



Universidade Federal de Viçosa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

DIOGO ANTONIO DA SILVA

**O USO DE SENSORES REMOTOS COMO FERRAMENTA NA ANÁLISE
ESPACIAL DO CONFORTO TÉRMICO NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA NO ANO DE
2014.**

Viçosa (MG)

2023

DIOGO ANTONIO DA SILVA

**O USO DE SENSORES REMOTOS COMO FERRAMENTA NA ANÁLISE
ESPACIAL DO CONFORTO TÉRMICO NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA NO ANO DE
2014.**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa, como requisito
parcial para a obtenção do título de Conclusão do
Curso de Bacharelado em Geografia.

Aprovada em: 29/11/2023

Dr. Edson Soares Fialho
(Orientador)
(UFV)

Dr. André Luiz Lopes de Faria
(Co-Orientador)
(UFV)

Me. Marco Antonio Saraiva da Silva
Examinador
(Unesp)

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia primeiramente a Deus que sem ele não tinha conseguido chegar nesse momento, depois a pessoa mais especial da minha vida, minha mãe Maria de Fátima que lutou como mãe e pai para que pudesse chegar a esse momento quantas noites sem dormir para trabalhar e cuidar de mim e do meu irmão, quantas lágrimas e orações que ela fez por nós, além das noites trabalhadas como cozinheira para cuidar de nós, pois o sonho dela era que nós estudássemos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que contribuíram com minha formação na época da escola pública no ensino fundamental e médio, como os docentes da UFV pelos conhecimentos que me propiciaram desenvolver este trabalho assim como a todos os meus colegas de turma, e amigos que fiz e tenho feito nos Laboratórios de Geomorfologia e no Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima). Gostaria de agradecer ao meu Orientador o Professor Dr. Edson Soares Fialho, e ao meu Co-Orientador Professor Dr. André Luiz Lopes de Faria, pela paciência, confiança, ensinamentos e principalmente pela oportunidade que me concederam de poder estar juntos deles aprendendo no dia a dia a ser um bom profissional não apenas no que tange o conhecimento, mas na vida.

Agradecimentos também ao Professor Liovando Marciano da Costa, pelos conhecimentos e ensinamentos passados nos bate papos nas horas do café no Laboratório de Geomorfologia que assim como o Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima) se tornaram minha casa.

Porque para mim tenho por certo que as aflições deste tempo presente não são para comparar com a glória que em nós há de ser revelada.

Romanos 8:18

Resumo

O presente trabalho teve o objetivo compreender a distribuição espacial da temperatura dos objetos, ao longo do município de Viçosa-MG através da utilização dos Sensores Remotos, com imagens de satélite, para o ano de 2014, sendo analisadas imagens do período de Inverno do ano citado e da primavera. Além disso, foram feitos índices de desconforto térmico, para os dois períodos tendo como base a *Land Surface Temperature (LST)*, para complemento do estudo foi gerado o mapa de NDVI que detalha a quantidade de vegetação no município, visto que é um produto que tem grande influência tanto na *Land Surface Temperature (LST)*, como possibilita o entendimento da distribuição espacial do conforto ou desconforto térmico no município. Ao final do processo foi revelado pelo estudo que as áreas com grande concentração urbana e maior adensamento de andares nas edificações, conseguiram atingir altas temperaturas, e além disso foram classificados no período da primavera como muito quente, chegando a valores acima de 28°C. Valor presumido, pois, são áreas de pouca circulação de ar, e com grande concentração de materiais que esquentam muito rápido e tem dificuldades na perda de calor. Outro fator interessante no estudo foi que áreas de nenhuma ou pouca vegetação atingiram grandes temperaturas, isso devido ao solo nu, que pela falta de vegetação não contém umidade e conseqüentemente esquentam mais rápido, assim também como superfícies as vezes que são só pintadas, entretanto possuem redução da temperatura devido ao albedo.

Palavras chave: clima; sensoriamento remoto; índices; *Land Surface Temperature (LST)*

Abstract:

The present work aimed to understand the spatial distribution of the Temperature of objects, throughout the municipality of Viçosa-MG through the use of Remote Sensors, with satellite images, for the year 2014, analyzing images from the winter period of the year cited and spring. Furthermore, thermal discomfort index were created for both periods based on the Land Surface Temperature (LST). To complement the study, the NDVI map was generated, which details the amount of vegetation in the municipality, as it is a product that has a great influence on both the Land Surface Temperature (LST) and enables the understanding of the spatial distribution or thermal comfort or discomfort in the municipality. At the end of the process, the study revealed that areas with a large urban concentration and greater density of floors in buildings managed to reach high temperatures, and in addition were classified in the spring period as very hot, reaching values above 28°C. Presumed value, as these are areas with little air circulation, and with a high concentration of materials that heat up very quickly and have difficulties in losing heat. Another interesting factor in the study was that areas with no or little vegetation reached high temperatures, due to the bare ground, which, due to the lack of vegetation, does not contain moisture and consequently heats up faster, as well as surfaces that are sometimes only painted, but have reduction in temperature due to albedo.

Keywords: climate; remote sensing; index; Land Surface Temperature (LST).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE VIÇOSA MG.....	12
FIGURA 2- TABELA CARACTERIZAÇÃO SATÉLITE LANDSAT 8.....	18
FIGURA 3- TABELA CLASSIFICAÇÃO DESCONFORTO.....	21
FIGURA 4- MAPA HIPSOMÉTRICO DE VIÇOSA MG.....	24
FIGURA 5- MAPA TEMPERATURA IMAGEM SLSTR.....	25
FIGURA 6- MAPA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE INVERNO 2014.....	26
FIGURA 7- MAPA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE PRIMAVERA DE 2014 ...	26
FIGURA 8- GRÁFICOS VALORES TEMPERATURA	27
FIGURA 9- MAPA DESCONFORTO INVERNO 2014.....	28
FIGURA 10- MAPA DESCONFORTO PRIMAVERA DE 2014	29
FIGURA 11- MAPA NDVI VIÇOSA 2014	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2-CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 OBJETIVOS	14
4.1 Geral.....	14
4.2 Específicos.....	14
5 CONCEITOS CHAVE	15
5.1 Climatologia.....	15
5.2 Sensoriamento Remoto.....	15
5.3 Geoprocessamento.....	15
6 METODOLOGIA.....	17
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm se intensificado ao longo do tempo, o que acende um alerta aos gestores mundiais. Dentre os agentes responsáveis faz-se um destaque para o ser Humano que diante do aumento populacional, da industrialização e da agricultura em larga escala, acabam por intensificar o crescimento urbano e as alterações nos ambientes naturais. Santos (1980) diz que na segunda metade do séc. XX há um crescimento populacional acima de 30% na América Latina, responsável por adensar as áreas urbanas e, de certa forma, consolidar o êxodo rural. As análises estatísticas, segundo ele, podem evidenciar esse dinamismo demográfico nos países subdesenvolvidos. Em muitos outros lugares, esse crescimento deve-se às dinâmicas relacionadas à criação de polos industriais e centros educacionais.

Esta situação trouxe em diferentes escalas, impactos ao ambiente natural. Muitos desses, foram cumulativos ao longo do processo de ocupação gerando problemas de difícil solução como, por exemplo, a ocupação de áreas de risco, impermeabilização do solo, desmatamento, dentre outros.

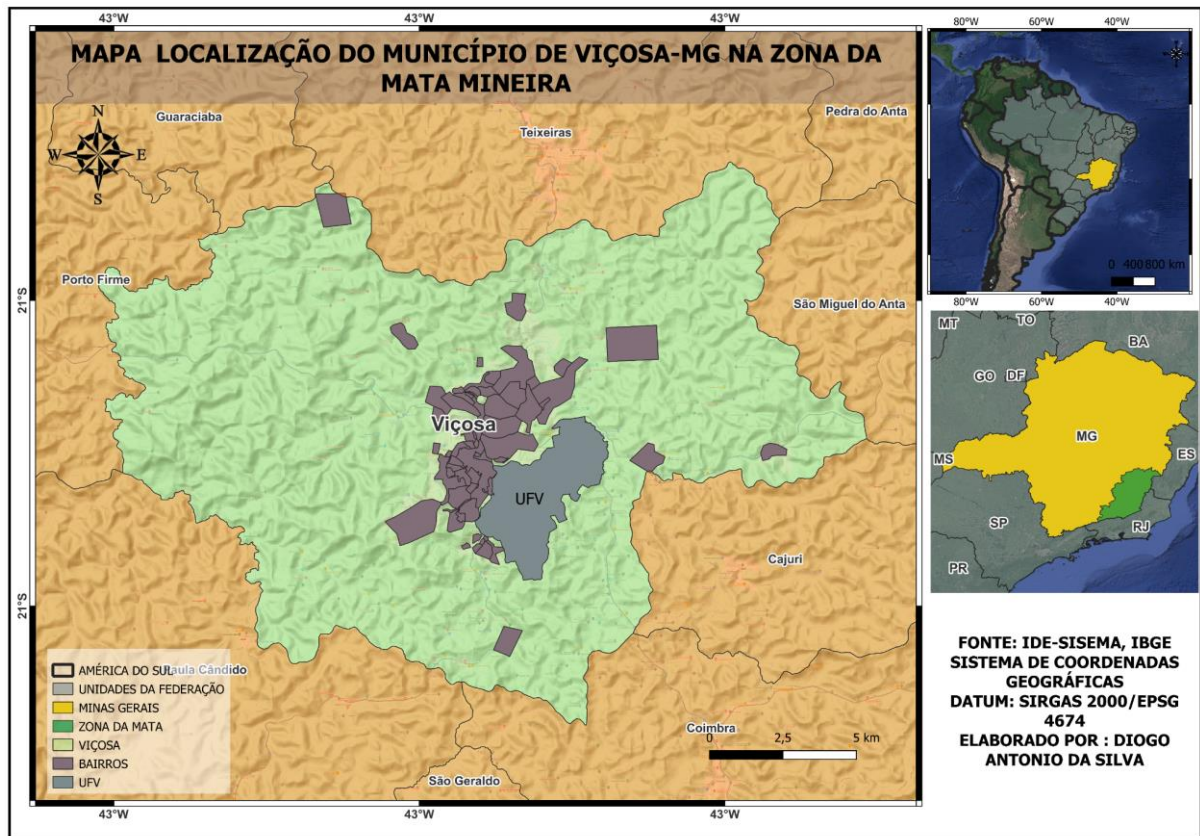
A depender dos padrões de construção e dos materiais utilizados nas edificações, o clima local é alterado. O clima urbano pode ser considerado como “um sistema que incorpora o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (Monteiro, 1976, p. 95). As modificações nas superfícies como, concentração de materiais construídos, a alteração da rugosidade pela presença de edifícios e a perda da cobertura vegetal, influenciam no balanço de energia incidente que é absorvida, refletida e emitida pela superfície na atmosfera, podendo causar mudanças nos elementos do clima local (Oke, 1987; Monteiro, 1976).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é compreender, utilizando dados de sensores remotos, a espacialização do desconforto térmico no município de Viçosa (MG) assim como em sua área urbana.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Viçosa possui uma área de 299,43km², com altitudes variando de 615 a 832 m (Figura 2). Viçosa possui um relevo de formato mamelonar, e essa característica advém devido do Domínio Morfoclimático de Mares de Morros Florestados, de acordo com a classificação de Ab'Saber (2003).

Figura 1 – Mapa de Localização de Viçosa-MG



Fonte: O Autor

3 JUSTIFICATIVA

No decorrer do ano de 2022 comecei a estagiar no Laboratório de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e depois a fazer parte do projeto de Iniciação científica como Bolsista FAPEMIG no projeto “ O Desconforto Térmico, na cidade de Viçosa-MG”. Nele o intuito era utilizar o Sensoriamento Remoto através de Imagens de satélite para criação do Índice de desconforto térmico, contemplando estudos já feitos anteriormente pelo BIOCLIMA no que diz respeito à temperatura de superfície por Fialho, Prado e Galvão (2020), com imagens *Landsat 8*, Fialho e Galvão (2021), Fialho e Galvão (2022), Galvão e Fialho (2023), estudos estes com a finalidade de identificar as diferentes distribuições da temperatura no município pelo Sensoriamento Remoto. Todos estes trabalhos demonstram nas suas diferentes formas e escalas o papel do sensoriamento no entendimento e na conformação do município e suas características principalmente física, como a processo de urbanização ocorrido na cidade que tem grande participação no clima local, devido ao aumento das construções ao longo da cidade, assim também como o surgimento de áreas com grande concentração de solo exposto, visto que o mesmo contribui na análise da temperatura assim como no desconforto.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

Compreender o Desconforto térmico no município de Viçosa (MG), nos períodos de inverno e primavera.

4.2 Específicos

- Analisar as temperaturas do inverno e primavera para o ano de 2014.
- Criar mapas através de imagens de satélite

5 CONCEITOS CHAVE

5.1 Climatologia

A Climatologia é a ciência que estuda o tipo de comportamento da atmosfera por um longo período de tempo. Para Ayoade (1996) a climatologia é o produto dos processos atuantes na atmosfera, analisando o clima e o tempo, procurando classificar os diferentes climas de nosso planeta e a influência da ação antrópica neles.

Segundo Sant'Anna Neto (2008) a Climatologia, estimula a atentarmos para a necessidade de incorporarmos a Climatologia a partir do território. Ele observa que as áreas onde a qualidade de vida (incluindo o conforto ambiental) é postergada, ficando em segundo, e na maioria das vezes são lugares em que o capital não se interessa, e muito menos aplica seu dinheiro, estimulando o cenário de segregação social.

Ante a isso, essa pesquisa fez a utilização de sensores remotos, que ajudaram com informações auxiliando no processo de classificação climática e no entendimento de suas dinâmicas em diferentes escalas.

Nesta pesquisa este conhecimento foi muito importante, gerando um entendimento do comportamento climático do município de Viçosa e de sua área urbana.

5.2 Sensoriamento Remoto

As tecnologias vieram como meio de aperfeiçoamento das análises em geral, diante disso as imagens de satélite se tornaram grandes instrumentos que permitem um maior dimensionamento e entendimento dos processos que acontecem nas grandes, médias e pequenas cidades, fazendo a leitura e interpretação de objetos.

Segundo Novo (1989) a ilustração terrestre a partir de satélites permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico direto, através de sensores para coletar a energia proveniente do objeto, transformando-a em sinal possível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.

5.3 Geoprocessamento

O geoprocessamento, é uma ferramenta que possibilita o manuseio de dados, imagens, entre outros. No intuito de aprimorá-las dando referências geográficas e possibilitando a utilização de cálculos matemáticos adicionando ainda mais

informações ao que se está estudando principalmente no que tange a sua compreensão geográfica, Xavier, da Silva (1997) diz que: o geoprocessamento pode ser considerado como um ramo de atividades, que pode ser definido como o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e “ou” informações espaciais ou georreferenciadas.

Diante disso, muitas são as formas de utilização dessa técnica para estudo que envolvam as áreas ambientais, climáticas, urbanas, sociais etc.

Na Geografia é uma ferramenta de vital importância visto que as modificações que ocorrem no espaço geográfico, necessitam de uma análise bem acurada, no que tange a modificação da paisagem, entre outros aspectos.

6 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados, perpassam pela busca das imagens na Plataforma *Science For a Changing World* (USGS), que comporta vários tipos de Satélite em seu site como: *Sentinel* e *Landsat*, e foi utilizada também a plataforma *Copernicus Open Access Hub* principalmente para Imagens *Sentinel-3 SLSTR*. Diante disso foi feita uma busca por imagens com menor interferência possível de nuvens entre outros fatores que corroboram para a diminuição da qualidade da imagem na geração dos produtos finais. Sendo assim, foram feitas várias buscas pelo site por imagens adequadas para a pesquisa.

Após a procura por imagens com menor quantidade de nuvens possíveis e maior resolução para a geração de produtos, conseguimos algumas imagens *Sentinel 3 SLSTR* prontas de *Land Surface Temperature* (LST) para testarmos, entretanto, as mesmas, por possuírem resolução espacial de 1Km, generalizaram muito a área de estudo, ou seja, extrapolou as áreas fazendo com que elas ficassem homogeneizadas sem diferenciação alguma entre as áreas amenas e as mais quentes.

A imagem SLSTR é do período de verão do dia 22/12/2023 horário de 04h e 02 min. Outro ponto bastante importante é que ela não precisa de fazer reajustes de Radiância, Reflectância e também gerar a *Land Surface Temperature* (LST).

Sendo assim, devido a generalização das imagens *Sentinel 3*, entendemos que seria melhor utilizar as imagens *LANDSAT*, mesmo com resolução espacial de 30m, elas seriam as mais apropriadas para o estudo, como podemos ver na Figura 2.

Figura 2– Caracterização do Satélite Landsat

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
OLI (Operational Land Imager)	(B1) AZUL COSTEIRO	0.43 - 0.45 μm	30 m	16 dias	170 x 183 km	16 bits
	(B2) AZUL	0.45 - 0.51 μm				
	(B3) VERDE	0.53 - 0.59 μm				
	(B4) VERMELHO	0.64 - 0.67 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.85 - 0.88 μm				
	(B6) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.57 - 1.65 μm				
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.11 - 2.29 μm				
	(B8) PANCROMÁTICA	0.50 - 0.68 μm	15 m			
	(B9) CIRRUS	1.36-1.38 μm	30 m			
TIRS (Thermal Infrared Sensor)	(B10) INFRAVERMELHO TERMAL	10.6-11.19 μm	100 m			
	(B11) INFRAVERMELHO TERMAL	11.5-12.51 μm	100 m			

Fonte: EngeSat.

Além do mais, o intuito era o de fazer uma análise temporal do comportamento da temperatura ao longo do município em períodos pretéritos obedecendo o critério dos períodos de inverno e verão, se possível. Entretanto, não foi possível encontrar para o Município imagens que pudessem ajudar no estudo, visto que muitas estavam cobertas de nuvens, outras com falta de pixels, deixando as mesmas incompletas. Depois de muitas buscas na Plataforma *Science For a Changing World* (USGS), consegui obter imagens para o ano de 2014 no período de inverno no dia 04 de julho no horário de 12h e 52min e da primavera dia 22 de setembro. Visto que o *Landsat* possui resolução temporal, de 16 dias, sobre a terra, fazendo com que haja dificuldades em fazer um estudo temporal de maior qualidade sobre a área.

Após a escolha das imagens, foram feitos alguns procedimentos para o melhoramento das mesmas, no intuito de tirar possíveis problemas ocasionados por deslocamento do satélite, entre outras interferências que ocorrem no topo da atmosfera e que podem prejudicar as imagens. Os procedimentos realizados

foram: Cálculo da radiância no topo da atmosfera, temperatura de brilho, NDVI e Proporção da Vegetação (PV), tudo para tirar qualquer interferência das imagens, para a geração do produto final o *Land Surface Temperature* (LST). e derivando dele o outro índice gerado é o do desconforto térmico.

Diante disso, utilizando a Equação 1, fez-se o primeiro procedimento que foi o cálculo de radiância atmosférica da banda 10 (Infravermelho Termal).

$$L = \lambda ML \times Q_{cal} + AL \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$L\lambda$ = Resultado da Radiância Espectral;

ML = Valor de referência multiplicativo da banda em questão;

Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN, AL = Valor de referência da Banda 10;

AL= Reescalamento aditivo da Banda 10 (0,1).

Seguindo os procedimentos para a realização da temperatura de superfície foi gerada a (Equação 2)

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} - 273.15 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

T= Temperatura efetiva no satélite (K);

$L\lambda$ = Radiância espectral (*Watts / (m² srad * μm)*);

K1 = Constante de conversão térmica específica da banda dos metadados;

K2 =Constante de conversão térmica específica da banda dos metadados (Coelho; Correa, 2013).

A próxima equação (Equação 3), é o cálculo da Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

Onde:

NIR= Infravermelho Próximo;

RED= Vermelho, no Landsat 8 são as bandas 5 e 4.

$$\text{NIR-RED/NIR+RED} \quad \text{Equação 3}$$

Criado por Rouse et al. (1973) o NDVI tem como função analisar o vigor vegetativo das plantas, através do aspecto clorofilático das plantas que no processo fotossintético absorve principalmente a cor vermelha, por isso a fórmula utilizada no trabalho foi a de duas bandas com coloração do vermelho pois as mesmas ajudam a evidenciar esse vigor vegetativo que é transfigurado no índice pela coloração verde nas plantas.

Após geração do NDVI, deu-se prosseguimento a análise a partir do índice de Proporção da Vegetação-PV (Equação 4).

$$\frac{((\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\text{min}}) / (\text{NDVI}_{\text{max}} - \text{NDVI}_{\text{min}}))^2}{2} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

NDVI = imagem gerada em cálculo descrito anteriormente;

NDVI_{mín} = valor mínimo da imagem em questão;

NDVI_{máx} = valor máximo da imagem obtida previamente (Barbosa, et. al., 2020).

O outro procedimento feito foi a correção da Emissividade (Equação 5).

$$\varepsilon = 0.004 \times Pv + 0.983 \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

ε = Resultado da Emissividade,

0.004 = variável padrão (Jiménez-Muñoz et al., 2014) e;

0.983 = variável padrão (Jiménez-Muñoz et al., 2014).

Como parte final após todas as equações anteriores é possível então calcular o *Land Surface Temperature* (LST) ou temperatura de superfície.

$$\text{LST} = T_c / (1 + \lambda * T_c / \rho * \ln(\varepsilon)) \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

LST = Temperatura de Superfície Terrestre;

T_c = Temperatura de Brilho (°C);

λ = Comprimento de onda da radiação emitida;

$\rho = ((h \times c) / \sigma) = 1,438 \times 10^{-2} mK$: h constante de Planck ($6,26 \times 10^{-34} Js$), c é a velocidade da luz ($2,998 \times 10^8 m/s$);

σ é constante de Stefan Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23} JK^{-1}$);

ε = emissividade da superfície.

Outro índice criado ao longo dos estudos foi o Índice de Desconforto (DI) criado por Sobrino (2020) tem por finalidade analisar a reação do corpo humano a simetria entre calor e umidade.

$$DI = LST - (0,55 - 0,055 UR) (LST - 14,5) \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

DI= Índice de Desconforto;

LST = Temperatura de Superfície Terrestre;

UR= Umidade relativa do ar (%).

Segundo Sobrino (2020), o DI é dividido em dez categorias, entretanto para o município estudado optou-se pela utilização de quatro categorias o que é mais adequado levando em consideração o potencial climático atingido no país, visto que o autor do índice fez a sua classificação conforme as temperaturas encontradas na Europa como na Figura 3.

Figura 3: Tabela classificação Desconforto

CATEGORIAS DI	DESCONFORTO DI (°C)
HIPER GLACIAL	<-40
GLACIAL	-39 - -20
EXTREMAMENTE FRIO	-19,9- -10
MUITO FRIO	-9,9- -1,8
FRIO	-1,7- -12,9
GELADO	13- 14,9
CONFORTÁVEL	15- 19,9
QUENTE	20- 26,4
MUITO QUENTE	26,4- 29,9
TORRANDO	>30

Fonte: Sobrino *et al.* (2020)

Outros índices gerados para um entendimento maior do município relacionados ao seu processo de urbanização como pelas características climáticas, foi. O Normalized Difference Water Index (*NDWI*) com as bandas 5

Infravermelho próximo e 7 Infravermelho Médio proposto por Gao (1996) para melhorar as características das paisagens relacionadas à água, principalmente no que diz respeito a distinção de áreas construídas e água, como também uma melhor visualização do potencial de úmida nas vegetações.

$$\text{(Banda 5 – Banda 7) / (Banda 5 + Banda 7)}$$

Equação 8

O Normalized Difference Built-up Index (*NDBI*) é outro índice de grande importância seria praticamente o índice anterior só que invertendo as posições das bandas como demonstra a fórmula abaixo.

$$\text{(Banda 7 – Banda 5) / (Banda 7+ Banda 5)}$$

Equação 9

O NDBI é um índice que avalia a quantidade de áreas construídas, sua função é identificar através das bandas infravermelhas a reflectância de tudo que é urbano dentro de uma cidade visto que ele interpreta o reflexo do material utilizado nas construções.

Após a geração desses índices acima citados, e ao longo do estudo fomos entendendo mais claramente como se dá a distribuição espacial do desconforto térmico na cidade.

Para gerar os produtos citados acima foi feita a utilização do Software Livre QGIS 3.22 através da calculadora Raster. Logo depois foram feitos os recortes das imagens, pelo arquivo vetorial do limite municipal de Viçosa retirado na plataforma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE-SISEMA) do Estado de Minas Gerais, através da ferramenta vetorial Geoprocessamento recortar, após a próxima etapa foi transformar o sistema de coordenadas Geográfico para o sistema métrico ou (UTM) correspondente ao fuso 23S.

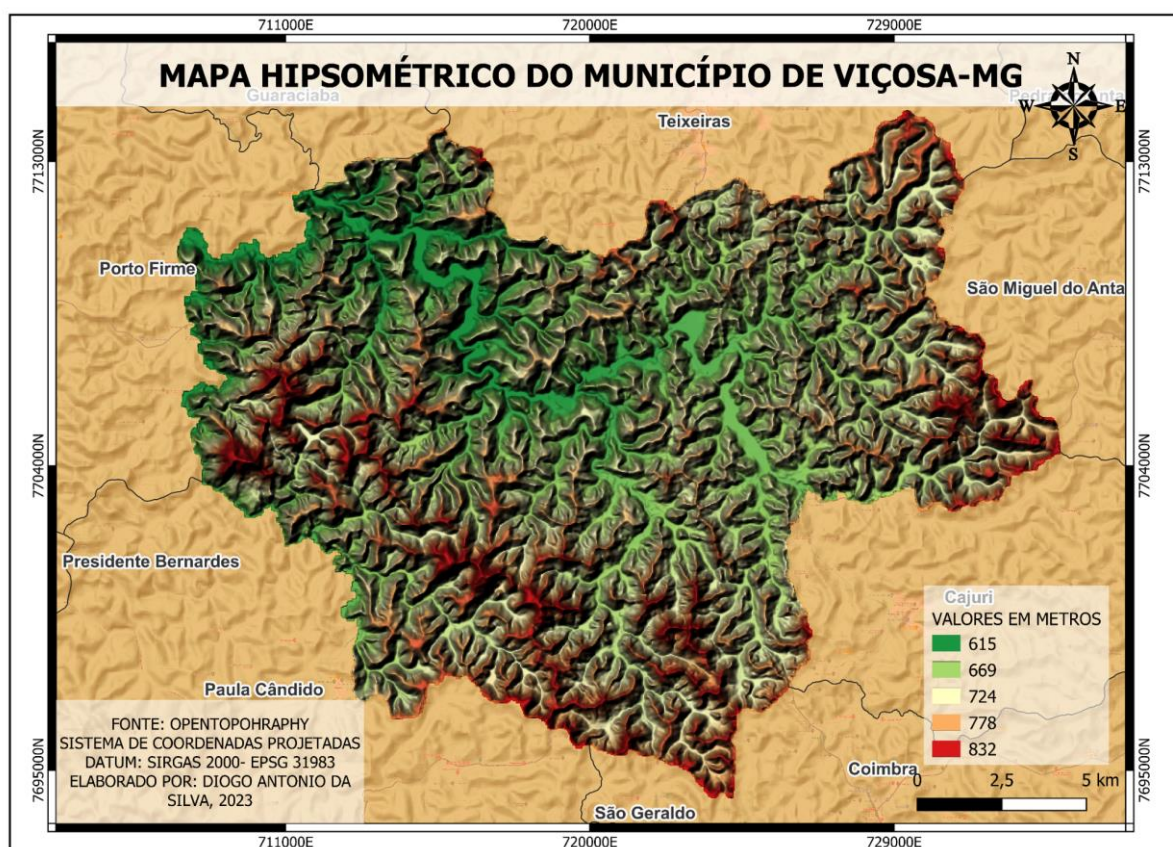
Para o estudo como meio de potencializar ainda mais os resultados obtidos foram usados shapefile de pontos distribuídos ao longo do município de estudos feitos por Fialho e Galvão (2022), que tem como função a medição da temperatura do ar, enquanto o *Land Surface Temperature* (LST), tem o propósito de identificar a temperatura do objeto.

Diante disso foi escolhido um ponto amostral dentre os pontos citados, para o entendimento da distribuição espacial do desconforto térmico na cidade ao longo do ano estudado

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Município de Viçosa tem por característica no seu relevo, a dissecação causada pela ação fluvial, constituindo morros em formato de meia laranja com vales estreitos e diversas colinas (Quina; Fialho, 2017 p.13). Além disso possui altitude mínima de 615 e máxima de 832m como mostra a Figura 4 abaixo.

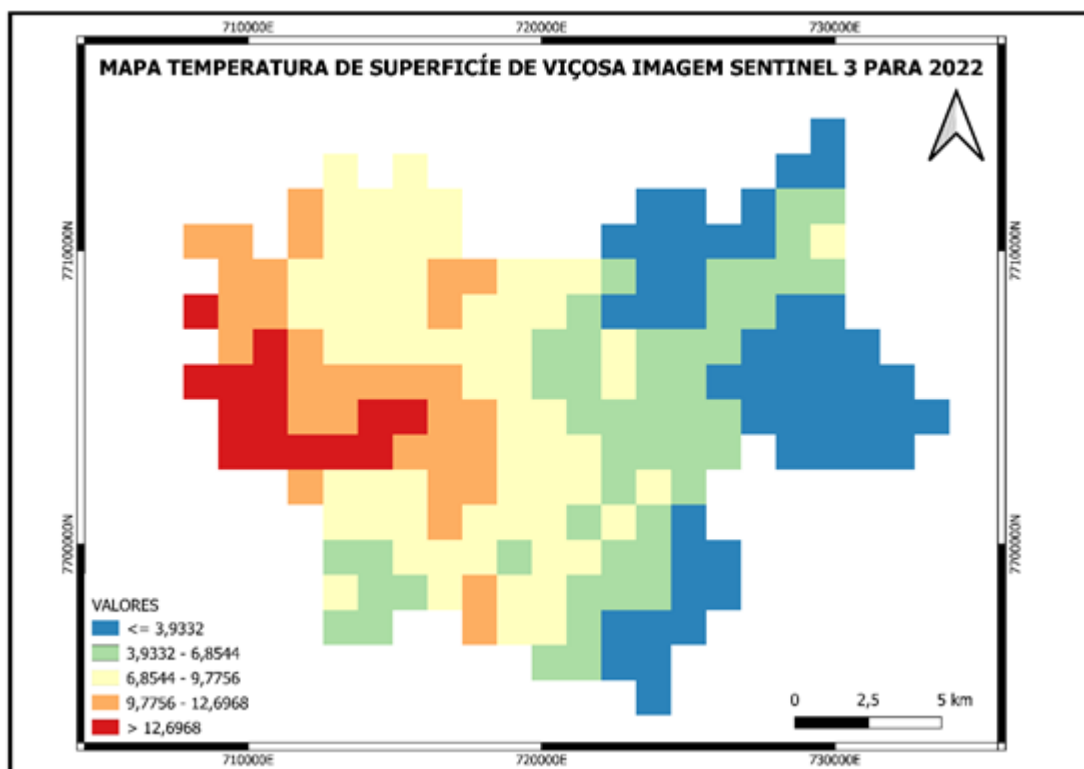
FIGURA 4: Mapa Hipsométrico com a dissecação do relevo de Viçosa-MG



Fonte: O Autor.

Diante dessas características apresentadas, é necessário a utilização de imagens que demonstrem de forma clara a distribuição da temperatura ao longo da cidade, visto que é uma forma de potencializar o estudo. Nesse sentido pensou-se em utilizar as imagens *Sentinel 3* SLSTR, pois as mesmas já vêm prontas e não são necessários fazer os procedimentos citados acima para gerar a *Land Surface Temperature (LST)*, entretanto devido a sua resolução espacial as áreas foram homogeneizadas, sendo difícil de distinguir a espacialização da temperatura dentro do município como se pode ver abaixo, na Figura 5.

Figura 5: Mapa Temperatura de Superfície por imagens SLSTR



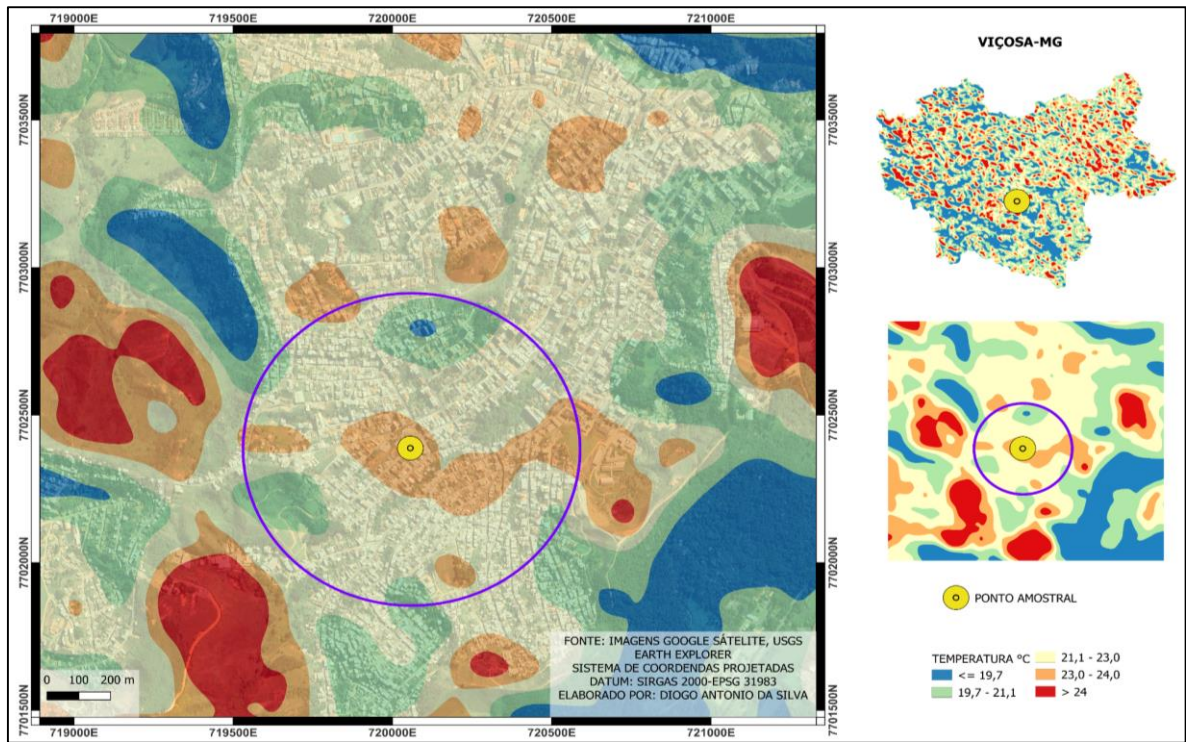
Fonte: O Autor.

Devido à dificuldade de utilização das imagens *Sentinel 2* que não possui a banda termal, a construção da *Land Surface Temperature* (LST), foi inviabilizada. Mas a missão *Sentinel 3* apresentam imagens LST disponíveis, entretanto para o município estudado, não atendeu, considerando sua escala.

Sendo assim o autor voltou sua análise para as imagens *Landsat 8*. Neste caso o resultado foi bem melhor, principalmente na distribuição espacial da temperatura e do índice de Desconforto Térmico. Como se pode notar, há uma maior distribuição espacial da temperatura ao longo da cidade, diferentemente da imagem gerada pelo *Sentinel 3*, que não proporcionava essa visão. A partir de uma melhor visualização dada pelas imagens *Landsat 8* escolhemos um ponto amostral para detalharmos melhor a espacialização do *Land Surface Temperature* (LST).

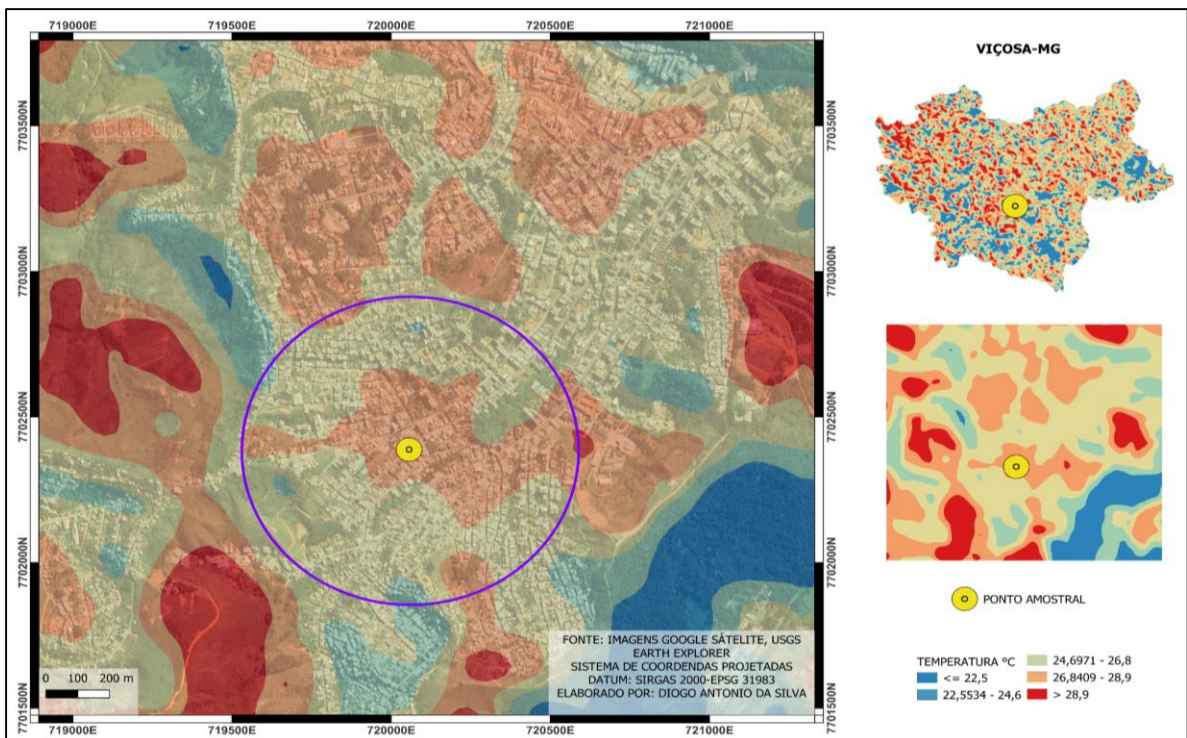
Diante disso, no que tange a temperatura, pode-se observar o produto gerado para o Inverno e primavera ano de 2014, a partir do ponto amostral escolhido, como mostram a Figura 6 e. Figura 7.

Figura 6: Mapa Temperatura de Superfície Inverno de 2014, Bairro de Fátima Viçosa-MG



Fonte: O Autor

Figura 7: Mapa Temperatura de Superfície Primavera de 2014, Bairro de Fátima Viçosa-MG

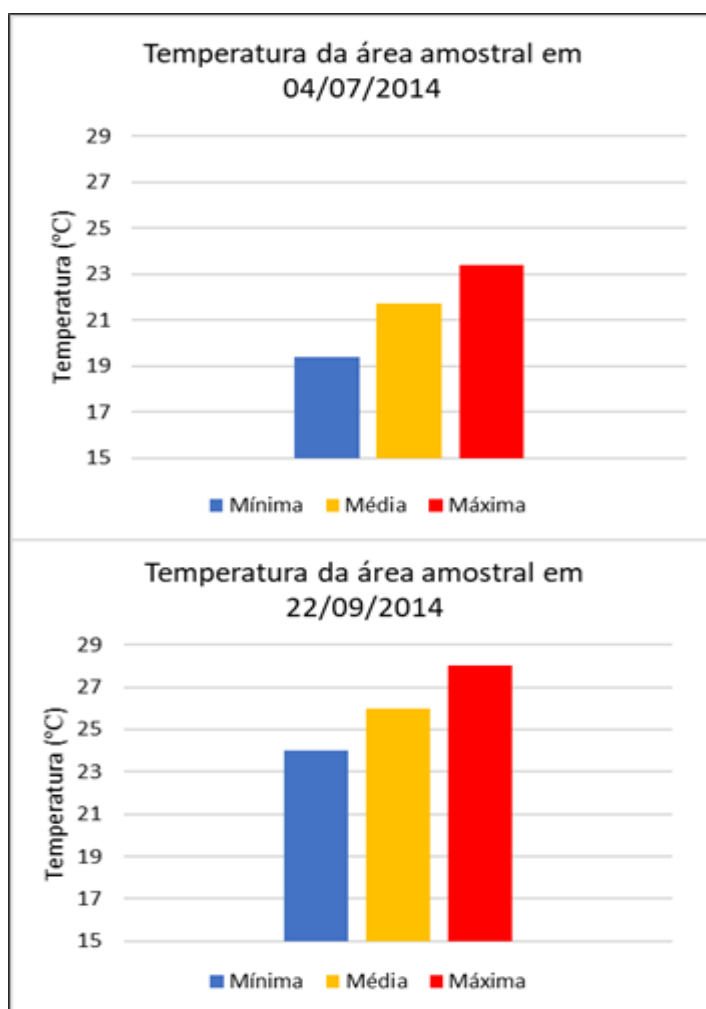


Fonte: O Autor

Como se pode observar na figura 6, no inverno identifica-se uma considerável mancha de calor no ponto estudado, que é demonstrado dentro do urbano, com também mais ao norte da imagem a duas manchas uma menor de cor azul e outra maior de cor verde o que mostra que no ponto estudado no inverno existem diferentes temperaturas num mesmo lugar, é isso se deve à permanência mesmo que pouca de vegetação ao longo do município o que ajuda a entender as variações climáticas no mesmo.

Quanto a Figura 7 que detalha o local estudado no período da primavera a uma distribuição espacial maior da mancha de calor e conseqüentemente aumento da temperatura no ponto amostral. Para um entendimento melhor do que foi explicitado nas figuras acima, foram gerados gráficos com as temperaturas dos dois períodos estudados, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Gráficos Valores Temperaturas da área amostral em diferentes períodos.

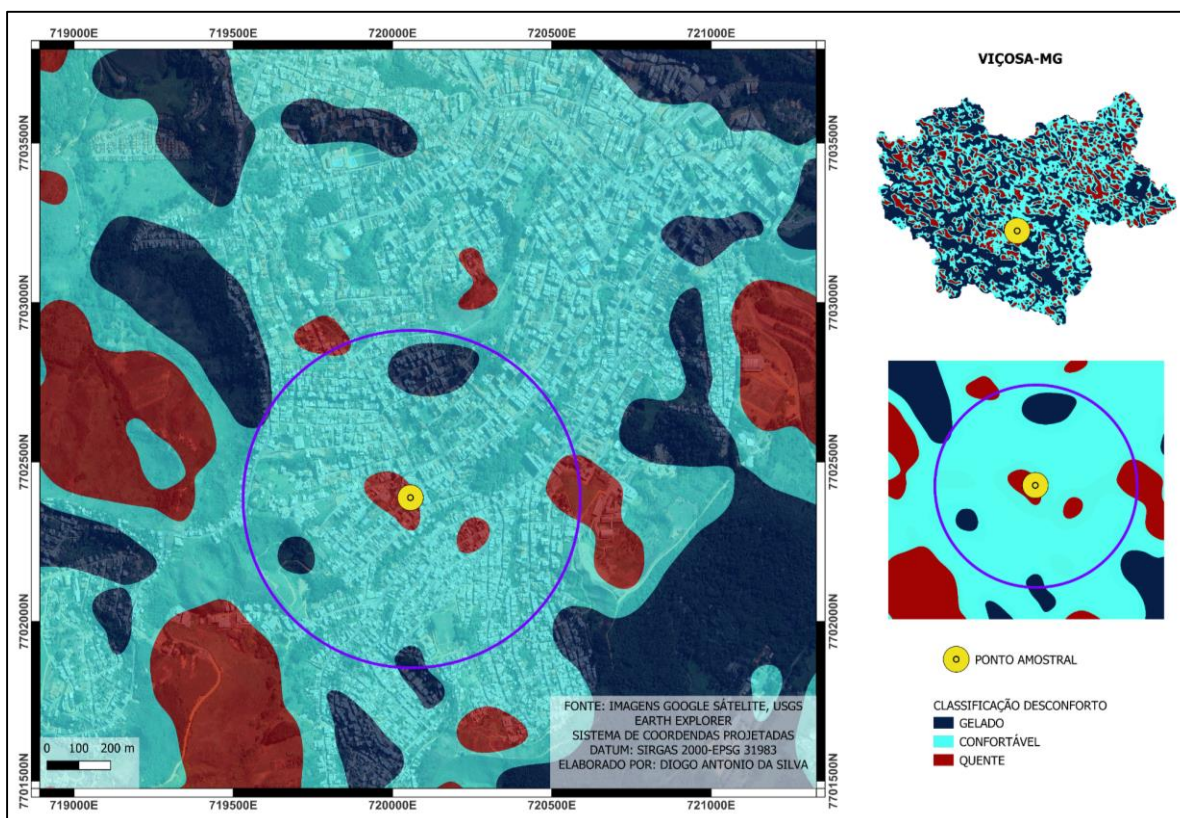


Fonte: O Autor

Ao analisarmos os gráficos podemos perceber que houve um crescimento de $2,3^{\circ}\text{C}$ na mínima e de $5,1^{\circ}$ na máxima entre os dois períodos analisados no que tange ao ponto amostral, mostrando que o desconforto não está relacionado apenas às altas temperaturas, mas às baixas também.

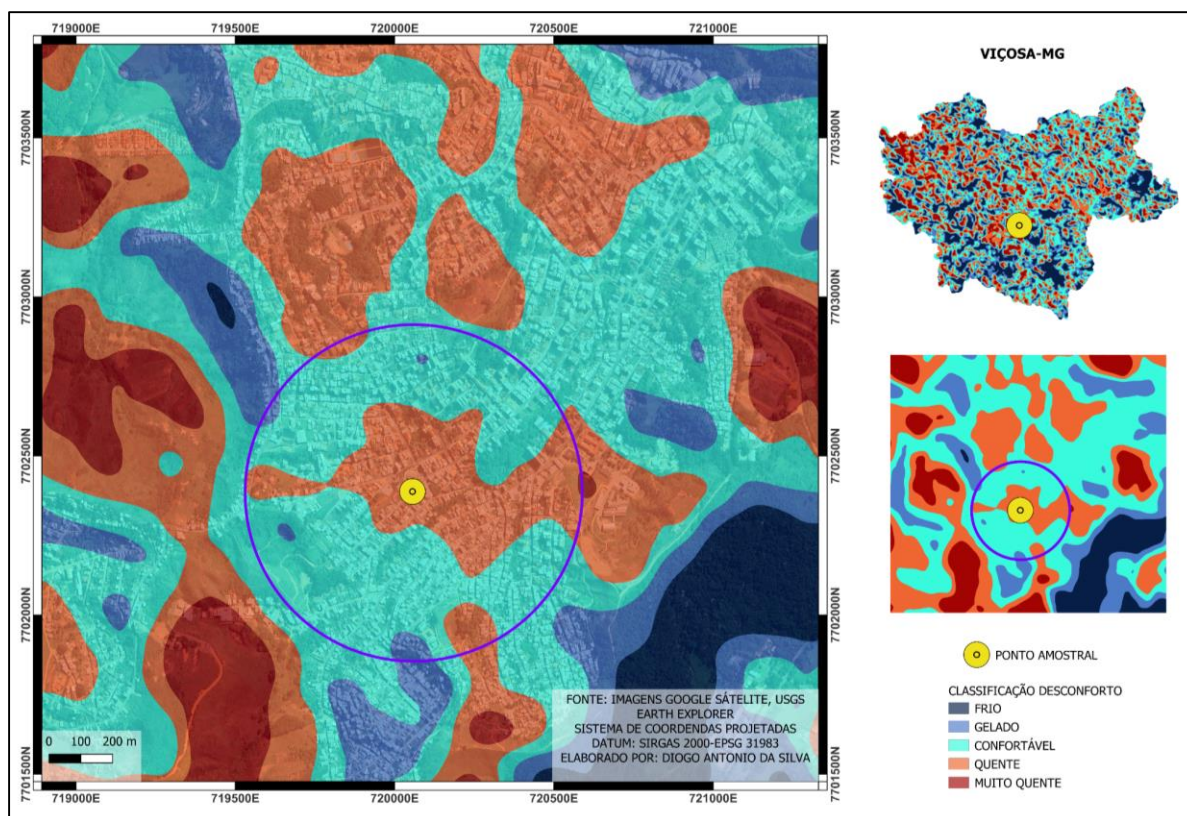
Corroborando com o estudo da espacialização do *Land Surface Temperature* (LST), o próximo mapa que é um completo ao estudo feito, é o que mostra o índice de Desconforto térmico ou seja a sensação térmica sentida pelas pessoas nos diferentes pontos da cidade, tem como intuito de complementar ainda mais, o que já gerado pelas imagens *Landsat 8* identificando, através de uma metodologia elaborada por *Sobrino(2020)*, em que se faz classificações climáticas : (Frio, Gelado, Confortável, Quente e Muito Quente), considerando os valores de temperatura obtidos no produto anterior, e que pode ser visto na Figura 9 e Figura 10.

Figura 9: Mapa Desconforto Térmico Inverno de 2014.



Fonte: O Autor

Figura 10: Mapa Desconforto Térmico Inverno de 2014.

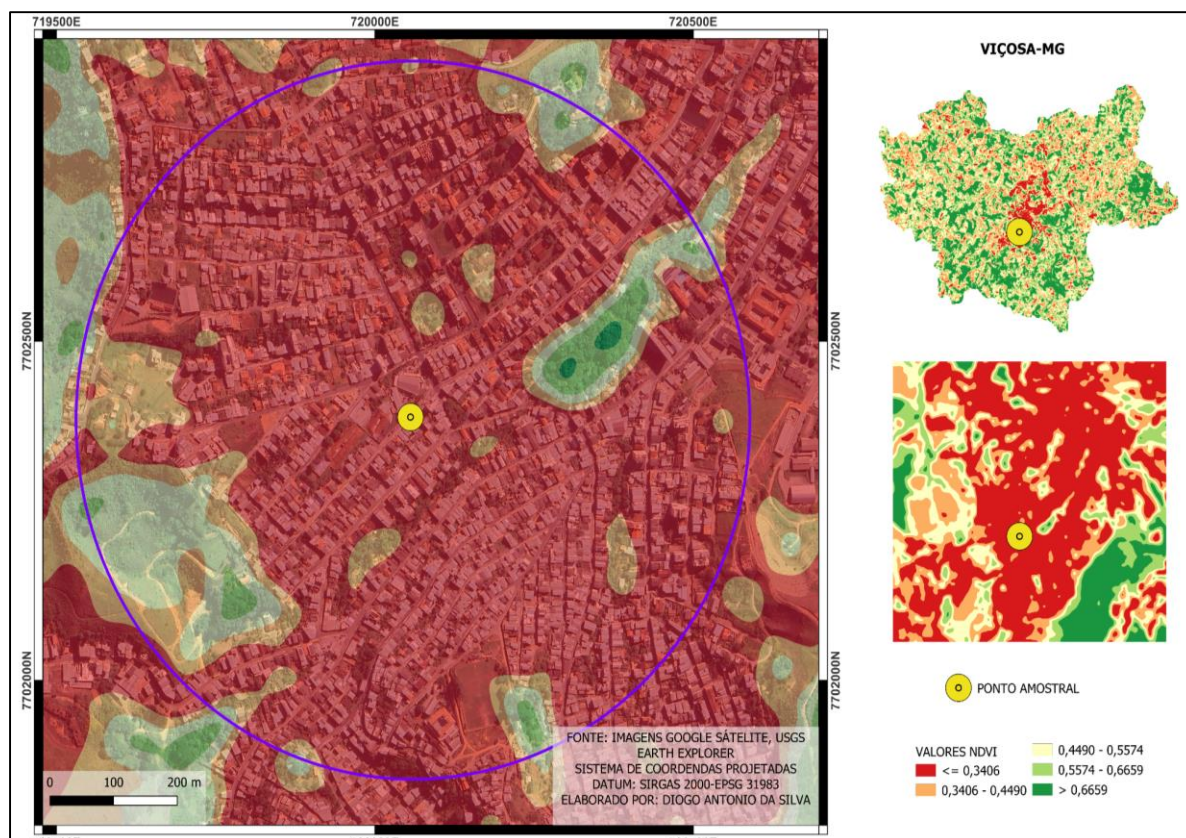


Fonte: O Autor

Com relação ao Desconforto no período que compreende ao inverno pode-se notar que há um desconforto maior por temperaturas mais baixas que pelas mais altas principalmente nas partes onde se tem vegetação, entretanto onde existe um maior adensamento de moradias as temperaturas demonstram uma classificação de quente a Muito Quente. Outra coisa a se destacar e nas partes circundantes ao ponto amostral escolhido que mostra temperaturas mais elevadas do que na área urbana, isso se dá devido ao fato dessas áreas estarem com pouca ou nenhuma vegetação, ou seja são locais com grande predominância de solo exposto e que devido ao horário de passagem do satélite que é no período em que a quantidade de radiação solar está com maior intensidade no município, e esses locais têm uma maior absorção pelos satélites.

Outro fator que ajuda a entender melhor o estudo realizado além do *Land Surface Temperature* (LST), e do Desconforto Térmico, foi o NDVI, mostrado na Figura 10 abaixo.

Figura 11: Mapa NDVI Bairro de Fátima Viçosa-MG 2014



Fonte: O Autor

Como já se sabe é um dos Índices mais utilizados nos estudos por Sensoriamento Remoto, e que permite ter uma noção não só da quantidade de vegetação, entretanto também do vigor da mesma, como a influência que ela exerce sobre a temperatura no que tange ao controle térmico e isso ao longo da pesquisa é fácil de se entender pelos mapas confeccionados, visto que para a geração do *Land Surface Temperature* (LST), e do Desconforto, a base é o NDVI. Para o ano analisado o seu valor foi de 0,66 no Município, entretanto se levarmos em conta que a maior parte é de vegetações baixas ou arbustivas que se distribuem principalmente na parte urbana da cidade, e que pelo volume das construções na mesma essa vegetação arbustiva não consegue principalmente no período de primavera que é o que foi analisado diminuir o desconforto evidenciado na cidade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ter sido possível observar variações na temperatura da superfície dos alvos entre o período de inverno e primavera e obter resultados satisfatórios, entende-se que maiores aprofundamentos se fazem necessários. Para tal, a utilização de imagens com melhores resoluções espaciais poderia demonstrar informações mais precisas, principalmente na formulação dos Índices de Desconforto e do *Land Surface Temperature* (LST), primeiramente porque o satélite utilizado passa num horário em que a uma maior incidência de radiação solar sobre a terra, e outro ponto é sua resolução espacial da banda 10 termal é de 30m reamostrada ou seja na verdade ela é de 60m o que causa influência na identificação e confusão dos objetos vistos e conseqüentemente na geração dos produtos no caso os índices.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003 p.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4.ed-Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1996.332p
- COELHO, ANDRÉ LUIZ NASCENTES; CORREA, WESLEY DE SOUZA CAMPOS. **Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat -8: metodologia e aplicações** Revista Geográfica Acadêmica, v.7, n. 1, p.31-45, 2013. <https://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/>
- FIALHO, E. S.; PRADO, L. SANTOS, L. G. F. DOS. **O Sensoriamento Remoto e o Clima Urbano: Uma Perspectiva de Investigação Através do Campo Térmico de Superfície, na Área Central do Município de Viçosa-MG**. v.27, p.919-946, 2020
- FIALHO, E.S.; SANTOS, L. G. F. DOS. **Análise Comparativa da Temperatura de Superfície, no Município de Viçosa (MG), nos Anos de 1985 e 2019: Primeiros Resultados**. XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p.603-618, 2021
- FIALHO, E. S., & SANTOS, L. G. F. DOS. (2022). **Unidades Mesoclimáticas de Viçosa-MG, na Zona da Mata Mineira**. *Revista Brasileira De Climatologia*, 31(18), 230–258
- FIALHO, E. S., & SANTOS, L. G. F. DOS. (2023). **Campo Térmico Superficial: Um Estudo Comparativo Sazonal (Verão e Inverno) do Ano de 2018 para o Município de Viçosa -MG**. XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p.1679-1687, 2023
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C; SOBRINO, J. A; SKOKOVIĆ, D; MATTAR, C; & CRISTÓBAL, J. "Land Surface Temperature Retrieval Methods From Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data," in: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, n. 10, p. 1840-1843, 2014.
- MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG06-USP, 1976.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 2000. 269 p.
- OKE, T.R. *Boundary Layer Climates*, 2nd Edition. Methuen, London, 1987, 435 p.
- SANT'ANNA NETO, J. L. **Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico**. Revista ANPEGE, v. 4, p. 1- 88, 2008.
- SANTOS, Milton. **Manual de geografia urbana**. Edusp, 2008.
- SILVA, X.J. **O que é Geoprocessamento**: <http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinio/artigos/oquegeoprocessamento.pdf>.

SOBRINO, J. A. *ET AL.* **A Methodology for Comparing the Surface Urban Heat Island in Selected Urban Agglomerations Around the World from Sentinel-3 SLSTR Data.** *Remote Sensing*, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 2052, 25 jun. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12122052>.