

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS ILHA SOLTEIRA

YASMIN PARDIM MACACARI

**ESTUDO DE CASO: VARIAÇÃO TÉRMICA DE ÁREAS COM DIFERENTES
CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS, EM ILHA SOLTEIRA - SP**

ILHA SOLTEIRA – SP
SETEMBRO DE 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS ILHA SOLTEIRA

**ESTUDO DE CASO: VARIAÇÃO TÉRMICA DE ÁREAS COM DIFERENTES
CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS, EM ILHA SOLTEIRA - SP**

YASMIN PARDIM MACACARI

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Monteiro
de Castilho

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia
do Campus de Ilha Solteira – UNESP,
como parte dos requisitos para obtenção
do grau de Engenheiro Civil.

ILHA SOLTEIRA – SP
SETEMBRO DE 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

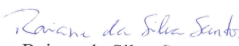
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M114e Macacari, Yasmin Pardim.
Estudo de caso: variação térmica de áreas com diferentes características superficiais, em Ilha Solteira - SP / Yasmin Pardim Macacari. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
22 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientadora: Regina Maria Monteiro de Castilho
Inclui bibliografia

1. Temperatura superficial. 2. Conforto térmico. 3. Asfalto. 4. Areia. 5. Área desmatada. 6. Vegetação.


Raiane da Silva Santos

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ENGENHARIA CIVIL
ATA DA DEFESA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: ESTUDO DE CASO: VARIAÇÃO TÉRMICA DE ÁREAS COM
DIFERENTES CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS, EM ILHA SOLTEIRA/SP.

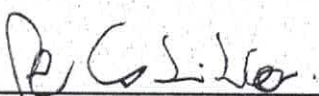
ALUNA: YASMIN PARDIM MACACARI RA: 151050465

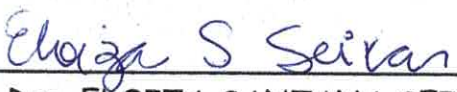
ORIENTADORA: PROF. DR. REGINA M. M. DE CASTILHO

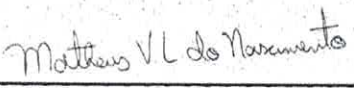
Ao Trabalho de Conclusão de Curso será atribuído o conceito Aprovado ou Reprovado, sendo que será considerado aprovado o Trabalho que obtiver o conceito "Aprovado" com pelo menos dois membros da Comissão Examinadora.

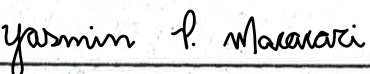
Aprovado (X) - Reprovado ()

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof.^a Dr.^a REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO


Profa. Dra. ELOIZA SANTANA SEIXAS
(FEA - Andradina/SP)


Doutorando MATHEUS VINÍCIOS LEAL DO NASCIMENTO
(FCA - Unesp / Botucatu)


ALUNA: YASMIN PARDIM MACACARI

Ilha Solteira (SP), 17 de setembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Regina Maria Monteiro de Castilho por sua orientação durante todo o desenvolvimento do projeto.

Ao Diego Paz, por sua contribuição no processo levantamento dos dados e reconhecimento da área, disponibilizando seus equipamentos e compartilhando seu conhecimento.

À professora Dra. Eloiza Santana Seixas e ao doutorando Matheus Vinícios Leal do Nascimento pela participação na avaliação deste trabalho e por suas valiosas sugestões, que agregaram mais conteúdo ao trabalho.

Ao Donizete Spinola, à Andréa Cristiana Spinola e ao grupo do “Centro de Treinamento D. A. Horse” por disponibilizarem o espaço utilizado no desenvolvimento do projeto.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento térmico de áreas com superfícies diferentes, na cidade de Ilha Solteira, no noroeste paulista. As superfícies em estudo correspondem à areia, asfalto, área vegetada e outra desmatada, avaliadas em condições climáticas diferentes. Em cada situação, a coleta de dados foi feita da mesma maneira, medindo-se as temperaturas com um termômetro infravermelho de superfície às 8h, 12h e 18h. A variação de temperatura na área vegetada foi a menor, contrapondo-se com a área desmatada, que teve as maiores variações e atingiu as maiores temperaturas. A arena (areia) apresentou alta variação de temperatura, apesar de menor que a área desmatada, enquanto o asfalto teve as maiores temperaturas ao final do dia, mostrando maior acúmulo de calor.

Palavras-chave – Temperatura superficial. Conforto térmico. Areia. Vegetação. Asfalto. Área desmatada.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the thermal behavior of areas with different surfaces, in the city of Ilha Solteira, northwestern São Paulo. The surfaces under study correspond to sand, asphalt, a wooded area and another deforested area, evaluated under different climatic conditions. In each situation, data collection was made in the same way, measuring the temperatures with a surface infrared thermometer at 8 am, 12 noon and 6 pm. Comparing the data collected, one can see that the temperature variation in the vegetated area was the lowest, in contrast to the deforested area, which had the highest variations and reached the highest temperatures. The arena presented a high temperature variation, although lower than the deforested area, while the asphalt had the highest temperatures at the end of the day, showing a greater accumulation of heat.

Keywords – Superficial temperature. Thermal comfort. Sand. Vegetation. Asphalt. Deforested area.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5	CONCLUSÃO.....	18
6	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A cidade simboliza a mudança e o progresso do mundo moderno e, com a promessa de uma vida melhor, a cidade vem atraindo um grande número de pessoas que fazem seu papel social, bem como transformam e constroem o ambiente urbano. Com as rápidas mudanças na sociedade, na economia e na política no século XX, o processo da urbanização se intensificou (JESUS et al., 2017), e neste processo a atividade humana vem ocasionando impactos ambientais e degradação os recursos naturais. (MELO et al., 2020)

O homem transformou e continua transformando seu entorno, seja para a construção de edifícios, casas, estradas, sistemas de esgoto e drenagem (SANTOS et al., 2012). E esse contínuo trabalho no meio, sem preocupação com preservação e desenvolvimento sustentável, tem impactos que vão além da mera transformação da paisagem urbana. Dados da WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (Organização Meteorológica Mundial, 2020) sobre o clima global, indicaram mudanças climáticas aceleradas e agravantes denominadas “antropogênicas”, ou seja, perturbações climáticas causadas por atividades humanas.

Também decorrente do crescimento desordenado das cidades e do descaso com espaços verdes e patrimônios histórico-culturais, tem-se a degradação da paisagem e poluição visual, problemas derivados da falta de planejamento urbano e paisagístico. Embora existam, no cenário político brasileiro atual, algumas medidas legais para combater a poluição visual, elas ainda são poucas e brandas, de forma que a proteção da paisagem urbana é deixada em segundo plano (TOZZI, 2018).

A cidade por consequência de seu processo de organização e estruturação desenvolveu um clima totalmente particular, o clima urbano. Isso é possível através da retirada da vegetação original e a inserção dos chamados equipamentos urbanos, como por exemplo, as vias impermeabilizadas, as construções, a verticalização, além da circulação de pessoas e veículos que irão contribuir para um maior aquecimento da atmosfera local. Os materiais presentes no meio urbano vão apresentar diferentes valores de albedo, emissividade, absortividade e irradiação e consequentemente, estes condicionarão diferentes valores de temperatura de superfície e que influenciarão na temperatura do ar (PIMENTEL; FERREIRA, 2019).

Localizada na região do Noroeste Paulista, a cidade de Ilha Solteira é

conhecida por suas altas temperaturas, em 2020 a temperatura máxima atingiu 44,6°C, condição que pode ser prejudicial à saúde da população (FAGUNDES, 2020). Essa situação se torna ainda mais delicada quando se adiciona as mudanças climáticas, que, impulsionada pelas transformações e hábitos citadinos (ONU, 2016), irão aumentar a temperatura média global (COSTA et al., 2010).

Buscando solucionar esse e outros problemas, foi desenvolvida a Agenda ONU 2030, que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entre eles está o Objetivo 11, Cidades e Comunidades Sustentáveis, que tem com uma das metas, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países, até 2030 (Agenda ONU 2030, 2016), o que remete a qualidade de vida na cidade, com melhoria do verde e temperatura no meio urbano.

Desse modo, buscou-se neste trabalho, avaliar as diferentes variações de temperatura de quatro superfícies, na cidade de Ilha Solteira – SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos relativos à temperatura urbana têm mostrado alterações provocadas pela atividade humana em determinadas áreas das cidades, com reflexos sobre a qualidade de vida da sociedade nesses espaços (BRASIL; SILVA; RIBEIRO, 2015).

Os efeitos do processo de urbanização sobre o clima de um determinado lugar podem ser percebidos através das alterações das variáveis climáticas, tais como o aumento da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa, que podem afetar a saúde e a produtividade humana (NETO, 2015).

A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores determinantes no metabolismo do corpo humano (ALBUQUERQUE et al., 2016). De acordo com a Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 2016), os Limites de Tolerância relacionados a temperatura, para que seja caracterizada atividade com insalubridade são: para atividade leve (por exemplo, digitar ou dirigir), é de até 30° C; para atividade moderada (por exemplo, levantar ou empurrar) é de até 26,7° C; para atividade pesada (por exemplo, remoção com a pá) é de até 25° C.

Isso é válido também quando relacionado a exercícios físicos em ambientes muito quentes, que geram sobrecarga corporal, pois o organismo terá que regular o ganho de calor. Assim, podem ocorrer transtornos relacionados com o calor e a atividade física, tais como: fadiga extrema, vertigem, dores de cabeça, vômitos, desmaios e hipotensão, que podem ser fatais (MARQUES, 2021). As paisagens urbanas constituem, então, elemento representativo da qualidade de vida urbana (VITTE, 2009).

De acordo com Gartland (2010), superfícies asfálticas chegam a armazenar cerca de 90% da radiação solar, e em seguida emite a mesma armazenada sobre a forma de calor e emitida em ondas longas para o ambiente. Estudos de Asaeda e Wake (1996) demonstraram que os pavimentos asfálticos absorveram substancialmente maiores quantidades de radiação solar durante o dia, conservando assim a temperatura da superfície alta durante toda a noite, contribuindo desta forma, para o aquecimento do ar.

Em ambientes urbanos arborizados ocorre a proteção da radiação solar de ondas curtas, além da atuação do processo de fotossíntese, no qual as árvores e vegetação absorvem a radiação solar e CO₂ do ambiente e liberam umidade (evapotranspiração), proporcionando uma sensação térmica refrescante no entorno

(NETO, 2015). De acordo com os estudos de Sousa e Júnior (2012) sobre os distintos comportamentos termais das paisagens urbanas, as temperaturas amenas registradas, corresponderam a áreas com vegetação - variando entre 23°C e 30°C - registrando uma diferença em até 8°C comparada a áreas antropizadas.

Além de garantir maior conforto térmico, a arborização de cidades tem um importante efeito estético. Uma vez que alterações paisagísticas influenciam na qualidade de vida da população, manter a paisagem urbana equilibrada significa garantir saúde e bem-estar (TOZZI, 2018). De acordo com Meirelles (2003) a qualidade de vida no ambiente urbano está profundamente associada com a presença de recursos naturais. Desse modo, a cobertura vegetal e o planejamento paisagístico urbano têm benefícios que vão além do embelezamento do espaço urbano (DUARTE et al., 2017).

Em centros esportivos urbanos como arenas de equitação, assim como em vôlei e tênis de praia, a areia é utilizada para cobrir a superfície. Porém esse material possui calor específico de 0,2 cal/g°C, ou seja, pouca exposição a energia solar é suficiente para aquecer esse material, que em contrapartida, também perde energia facilmente, esfriando-se rapidamente (MundoEducação, 2021).

O solo exposto é comumente encontrado em áreas urbanas, tratando-se de solo sem cobertura vegetal ou outro material, essa característica o torna uma superfície com alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, elevando a temperatura e aumentando a irradiação de calor durante o dia (GARTLAND, 2010). De acordo com Montanher e Espíndola (2017), a ausência de cobertura vegetal morta, pode provocar um aumento na temperatura do solo, fato observado por Sousa e Júnior (2012) trabalhando com diferentes paisagens urbanas, que registraram maiores temperaturas em locais com solo exposto, sendo registradas temperaturas superiores a 38 °C.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020, no município de Ilha Solteira. Localizado no noroeste do estado de São Paulo Ilha Solteira tem uma área total de 661,3 km², sendo que 5,82 km² correspondem a área urbana (MIRANDA et al., 2005; SILVA et al., 2006). O solo existente no local de estudo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa, e possui relevo suave ondulado (ROSSI, 2017).

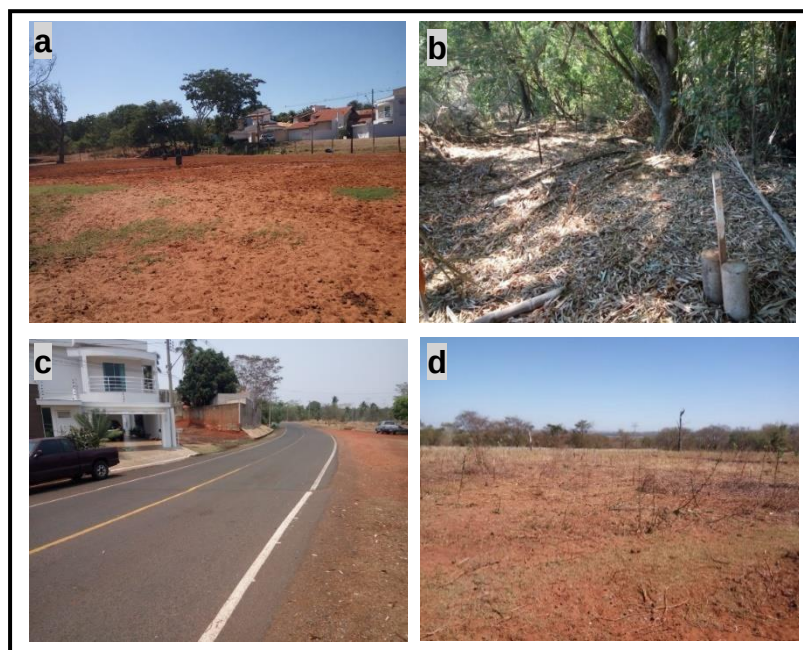
O município é caracterizado por clima seco no inverno e chuvoso no verão, com clima do tipo Aw, segundo a classificação Köppen-Geiger (PEEL et al, 2007), definido como clima tropical com inverno seco, com precipitação mensal inferior a 60 mm nos meses mais secos (DUBREUIL et al, 2018). Desse modo, a região é marcada por um longo período de deficiência hídrica, que se estende de março a dezembro. Já as temperaturas médias mensais estão entre 21,5 °C no mês de julho e 26,4 °C no mês de dezembro (HERNANDEZ, 2007).

As temperaturas foram medidas em quatro ambientes diferentes, sendo: a) Arena, b) Área Vegetada, c) Asfalto e d) Área Desmatada (Figuras 1 e 2).

A Arena é uma pista destinada para prática de equitação, com superfície revestida com areia grossa; a Área Desmatada consiste em espaço que sofreu corte raso, com solo exposto, enquanto a Área Vegetada é um espaço arborizado, com a superfície revestida por uma camada de matéria orgânica seca. O Asfalto é de asfalto betuminoso, e corresponde a um trecho da Perimetral Sul Ímpar, separando o ambiente em estudo de um espaço residencial.

Nas áreas vegetada e desmatada, os pontos foram marcados com estacas, entretanto esse mesmo procedimento não pode ser aplicado à arena e ao asfalto. Nestes dois casos manteve-se um ponto de referência e um padrão de passada.

Figura 1 – Superfícies em estudo. a – Arena, b – Área Vegetada, c – Asfalto e d – Área Desmatada. Ilha Solteira (2020)



Fonte: Próprio Autor, 2020.

Figura 2 – Imagem sobre a área em estudo obtida com drone. a – Arena de areia, b - Área Vegetada, c - Asfalto e d - Área Desmatada. Ilha Solteira (2020).



Fonte: Próprio Autor, 2020.

No dia 04 de agosto de 2020, foi realizado o reconhecimento do ambiente e a marcação dos pontos onde seriam coletadas as medidas. O mapeamento da área foi feito com um drone (Figura 3a), enquanto a identificação dos pontos foi feita com o GPS portátil GPSmap 62 s Garmin (Figura 3b), e os dados constam do Quadro 1.

Os pontos foram apresentados no Quadro 1 em coordenadas UTM. O sistema de coordenadas UTM (Universa Transversa de Mercator) é baseado no sistema de coordenadas cartesianas e tem o metro como sua unidade de medida (GORAYEB, 2020). Utilizando-se da projeção Transversa de Mercator, o Sistema UTM tem como origem do plano cartesiano o ponto de encontro entre o Equador e o Meridiano Central (PERNA, 2019). Assim, cada ponto da superfície terrestre tem sua posição apresentada pelo fuso horário do local e um par de coordenadas (E, N), sendo que E representa coordenadas leste-oeste e N representa coordenadas norte-sul (GORAYEB, 2020).

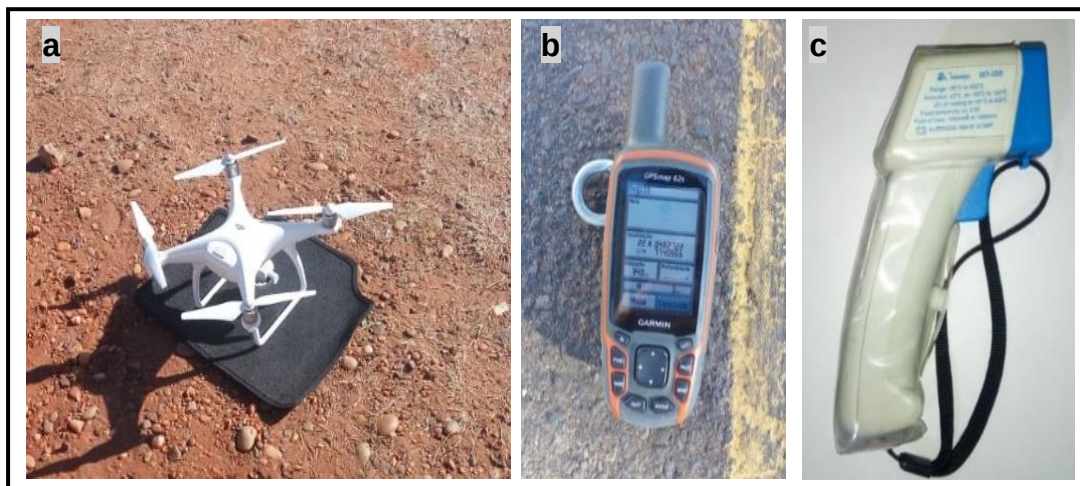
Quadro 1 – Coordenadas dos pontos utilizados para aferição dos dados. Ilha Solteira, 2020.

Cobertura solo	Ponto	Localização (UTM)			Elevação (m)
Área Desmatada	1	22	462638 m	7740535 m	335
	2	22	462538 m	7740539 m	335
	3	22	462636 m	7740545 m	334
Área Vegetada	4	22	462662 m	7740621 m	339
	5	22	462664 m	7740634 m	351
	6	22	462657 m	7740632 m	343
Arena	7	22	462691 m	7740566 m	335
	8	22	462694 m	7740575 m	338
	9	22	462693 m	7740572 m	339
Asfalto	10	22	462727 m	7740558 m	342
	11	22	462721 m	7740559 m	341
	12	22	462722 m	7740565 m	340

Fonte: Próprio Autor, 2020

Com o auxílio de termômetro infravermelho de superfície (Minipa MT-350) (Figura 3c), medições de temperatura foram feitas em 2020, nos dias 07, 08 e 09 de agosto; 11, 12 e 13 de setembro; 09, 10 e 11 de outubro. Em todos os casos o procedimento foi o mesmo: em cada área foram medidas as temperaturas em três momentos do dia, às 8:00, 12:00 e às 18:00h.

Figura 3 – Materiais utilizados. a – Drone, b – GPS Portátil, c – Termômetro infravermelho de superfície. Ilha Solteira (2020)



Fonte: Próprio Autor

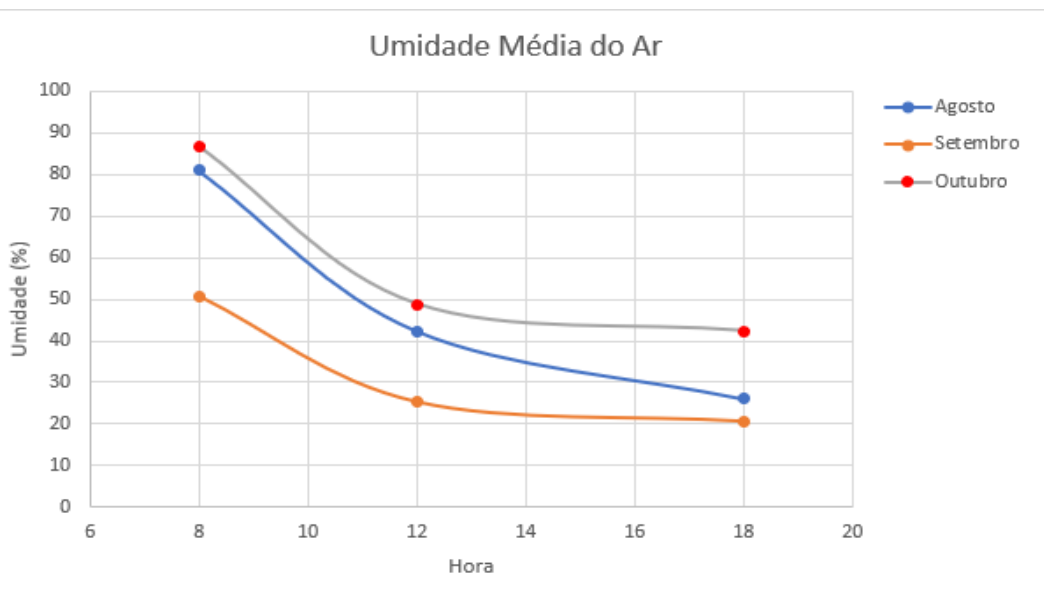
Os dados de temperatura do ambiente e umidade média do ar foram obtidos pelo Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira (Clima Feis).

Os dados coletados foram aplicados no software Excel, e mostrados em formas de gráficos de barras, para melhor visualização e comparação das informações. Os valores utilizados no gráfico foram obtidos a partir da média aritmética das temperaturas medidas em três dias consecutivos, determinados em cada uma das quatro superfícies em estudo. Os dados de umidade relativa também foram apresentados a partir da média aritmética de umidade dos dias avaliados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 são apresentados os dados de umidade média do ar nos horários em que as medições foram realizadas.

Gráfico 1 – Dados de Umidade Média do Ar nos horários de medição. Clima Feis. Ilha Solteira (2020)



Fonte: Próprio autor

Como é possível observar, o mês de outubro apresentou valores de umidade maiores que os demais meses, e o mês de setembro as menores; nos 3 meses a umidade vai diminuindo ao longo do dia. Os menores valores foram: agosto 26%, setembro 20,1%, e em outubro 42,5%, todos às 18 h, enquanto a média mensal da umidade foi: 51%, 31,7% e 59,3%, para os meses de agosto, setembro e outubro, respectivamente. Observou-se que os menores valores de umidade média ocorreram às 18h, possivelmente devido a transição para o período da noite, quando ocorre o deslocamento das massas de ar quente e frio.

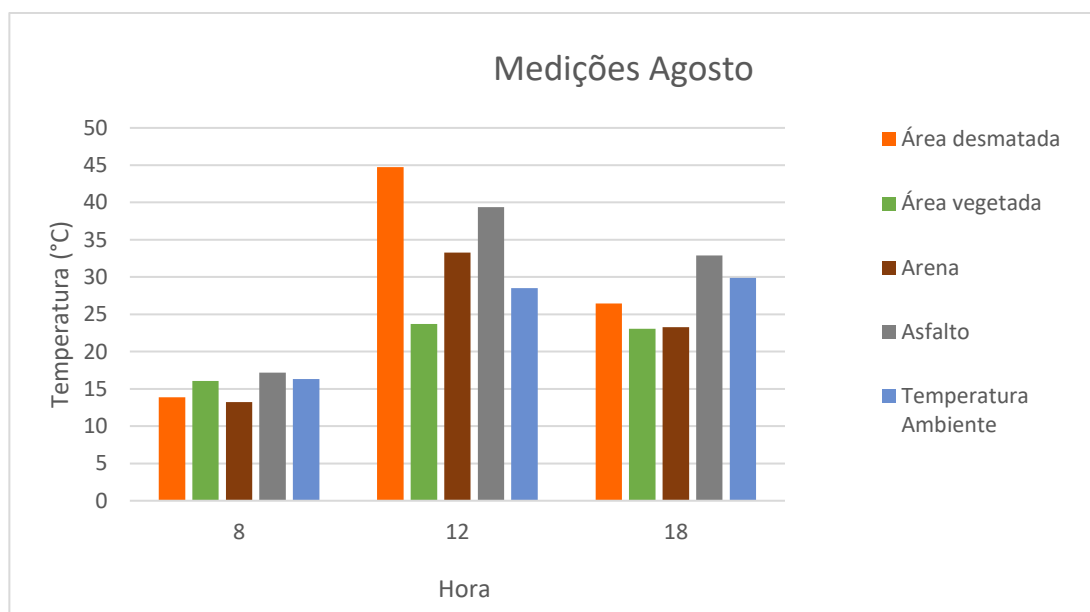
De acordo com a escala psicrométrica UNICAMP, o valor de umidade dentro do intervalo de 20 e 30% indica estado de atenção para a saúde humana, e, para a OMS (Organização Mundial da Saúde), valores esses encontrados em agosto e setembro. Já, segundo Albuquerque et al. (2016), umidade abaixo de 20% apresenta risco à população, recomendando, inclusive, a suspensão de atividades físicas, e tais valores não são observados no Gráfico 1. Já a NR-17 cita um limite mínimo de 40%, que no caso do presente estudo ocorre em todo o mês de outubro.

No Gráfico 2 e Tabela 1, são apresentados os dados de variação de

temperatura das superfícies em estudo de agosto de 2020. Nesse período a temperatura ambiente atingiu a máxima de 30,3 °C, com noites e manhãs amenas e temperaturas abaixo dos 20°C, além de umidade média do ar de 26% nos fins de tarde (Gráfico 1).

O maior aumento de temperatura acontece no período entre as 8 às 12 horas na Área Desmatada (Gráfico 2), com um acréscimo de 30,83°C (Tabela 1). Da mesma forma, a maior perda de temperatura ocorre também na Área Desmatada, que perde, entre 12 e 18 horas, 18,28 °C (Tabela 1). Em contraste, tem-se a Área Vegetada, que foi a área que armazenou e perdeu menos calor.

Gráfico 2 – Dados de temperatura das superfícies em estudo, em agosto de 2020. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio Autor

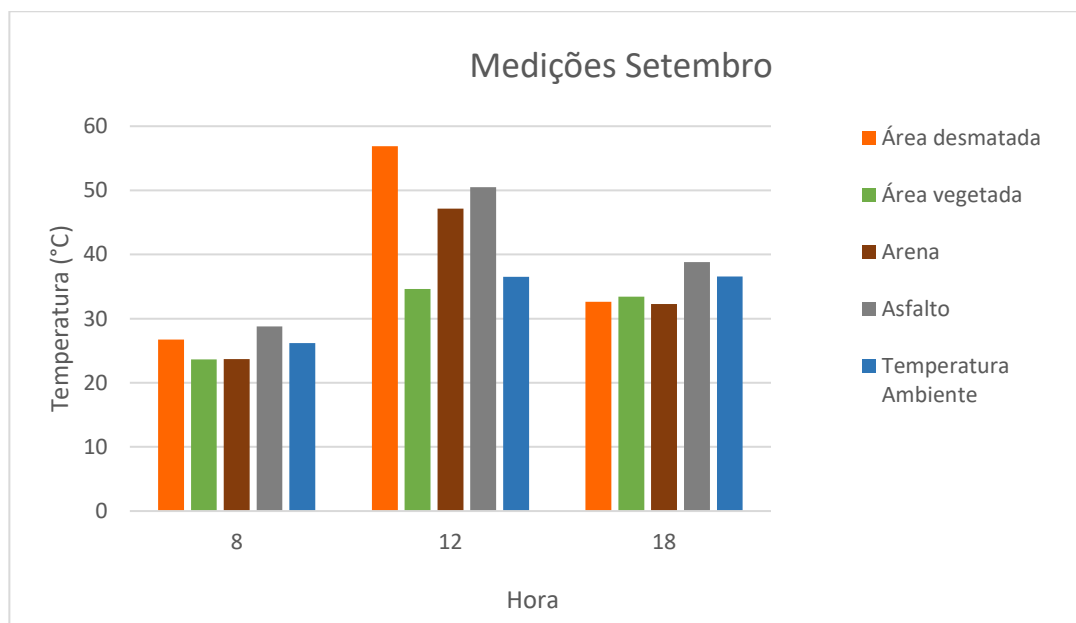
Tabela 2 – Dados da variação de temperatura das superfícies em estudo, em agosto de 2020. Ilha Solteira, 2020.

Diferença de temperatura Área em estudo	Diferença de temperatura	
	Entre 8 e 12 horas (°C)	Entre 12 e 18 horas (°C)
Área Desmatada	+30,83	- 18,28
Área Vegetada	+7,67	- 0,67
Arena	+20,06	- 10,00
Asfalto	+22,22	- 6,50
Temperatura Ambiente	+12,17	+1,37

Fonte: Próprio Autor

Nas medições em setembro (Gráfico 3) a temperatura ambiente foi maior, ficando entre 26 e 37 °C, e a umidade do ar estava mais baixa em relação ao mês de agosto (Gráfico 1). As variações de temperaturas nas superfícies estudadas também aumentaram, (Tabela 2), mas o perfil obtido no Gráfico 3 foi similar ao do Gráfico 2.

Gráfico 3 – Dados de temperatura das superfícies em estudo, em setembro de 2020. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio Autor

Tabela 3 – Dados da variação de temperatura das superfícies em estudo, em setembro de 2020. Ilha Solteira, 2020.

Diferença de temperatura Área em estudo	Entre 8 e 12 horas (°C)	Entre 12 e 18 horas (°C)
Área Desmatada	+ 30,17	- 24,27
Área Vegetada	+ 10,93	- 1,17
Arena	+ 23,47	- 14,90
Asfalto	+ 21,73	-11,70
Temperatura Ambiente	+ 10,33	+0,03

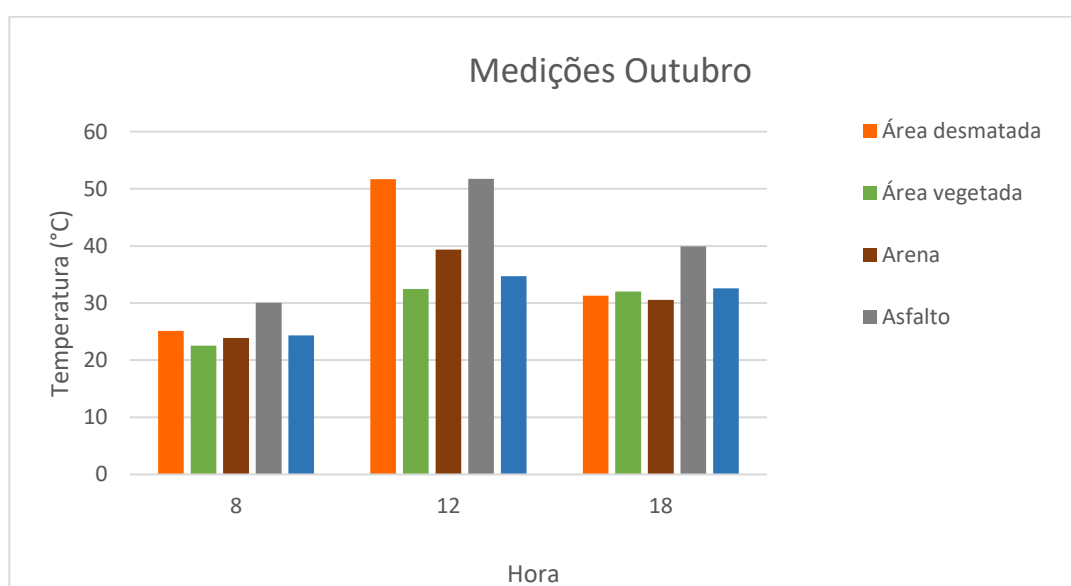
Fonte: Próprio Autor

O Gráfico 4 mostra as médias das temperaturas nos dias 09, 10 e 11 de outubro de 2020. Nesse mês as temperaturas ambientes continuavam altas, mas a umidade do ar estava maior (Gráfico 1) quando comparado ao mês anterior, devido à ocorrência de chuva em dias anteriores à medição, o que não ocorreu nos meses de

agosto e setembro.

O comportamento das temperaturas das superfícies foi semelhante ao apresentado nos gráficos anteriores. Assim como nas medições em agosto e setembro, em outubro, a maior variação de temperatura ocorreu na Área Desmatada, e a menor variação na Área Vegetada, enquanto o Asfalto apresentou maior acúmulo de calor, apresentando-se como o mais quente ao final da tarde.

Gráfico 4 – Dados de temperatura das superfícies em estudo, em outubro de 2020. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio Autor

Tabela 4 – Dados da variação de temperatura das superfícies em estudo, em outubro de 2020. Ilha Solteira, 2020.

Diferença de temperatura Área em estudo	Entre 8 e 12 horas (°C)	Entre 12 e 18 horas (°C)
Área Desmatada	+ 26,53	- 20,37
Área Vegetada	+ 9,93	- 0,47
Arena	+ 15,47	- 8,77
Asfalto	+ 21,67	- 11,83
Temperatura Ambiente	+ 10,33	+ 2,10

Fonte: Próprio Autor

Observa-se nos três gráficos de temperatura (Gráfico 2, 3 e 4), na superfície da área vegetada, que as temperaturas se mantiveram próximas à temperatura ambiente nas manhãs, e ao meio dia e final da tarde, tendo a superfície com menor

amplitude térmica.

Segundo Nowak et al. (2000) essas menores temperaturas se devem à interceptação da radiação solar pela vegetação, efeitos proporcionados pela cobertura arbórea tem nas temperaturas superficiais (RIBEIRO et al, 2018), como o estabelecimento de microclimas, umidificação do ambiente e absorção da radiação solar, que será utilizada pela vegetação para a realização da fotossíntese (RAMALDES, 2015). Além disso, áreas vegetadas também são um fator determinante para o aquecimento de áreas urbanas, uma vez que a vegetação refresca a camada de ar adjacente e protege as superfícies da radiação solar, por meio da projeção de sombras (NETO, 2015).

Diferente da Área Vegetada, as outras superfícies em estudo tiveram altas variações de temperatura, e destas, a Área Desmatada foi a que apresentou maior amplitude térmica em todas as medições realizadas.

Comparando a temperatura do solo em três condições diferentes (solo nu, gramado e cobertura morta), Oliveira e Borrozzino (2018) observaram que o solo nu teve as maiores oscilações comparadas às outras superfícies estudadas, indo ao encontro com os resultados obtidos para essa superfície. Altas temperaturas do solo podem afeta processos físico-químicos como a intemperização dos solos e a difusão de gases e solutos, bem como os processos biológicos da germinação de sementes, desenvolvimento de raízes e sua atividade na absorção de nutrientes e água (RIGHI et al., 2005). Asaeda e Wake (1996) constataram que em solos expostos, o fluxo de calor no solo depende, em grande parte, do seu teor de água, ou seja, solos úmidos transferiram menos calor para o ar, amenizando as temperaturas da camada de ar subjacente ao solo, enquanto que os solos secos emitiram mais calor para o ar, aumentando sua temperatura.

O asfalto foi a superfície com maiores temperaturas ao fim do dia, superiores inclusive à temperatura ambiente. Essa situação pode ser explicada pela elevada propriedade da efusividade, que faz com que o asfalto absorva e retenha muita energia, e pela baixa difusividade, que dificulta o seu resfriamento (CALLEJAS et al., 2015). Ademais, de acordo com Neto (2015), pavimentos impermeáveis como o asfalto, não permitem infiltrações da água da chuva, impedindo o resfriamento da superfície por meio da evaporação. Em trabalho realizado por Asaeda e Wake (1996) o pavimento asfáltico chegou a 66°C às 13h, sendo acima do observado no presente trabalho. Já Neto (2015) relata temperaturas entre 43,4°C a 50,8°C, faixa essa

atingida em setembro e outubro (Gráficos 3 e 4).

Visto a utilização dessa superfície pela comunidade para a prática de exercícios físicos, essas altas temperaturas do asfalto às 18 horas podem se tornar um risco à população, já que a prática de atividades físicas em temperaturas superiores a 29 °C não é recomendado, devido ao aumento da frequência cardíaca e aceleração da fadiga (BIZ, 2018).

A Arena também apresentou altas oscilações de temperatura, o que pode ser explicado pelo baixo calor específico da areia. Dessa forma, a areia esquentando e esfria rapidamente, de acordo com as variações de temperatura do ambiente (QUINELATO, 2020). Em estudo realizado Neto (2015), foi constatado variação de temperatura em areia entre 40,1 °C a 46,7 °C, resultados esses superiores para os meses de agosto e outubro, às 12h (Gráficos 2 e 4). A Arena, que foi construída para a prática de atividades equestres, deve ter suas atividades suspensas nos horários mais quentes, entre às 10 e 15 horas, como recomendado por Albuquerque et al. (2016), que é quando a superfície e o ambiente estão com as temperaturas mais altas, em favor da saúde dos animais e das pessoas.

5 CONCLUSÃO

A Arena e a Área Desmatada apresentaram altas variações de temperatura, com a área desmatada atingindo os maiores valores durante as horas mais quentes do dia.

Já o Asfalto absorve calor e demora para dissipá-lo, ficando quente por longos períodos de tempo. A Área vegetada teve baixa variação de temperatura e superfície mais fresca nas horas mais quentes do dia, sustentando a importância de cobertura vegetal para o conforto térmico e qualidade de vida.

Sugere-se, então, o desenvolvimento de um projeto de rearborização em áreas asfaltadas e com maior concentração de residências, de modo que esses espaços apresentem uma paisagem urbana equilibrada e ofereçam melhor conforto térmico à população. Nesse sentido, foram tomadas medidas pelo poder público municipal, como a adesão ao Programa Município Verde Azul. O projeto desenvolvido pelo Governo do Estado de São Paulo estabelece diversos critérios que buscam avaliar a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável dos municípios paulistas, envolvendo os seguintes aspectos: Município Sustentável, Estrutura e Educação Ambiental, Conselho Ambiental, Biodiversidade, Gestão das Águas, Qualidade do Ar, Uso do Solo, Arborização Urbana, Esgoto Tratado e Resíduos Sólidos. A melhor pontuação do município foi em 2012, quando obteve a nota de 91,27. Em 2020 a cidade atingiu a nota de 76,69, insuficiente para receber o “Certificado Município Verde Azul” (Programa Município Verde Azul - PMVA, 2020).

6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. L. A.; ARAÚJO, I. C. D.; VIANA, D. A.; GOMES, T. A.; PEIXOTO, D. V. D. **Análise da temperatura e da umidade relativa do ar em canteiros de obras na cidade de Sobral**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC 2016. Foz Iguaçu, 2016. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/upload-imce/contecc2016/civil/análise%20da%20temperatura%20e%20da%20umidade%20relativa%20do%20ar%20em%20canteiros%20de%20obras%20na%20cidade%20de%20sobral.pdf>>. Acesso: 28 maio 2021.

ASAEDA, T.; CA, V. T.; WAKE, A. Heat storage of Pavement and its effect on the lower atmosphere. **Atmospheric environment**. v.30, p.413-427, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/1352-2310\(94\)00140-5](https://doi.org/10.1016/1352-2310(94)00140-5)

BIZ, M. **É melhor treinar no frio ou no calor. Veja como o clima afeta o exercício**. Viva Bem. 16, maio 2019. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/05/16/e-melhor-treinar-no-frio-ou-no-calor-veja-como-o-clima-afeta-o-exercicio.htm>>. Acesso: 26 maio 2018.

BRASIL. MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-15. Atividades e Operações Insalubres**. Atualizada em 13 ago 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br>>. Acesso em 22 jun 2021.

BRASIL, A. P. M. S.; SILVA, M. E. C.; RIBEIRO, W. O. (2015). Clima, ambiente urbano e qualidade de vida: uma análise da percepção dos moradores da periferia Belenense do Barmelândia sobre o conforto/desconforto térmico, **Boletim de Geografia**, 33(2), p. 60 - 72. DOI: 10.4025/bolgeogr.v33i2.23296.

CALLEJAS, I. J. A; DURANTE, L. C.; ROSSETI, K. A. C. Pavimentação Asfáltica: Contribuição no Aquecimento de Áreas Urbanas. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, ed. 3, p. 68-69, 2015. DOI: 10.18607/ES201532555

COSTA, D. F. D.; SILVA, H. R.; PERES, L. F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP através da utilização de geotecnologias. **Engenharia Agrícola**. Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 30, n. 5, p. 974-985, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/130658>>. Acesso: 18 Jan. 2021.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; CORREA SANTOS, J. W. M.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O Papel da Cobertura Vegetal nos Ambientes Urbanos e sua Influência na Qualidade de Vida nas Cidades. 2017. Artigo. **Desenvolvimento Em Questão**, v. 15, n. 40, p. 175–203. Disponível em: <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/5859>>. Acesso em: 19 set 2021. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2017.40.175-203>

DUBREUIL, V.; PECHUTTI, K. F.; PLANCHON, O; NETO, J. L. S. **Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015**. CONFINS. 2018. Disponível em: < <https://journals.openedition.org/confins/15738>>. Acesso em: 22 agosto 2021.

FAGUNDES, D. C. **Onda de calor continua e INMET alerta para risco de morte em região onde está localizada Ilha Solteira.** Ilha de Notícias. 06, Out. 2020. Disponível em: <<http://ilhadenoticias.com/index.php/menu-cidade/11600-onda-de-calor-continua-e-inmet-alerta-para-risco-de-morte-em-regiao-onde-esta-localizada-ilha-solteira.html>>. Acesso em: 17 Jan. 2021.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248p.

GORAYEB, A. **Coordenadas UTM Universal Transversa de Mercator.** UFC - Universidade Federal do Ceará. Geografia. 2020. Disponível em: <http://www.labocart.ufc.br/wp-content/uploads/2020/08/Coordenadas_UTM.pdf>. Acesso em: 22 agosto 2021.

HERNANDEZ, F.B.T. Análise agroclimática da área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo Ilha Solteira: UNESP, FEPIISA e SEAP/PR (Convênio 80/2005), 2007. 27 p. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/parque_aquicola_agroclimatologia_noroeste_sp.pdf>. Acesso em: 19 set 2021.

JESUS, A. L. F.; FONSECA, K. F. **Sobre progresso, urbanismo e contradições: cidade e história no sertão das Minas Gerais no século XX.** Cadernos de História, Belo Horizonte, 2017, v. 18, n. 29. Artigo. Acesso em: 31 Jan. 2021.

MARQUES, S. **Termorregulação corpórea e de ambiente.** Disponível em: <<http://www.treinoonline.com.br/artigo/623/Termorregulacao-corporea-e-de-ambiente>>. Acesso em 20 junho 2021.

MEIRELLES, H. L. **Direito municipal brasileiro**, 13ª ed. São Paulo: Malheiros, 2003, p. 494/495.

MELO, L. M. R.; MANRIQUE, H. N.; MACHADO, J. H. R.; DA SILVA, H. A. **Os impactos ambientais em decorrência da interferência negativa humana arraçoada pelo progresso econômico.** Brazilian journal of development, V. 6, N. 10, P. 74935-74952, 2020. DOI: 10.34117/BJDV6N10-063

MIRANDA, E.E.; GOMES, E.G.; GUIMARÃES, M. **Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 19 set 2021.

MONTANHER, O. C.; ESPÍNDOLA, D. R. B. R. Fatores que controlam a temperatura de superfície dos solos do noroeste do Paraná. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 62, p. 59-72, 2017. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>>. Acesso em: 20 junho 2021.

MUNDOEDUCAÇÃO. **Calor específico.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/calor-especifico.htm>>. Acesso em: 20 junho 2021.

NETO, R. X. M. **Temperatura da superfície nos materiais de pavimentação: uma contribuição ao desenvolvimento urbano**. 2015. 159 f.: Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Desenvolvimento Urbano, 2016.

NOWAK, D. J.; KEVIN, L. C.; RAO, S. T.; SISTLA, G.; LULEY, C. J.; CRANE, D. E. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. **Atmospheric environment**, New York, v. 34, p. 1601-1613, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00394-5](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00394-5)

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E.. Temperatura do solo sob três condições de cobertura em Londrina, Paranavaí e Guarapuava, no estado do Paraná. 2018, Revista da sociedade brasileira de meteorologia. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.131-137, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v26i1.26360>

ONU-HABITAT. Urbanization and development: emerging futures. **World cities report**. v. 3, n. 4, p. 4-51, 2016. Nairobi, UN Habitat, 2016. Disponível em: <<https://unhabitat.org/world-cities-report>>. Acesso em: 19 jan. 2021.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>, 2007.

PERNA, M. A. **O Sistema UTM**. UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Engenharia Cartográfica. 2019. Disponível em: <<http://www.carto.eng.uerj.br/cgi/index.cgi?x=utm.htm>>. Acesso em: 22 agosto de 2021.

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**. Juiz de Fora – MG, 2019, v. 24, p. 49-66. ISSN: 2237-8642.

Plataforma Agenda 2030. **Objetivo 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/ods/11/>>. Acesso: 25 maio 2021.

PROGRAMA MUNICÍPIO VERDE AZUL. **O programa**. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/verdeazuldigital/>>. Acesso em: 19 set 2021.

QUINELATO, R. **Questão resolvida sobre variação de temperatura no Saara, da Unesp 2020**. Blog do Vestibular. 3, Julho 2020. Disponível em: <<https://www.blogdovestibular.com/questoes/questao-resolvida-variacao-temperatura-saara-unesp.html>>. Acesso: 26 maio 2021.

RAMALDES, R. A. C. **Influência da vegetação no conforto térmico do transeunte: estudo de caso em via com canteiro central em Vitória, ES**. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Vitória, 2015.

RIBEIRO, K. F. A.; JUNIOR, M. O. V.; CHEGURY, J. Q. B. M.; SANTOS, F. M. M.; RODRIGUES, T. R.; CURADOS, L. F. A.; NOGUEIRA, J. S. Efeito do sombreamento arbóreo na temperatura superficial e no fluxo de energia em diferentes coberturas urbanas em Cuiabá-MT. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia - MG, 2018, v.30, n.1, p.183-204. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-8>

RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S.; LUNZ, A. M. P.; MORAES, S. O. E; VAN LIER, Q. J. **Variação diária da temperatura do solo em um sistema agroflorestal de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com seringueiras (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005. Anais... Consórcio Pesquisa Café, 2005. p. 328-332

ROSSI, M. 2017. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p. (inclui Mapas).

SANTOS, F. O.; PIMENTEL, M. R. S. **Edificações e conforto térmico: a moradia como fonte de aprendizagem**. Caminhos de Geografia – Revista Online. Programa de pós-graduação em Geografia. UFU – Universidade Federal de Uberlândia. 2012. Uberlândia. v. 13, n. 44, p. 265–285. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/20876/11309>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

SILVA, H.R.; ALTIMARE, A.L.; LIMA, E.A.C. de F. Sensoriamento remoto na identificação do uso e ocupação da terra na área do projeto "Conquista da Água", Ilha Solteira - SP, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.328-334, 2006.

SOUSA, S. B.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. **Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO)**. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, [S.l.], v. 26, dez. 2012. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30151>>. Acesso em: 20 ago. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v26i0.30151>.

TOZZI, R. H. B. B. **Olhando pela janela: A paisagem urbana equilibrada como indicador de qualidade de vida**. Revista Eletrônica da Faculdade de Direito de Franca. v.14, n.1, p. 323-340. Disponível em: <<http://revista.direitofranca.br/index.php/refdf/article/view/504>>. Acesso em: 19 set 2021. DOI: 10.21207/1983.4225.504.

VITTE, A. C. **Modernidade, território e sustentabilidade: refletindo sobre qualidade de vida**. In: VITTE, C. de C. S.; KEINERT, T. M. M. (Orgs.). Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana: discussões teórico - metodológicas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 2021 is “**Make or break year for Climate Action**”. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/news/2021-%E2%80%9Cmake-orbreak-year%E2%80%9D-climate-action>. Acesso em: 13 set. 2021