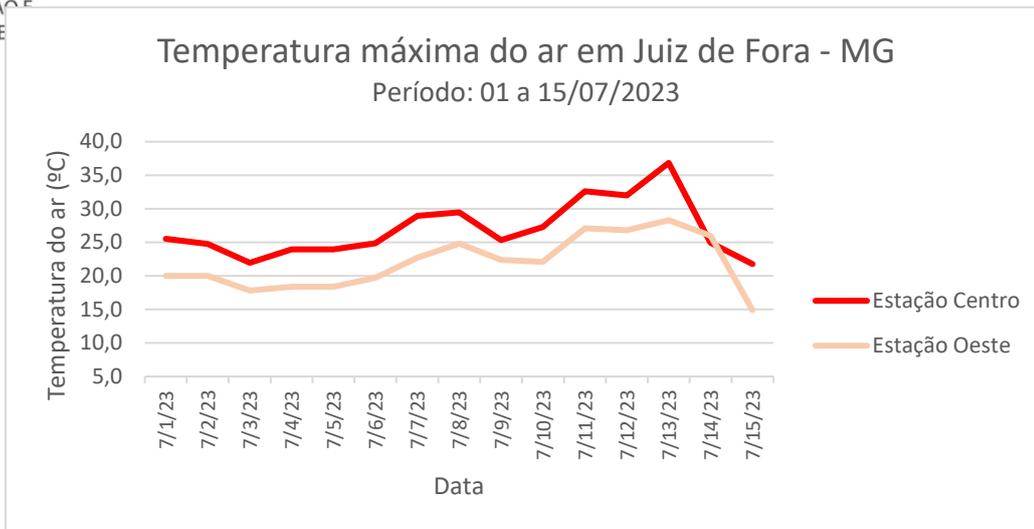


Gráfico 02 – Temperatura máxima do ar, no período de 1 a 15 de julho de 2023, na cidade de Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

Porém, o que justifica, as temperaturas mínimas diárias terem valores de temperatura muito semelhante em ambas as estações? Além disso houve o registro de temperaturas mínimas mais baixas na região de planejamento centro, do que na região oeste (Gráfico 03). Saliendo, que existe uma diferença de aproximadamente 300 m de altitude entre ambas as estações. As temperaturas mínimas registradas no posto localizado no centro, devem estar associadas às brisas de montanha, que no período noturno escoam das áreas mais elevadas em direção ao fundo de vale, influenciando na queda da temperatura do ar. Em noites de céu claro e ocorrência de nevoeiro ao amanhecer, poderia estar desencadeando na ocorrência de inversões térmicas, no qual, a estação que está localizada a 940 m, registra temperaturas mais elevadas do que aquela que está localizada às margens do rio Paraibuna à 630 m. Porém, são necessários mais estudos para afirmar a ocorrência de inversão térmica.

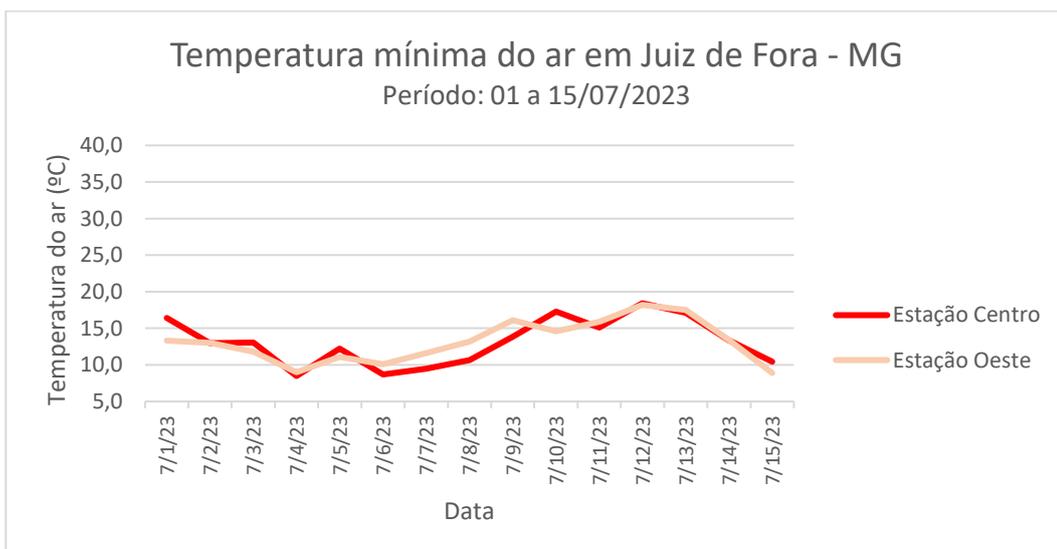


Gráfico 03 – Temperatura mínima do ar, no período de 1 a 15 de julho de 2023, na cidade de Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

Uma das variáveis analisadas no trabalho foi a altimetria, pois em função da configuração do sítio urbano no qual a cidade foi assentada, apresenta-se em alguns pontos diferenças altimétricas significativas. Quando comparados os dois pontos de análise, As



Regiões de Planejamento Centro, que abarca todo o centro da cidade e Oeste, estes possuem uma diferença de aproximadamente 300 metros de altitude, um dos pontos, que está localizada a 940m de altitude, a estação meteorológica localizada na UFJF, que se encontra em um topo de morro escavado antropogenicamente, o que faz com que receba mais ventos diretos e temperaturas do ar mais baixas, quando comparadas ao segundo ponto que se encontra em um fundo de vale no centro da cidade (Figura 02).

MAPA DE CURVAS DE NÍVEL

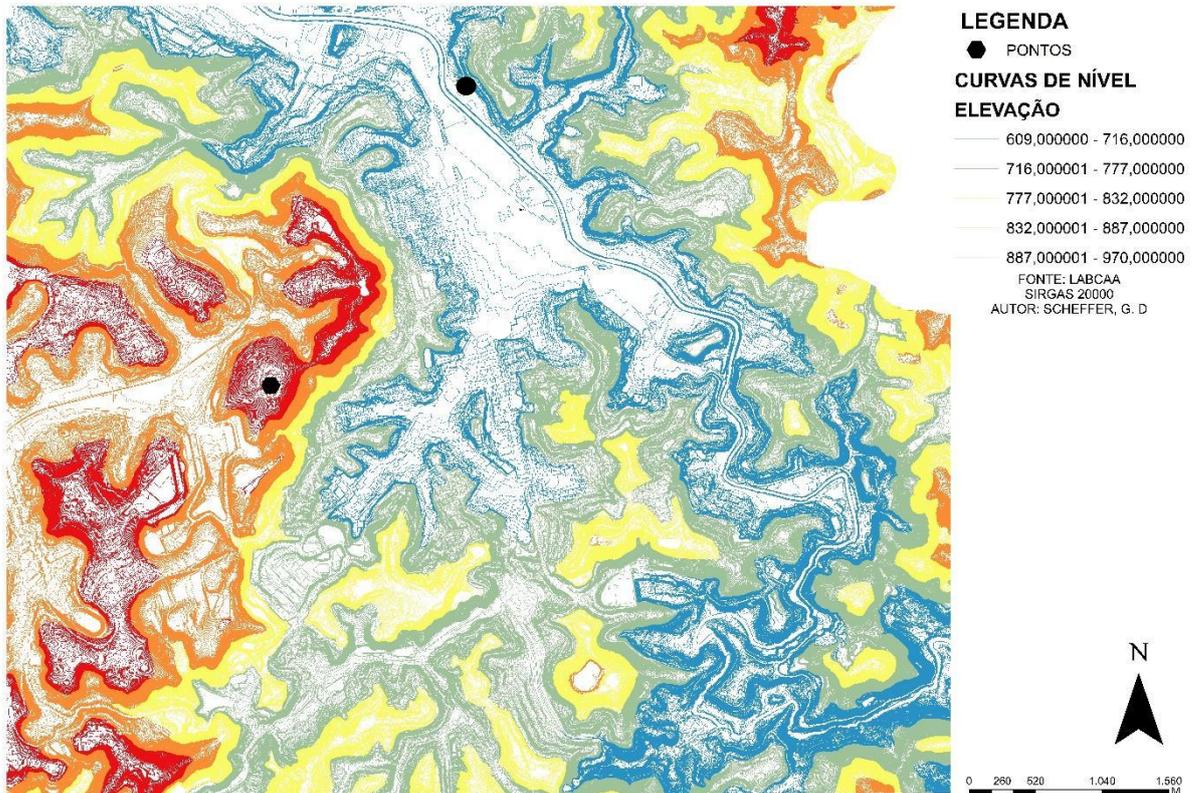


Figura 2 - Altimetria da área de estudo - Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

Ambos os postos possuem diferenças no uso e ocupação do solo, além da grande diferença altimétrica, o ponto no fundo de vale se encontra no centro da cidade em uma área de intensamente urbanizada, com grande fluxo de automóveis, alta verticalização, significativa impermeabilidade do solo, poucas áreas verdes e livres.

Destaca-se que em condições normais, o gradiente vertical médio pode ocorrer uma diferença de temperatura com a altitude, cerca de $-0,65^{\circ}\text{C}$ a cada 100m (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.57). Dessa forma, é possível a ocorrência de variação térmica, quando analisados pontos com diferenças altimétricas significativas. Em função da situação no qual a cidade de Juiz de Fora está assentada, essa diferença pode ser potencializada em função do adensamento urbano registrado mais no fundo de vale, no centro da cidade.

A vegetação é considerada como um dos principais fatores atenuantes da temperatura do ar, Mascaró e Mascaró (2010, p.32) denotam que

A vegetação urbana atua nos microclimas urbanos contribuindo para melhorar a ambiência urbana sob diversos aspectos: - ameniza a radiação solar na estação quente e modifica a temperatura e a umidade relativa do ar do recinto através do sombreamento que reduz a carga



térmica pelos edifícios, veículos e pedestres. [...] Assim a vegetação funciona como regulador termo climático.

Assim, é possível notar que existe uma grande importância na quantidade de vegetação que haverá nas proximidades de cada ponto pois esta pode alterar tanto umidade e temperatura do ar, quanto a velocidade dos ventos.

A presença da vegetação é um importante mitigador da temperatura do ar, o que refletiu nos dados registrados em ambas as estações. No qual, a estação localizada no centro da cidade, com pouca incidência de áreas verdes, mostrou registros mais elevados, quando comparados à estação localizada na UFJF/ bairro São Pedro, que apresenta um índice de áreas verdes mais elevado. Segundo Paula (2017) os índices vegetativos: Índice de cobertura vegetal em áreas urbanas (ICVAU); Índice de cobertura vegetal arbórea (ICVA), Índice de verde por habitante (IVH) e Índice arbóreo por habitante (IVAH), tiveram valores menores na Região de Planejamento Centro, quando comparados aos da Região de Planejamento Oeste (Quadro 02).

Regiões de Planejamento	ICVAU (%)	ICVA (%)	IVH (M ² /Hab)	IVAH (M ² /Hab)
Centro	25,68	15,4	26,86	16,10
Oeste	83,75	14,98	464,05	83,04

Quadro 02 – Índices vegetativos – Regiões de Planejamento Centro e Oeste – Juiz de Fora-MG. Fonte. Paula (2017).

Os menores registros de temperatura máxima e média ocorreram no abrigo instalado no topo do morro, o que reflete a influência da altitude e maior cobertura vegetal (Figura 3).

MAPA DE VEGETAÇÃO E ARRUAMENTO

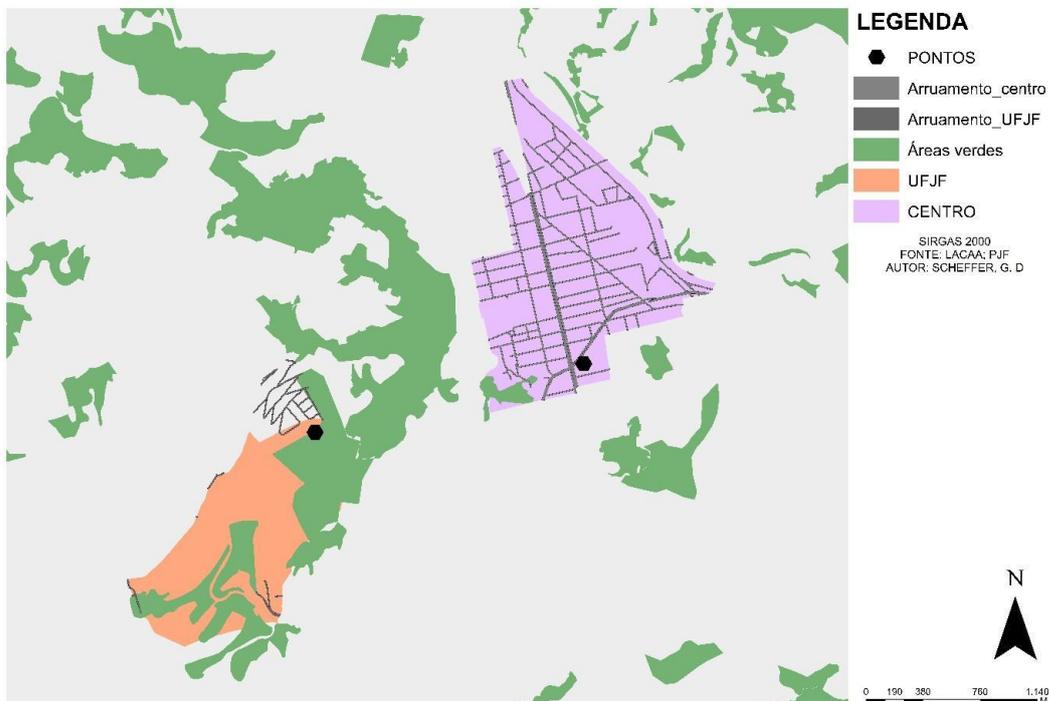


Figura 3 - Mapa de vegetação e arruamento nas Regiões de Planejamento Centro e Oeste da cidade de Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

Conforto térmico

O homem é um animal homeotérmico, ou seja, ele possui uma temperatura corporal constante (uma média entre 36,1 e 37,2° C). Para manter essa temperatura, ele faz trocas



constantes, com o ambiente, por intermédio do sistema metabólico, na busca de manter a sua temperatura corporal em um estado de conforto térmico, este que, segundo Frota e Schiffer (2003. p.20), é quando “o organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade”.

Ou seja, o metabolismo humano, está sempre funcionando, na busca constante da manutenção da temperatura interna humana, a um estado que ele não sinta nem calor nem frio, mas confortável nas circunstâncias nas quais se encontra. Destarte, o clima é um aspecto de grande importância no conforto térmico humano, Frota e Schiffer (2003) destacam que a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, são as principais variáveis climáticas relacionadas com o conforto.

Os resultados do conforto térmico no período analisado, aponta para:

DIA	Temp.Méd (°C)	Temp.Mín (°C)	UR.Méd (%)	Vento.Méd (m/s)	TEv (°C) - Méd	TEv (°C) - Mín
01/07/2023	15,7	13,3	84,6	3,6	7,8	4,7
02/07/2023	15,6	13,0	81,7	5,0	6,5	3,0
03/07/2023	14,0	11,8	81,5	9,6	2,0	-1,1
04/07/2023	12,6	9,0	74,9	4,7	2,9	-1,7
05/07/2023	13,0	11,1	80,8	6,3	2,2	-0,4
06/07/2023	14,5	10,1	69,9	6,0	4,6	-1,1
07/07/2023	15,8	11,6	60,0	5,4	6,7	1,6
08/07/2023	17,6	13,2	59,0	5,8	8,7	3,3
09/07/2023	18,6	16,1	59,1	5,4	10,1	7,1
10/07/2023	17,1	14,6	86,8	4,6	8,7	5,4
11/07/2023	20,0	15,9	72,0	4,7	12,4	7,2
12/07/2023	21,9	18,2	63,8	4,8	14,6	10,0
13/07/2023	22,4	17,5	55,3	9,1	13,5	7,4
14/07/2023	17,6	13,4	73,0	6,9	8,3	2,6
15/07/2023	11,4	8,9	85,7	6,2	-0,2	-3,7

Quadro 03- Dados climáticos e índice de conforto térmico – Juiz de Fora-MG. Fonte: Organizado pelas autoras.

DIA	TEv (°C) - Méd	SENSAÇÃO TÉRMICA (TIPO DE TEMPO)	GRAU DE ESTRESSE FISIOLÓGICO
01/07/2023	7,8	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
02/07/2023	6,5	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
03/07/2023	2,0	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
04/07/2023	2,9	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
05/07/2023	2,2	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
06/07/2023	4,6	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
07/07/2023	6,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
08/07/2023	8,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
09/07/2023	10,1	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
10/07/2023	8,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
11/07/2023	12,4	Muito Frio	Estremo estresse ao frio



12/07/2023	14,6	Frio	Tiritar/Tremer
13/07/2023	13,5	Frio	Tiritar/Tremer
14/07/2023	8,3	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
15/07/2023	-0,2	Muito Frio	Estremo estresse ao frio

Quadro 04 – Índice de TE_v utilizando os dados de temperatura média do ar diária e as classes de conforto térmico, propostas por Farger (1972) e adaptadas por Maia e Gonçalves (2002).
Fonte: Organizada pelas autoras.

DIA	TE _v (°C) - Mínima	SENSAÇÃO TÉRMICA (TIPO DE TEMPO)	GRAU DE ESTRESSE FISIOLÓGICO
01/07/2023	4,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
02/07/2023	3,0	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
03/07/2023	-1,1	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
04/07/2023	-1,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
05/07/2023	-0,4	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
06/07/2023	-1,1	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
07/07/2023	1,6	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
08/07/2023	3,3	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
09/07/2023	7,1	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
10/07/2023	5,4	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
11/07/2023	7,2	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
12/07/2023	10,0	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
13/07/2023	7,4	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
14/07/2023	2,6	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
15/07/2023	-3,7	Muito Frio	Estremo estresse ao frio

Quadro 05- Índice de TE_v utilizando os dados de temperatura mínima do ar diária e as classes de conforto térmico, propostas por Farger (1972) e adaptadas por Maia e Gonçalves (2002).
Fonte: Organizada pelas autoras.

Os dados alcançados mostram uma condição predominante de Muito Frio, o que desponta a importância de uma investigação mais abrangente, pois políticas públicas podem ser desenvolvidas a fim de atender à população mais vulnerável, principalmente a população em situação de rua. Além, daqueles que possuem poucos recursos para se protegerem do frio.

O processo de urbanização pode gerar mudanças no clima urbano, associado ao aumento de prédios, conseqüente verticalização, diminuição de áreas verdes, maior impermeabilização do solo, alteração do albedo e emissividade da superfície, dentre outros fatores geourbanos e das características geoambientais, a interrelação entre estes fatores podem contribuir para o aumento/diminuição das temperaturas de superfície e do ar à medida que ocorre um maior armazenamento de energia solar e maior emissão de ondas longas pelos materiais utilizados nas áreas urbanas.

A Região de Planejamento Oeste possui uma localização mais periférica e apesar do avanço do processo de urbanização desta região, ainda estão presentes fatores geoambientais que se comportam como atenuantes (vegetações arbóreas e arbustivas, áreas permeáveis, maior altimetria, associados a fatores geourbanos que influenciam de forma menos expressiva, pois



apresenta uma menor massa construída e impermeabilização do solo. Estes influenciam na temperatura do ar, e nos dados de conforto térmico.

Desta forma, a distribuição heterogênea dos fatores geoambientais e geourbanos, propiciam espaços termicamente distintos no espaço intra-urbano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O clima urbano e as constantes e distintas mudanças geradas pelas construções, pavimentações e desmatamento, criam um desequilíbrio no S.C.U acarretando alterações atmosféricas em escala local. Essas diferenças puderam ser percebidas e registradas neste trabalho, evidenciando que os fatores geourbanos e geoambientais influenciam nas diferentes temperaturas do ar registradas nos dois postos localizados em áreas distintas da cidade.

O índice de conforto térmico aplicado no período de inverno, aponta para uma situação de muito frio, que deve ter ações de gestão pública, propiciando medidas que atinjam a população mais vulnerável.

O índice de conforto térmico, quando utilizadas as temperaturas mínimas, mostram todo o período como “Muito Frio”, esse resultado ressalta a necessidade de ações de saúde, principalmente com crianças e idosos, que são mais vulneráveis.

AGRADECIMENTOS:

O trabalho foi realizado com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), financiamento de projetos e bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A. N. O domínio dos “mares de morros” no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 2, p. 1-9, 1966.

ASSIS, D. C de. **O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora – MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p.196. 2016.

ASSIS, D. C.; FERREIRA, C. C. M.. ZONEAMENTO TÉRMICO E SUAS CORRELAÇÕES ASSOCIADAS AOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA REGIÃO URBANA CENTRO EM JUIZ DE FORA - MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 554-573, 2018.

Atlas censo demográfico 2010. Disponível em: <
<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca/catalogo?view=detalhes&id=264529>>.
Acesso em: 10 fev. 2023.

DE SOUZA, D. M.; NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **GEOGRAFIA (Londrina)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 65–83, 2013. DOI: 10.5433/2447-1747.2012v21n2p65. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9798>. Acesso em: 11 nov. 2023.



FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. McGraw-Hill, New York, 1972.

FERREIRA, C. C. M.; PIMENTEL, F. O.; VIANNA, Y. C. G. Proposta Metodológica Aplicada ao Estudo de Clima Urbano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, p. 2023-2040, 2019.

FERREIRA, C. C. M.. Modelo para análise das Variáveis de Cobertura da Terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, p. 50-75, 2014.

FERREIRA, C.C.M.; PINTO, V. S; OLIVEIRA, T. A. ; TAVARES, C. M. G. . Alteração da temperatura do ar de três cidades da Zona da Mata Mineira (Caparaó, Juiz de Fora e Viçosa). In: Roberto Marques Neto, Wagner Barbosa Batella, Bruno Milanez. (Org.). **Dinâmicas geográficas na Zona da Mata mineira**. 1ed.Curitiba: CRV, 2022, v. 1, p. 157-202.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. 8º ed. São Paulo. 2003. 14 IBGE: Instituto brasileiro de geografia e estatísticas Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

GOBO, J. P. A. **Regionalização climática do rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), FFLCH-USP, Universidade de São Paulo, p.186. 2013.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 10, p. 94-106, set. 2003.

IBGE, Censo demográfico 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em 10 set. 2023.

JABARGO, J. M. S. **Conforto térmico**. 1 ed. São Paulo: Instituto de pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, v.1. p.21, 1984.

MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorológicas na cidade de São Paulo – Parte 1. **Anais..XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz do Iguaçu, Paraná, 2002.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MONTEIRO, C. A de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

PAULA, I. F. M de; FERREIRA, C. C. M. Avaliação e mapeamento da cobertura vegetal da região central da cidade de Juiz de Fora – MG. Curitiba, **RAeGA**, v.39, p. 146 -166. 2017

PIMENTEL, F. O.; FERREIRA, C. C. M. CLIMA URBANO: O USO DE MODELOS GEOESPACIAIS NA INVESTIGAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO EM JUIZ DE FORA- MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 49-66, 2019.



Prefeitura de Juiz de Fora, 2023. Disponível em <
https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/dados/rp_oeste.php>. Acesso em: 20
mai. 2023.

RIBEIRO, C. R.; GONÇALVES, A. P.; BASTOS, F. P. **Ilhas de calor urbanas e conforto térmico humano em cidades de porte médio: estudo aplicado em Juiz de Fora (MG)**. R. Ra'e Ga, Curitiba, v.45, n. 1. p. 281 - 300, Dez/2018.

SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993

SILVA, M. C. E.; PAULA, V. S. B.; OLIVEIRA, T. A.; TAVARES, C. M. G.; FERREIRA, C. C. M. Análise da temperatura de superfície e o uso da terra: uma comparação das regiões urbanas Centro e São Geraldo na cidade de Juiz de Fora-MG In: **Geografia Física e as Mudanças Globais**. 1 ed. Fortaleza: UFC, 2019, v.1, p. 84-93.

SUPING, Z.; GUANGLIN, M.; YANWEN, W.; JI, L. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. **International Journal of Biometeorology**, 36, 63-68, 1992.

UGEDA JÚNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. de C. T. REFLEXÕES ACERCA DO SISTEMA CLIMA URBANO E SUA APLICABILIDADE: PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS E INOVAÇÕES TÉCNICAS. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], n. spe, p. 160-174, 2016. DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.119402. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/119402>. Acesso em: 11 nov. 2023.

VIANNA, Y. C. G. ; PIMENTEL, F. O. ; FERREIRA, C. C. M. . Modelagem e identificação de campos térmicos em Ubá-MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, p. 1-28, 2020.

VIANNA, Y. C. G. **Modelagem e identificação de ilhas de calor em Ubá – MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p.189. 2018.