A Viabilidade Da Analise De Relação Vegetação/Temperatura Na Área Urbana De Quirinópolis/Go Com Sensoriamento Remoto

The Feasibility Of The Analysis Of The Vegetation/Temperature Relationship In The Urban Area Of Quirinópolis/Go Using Remote Sensing

Fillipe Mendes de Araújo

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar o sensoriamento remoto como uma importante ferramenta nos estudos climáticos, trazendo como forma de análise, a comparação da cobertura arbórea no ambiente urbano de Quirinópolis/GO com a temperatura da área estudada. Para isso, foi necessária uma coleta de dados realizada por meio de imagens de satélite, durante o mês de julho, considerando a última passagem do Landsat 8, de propriedade norte-americana, para a manipulação dos dados espaciais da extensão territorial aberta para o estudo. Foram analisados dados de áreas com características distintas, de forma que conseguiram ter uma melhor percepção da diferença térmica da superfície com presença e ausência de cobertura vegetal, e assim, caracterizada a temperatura em graus com uso de equações aplicadas dentro do Sistema de Informação Geográfica QGIS. Com isso, foram obtidos resultados significativos que comprovaram a eficiência de trabalhos que se fomentaram por meio de coletas aeroespaciais, no que tange a temperatura climática e clima.

Palavras-chave: Arborização, microclima, sensoriamento remoto, coleta de dados.

Abstract

This study aims to demonstrate remote sensing as an important tool in climate studies, comparing tree cover in the urban environment of Quirinópolis/GO with the temperature of the studied area. To this end, data was collected using satellite imagery during July, considering the last pass of the US-owned Landsat 8 satellite, to manipulate the spatial data of the open territorial area for the study. Data from areas with distinct characteristics were analyzed, allowing for a better understanding of the thermal difference between areas with and without vegetation cover. Temperature was then characterized in degrees using equations applied within the QGIS Geographic Information System. Significant results were obtained, demonstrating the efficiency of studies using aerospace data collection regarding climate temperature and climate.

Keywords: Tree cover, microclimate, remote sensing, data collection.

Introdução

O geoprocessamento é uma área do conhecimento que se utiliza de técnicas avançadas e tecnologia para a coleta, processamento, analise e armazenamento de dados geoespaciais, que são de fundamental importância para estudos do espaço geográfico e os fenômenos nele presentes. Trata-se de uma importante área do conhecimento que vem a cada dia, contribuindo mais para a manipulação de informações e inovação nos estudos do espaço, cooperando para a tomada de decisões e interpretação de conteúdos que demandariam muito tempo e investimentos.

Dentre as ferramentas que englobam o geoprocessamento, destaca-se o sensoriamento remoto, onde as imagens adquiridas por fontes como os satélites artificiais que orbitam nosso planeta são obtidas periodicamente, tornam possível a obtenção de dados que colaboram para mapeamento e acesso a informações que dão subsidio para resolução de problemas, dando destaque aqui, ao seu uso para monitoramento ambiental e climático, elementos fundamentais no que diz respeito ao desenvolvimento social.

Pensando desta forma, o presente trabalho busca estabelecer uma relação por meio de análise de dados geoespaciais obtidos através de imagens espaciais, entre presença arbórea em ambiente urbano, e o microclima, fazendo uso de ferramentas de geoprocessamento para compreender melhor a correlação que há entre ambos.

Para isso, foi estabelecido como área de estudo na aplicação deste modelo de técnica de análise, o município de Quirinópolis, no Estado de Goiás.

Quirinópolis, de acordo com dados do IBGE (2022) é um município localizado na região sudeste do território goiano, com distancia média de 288km da capital do estado, possuindo uma área urbana aproximada de 16,9km^2 de extensão com densidade demográfica de 12,8 hab/km. Com relação a cobertura do solo, dados do mapa mapa biomas 2022, o município conta com cerca de 86,59% de suas terras ocupadas pelo setor agropecuário, e contrapartida, apenas 7,76% equivalem as áreas de floresta (representando remanescentes de vegetação nativa ou exótica presentes na área em questão).

Este município é caracterizado por estar presente em uma região de clima tropical e, de acordo com Rezende (2015) com duas estações bem definidas, uma chuvosa que se estende da segunda metade da primavera, correspondendo aos mês de outubro até meados de março, no fim do verão e próximo ao início do outono, e outra de estiagem, dos meses de abril, no outono até setembro, no início da primavera.

Ao acessar a plataforma de dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, percebe-se que a região correspondente ao município de Quirinópolis não possui estação meteorológica para a aferição desse tipo de informação, o que dificulta uma análise climática mais precisa nas áreas adjacentes. Dessa forma, a utilização de ferramentas alternativas, como imagens de satélite, torna-se necessária, pois possibilita um olhar relativamente viável e eficaz para esse campo de interesse, configurando-se como um mecanismo que permite aproximar os resultados obtidos daqueles esperados em investigações relacionadas ao clima da zona em estudo.

Este fato torna o sensoriamento remoto como um importante aliado nos estudos meteorológicos, devido a acessibilidade em relação aos alto custos de equipamentos de mensuração térmica *in loco* e a logística de acesso a locais onde são realizadas as analises climáticas (Rampazo, 2018), suprindo a falta de informações e garantindo resultados para os estudos relativos ao assunto. Coelho e Correa (2013) destacam que:

> [...]"as pesquisas que fazem o uso da imagem termal são diversas merecendo destaque para Rao (1972), que foi o primeiro a demonstrar que as áreas urbanas poderiam ser identificadas por meio de análises de dados na faixa do infravermelho termal adquiridos por um satélite (Coelho e Correa, 2013, p 32).

Ao se pensar as questões climáticas entende-se que, o fenômeno do aquecimento global é algo que se torna cada vez mais perceptível e que vem se acelerando ano após ano, sendo este, resultado de uma série de ações antrópicas que agravam a situação do clima em diferentes escalas. Entende-se, como expõe Bueno (2013) que em se tratando de fatores climáticos, "A escala da problemática é global, já que os efeitos são sentidos em todo o planeta. Mas há enormes diferenças nas

intensidades...", e dessem modo, é de fundamental importância se discutir o microclima urbano, o que justifica a necessidade de se trazer a discussão para a realidade da cidade de Quirinópolis.

Dentre estas ações, o desmatamento, principalmente em decorrência do processo de urbanização acelerada e a expansão agrícola e agroindustrial das últimas décadas, e por este motivo, se faz necessário um olhar mais técnico em se tratando a presença de espécies arbóreas, principalmente em meio a cidades.

Dessa forma, este artigo buscou, por meio de ferramentas de geoprocessamento, estabelecer uma correlação entre a cobertura vegetal ou arbórea em áreas urbanas, utilizando dados espaciais que possibilitam o levantamento do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*), e as diferentes temperaturas mensuradas em uma mesma localidade, especificamente na área urbana do município de Quirinópolis.

Este estudo, implica em evidenciar a necessidade de se pensar a cobertura vegetal em áreas da cidade em detrimento de possíveis mudanças no microclima local, de maneira a contribuir para a percepção da sociedade de que é essencial a manutenção de áreas verdes em meio ao ambiente urbano, e o estimulo a preservação e aumento do quantitativo arbóreo em vias públicas e propriedades privadas como mecanismo de melhoria na qualidade de vida da população.

Assim, as ferramentas de geoprocessamento, em especial por meio de sensoriamento remoto, implicam em importantes mecanismos para se trabalhar com o assunto, devido a praticidade em se tratando de coleta de dados (Liu, 2015) e sendo de fácil acesso ,tanto em relação ao uso quanto a riqueza de informações que possam ser aplicadas nas investigações de acordo com as necessidades que venham a surgir durantes estas.

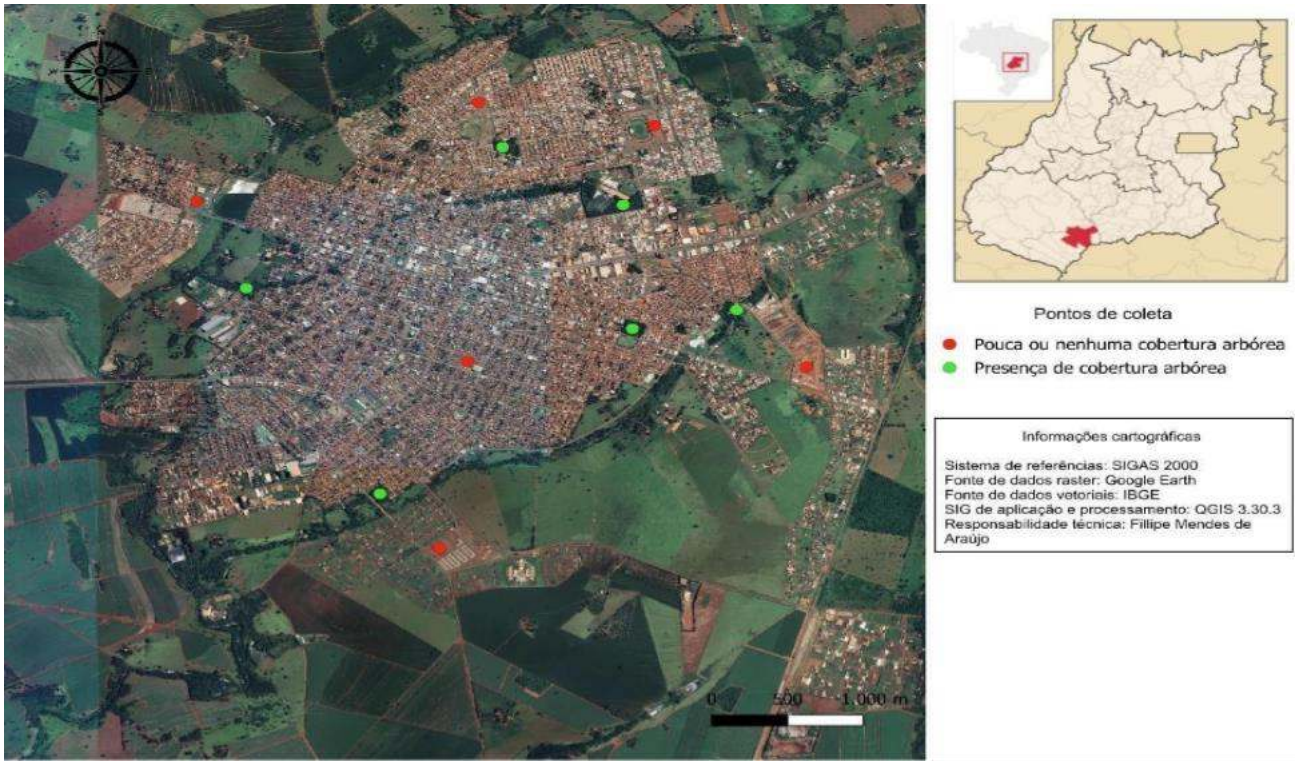
Esta afirmação fica evidente quando analisamos o que autores como Padilha e Kurkdjian (1996) relatam ao afirmarem que "Os produtos de sensoriamento remoto, tanto imagens orbitais como fotografias aéreas, podem desempenhar importante papel no processo de planejamento e reestruturação do ambiente urbano". Assim

sendo, o uso de geotecnologias, trazem grandes possibilidades para se analisar diferentes usos do espaço geográfico, incluindo o uso do solo, como considera Liu (2015) confirmando que "Com o recente avanço da tecnologia espacial, os satélites de alta resolução temporal e espacial oferecem possibilidades ilimitadas para desenvolver técnicas viáveis para monitorar as condições de usos do solo em tempo real".

Materiais e Métodos

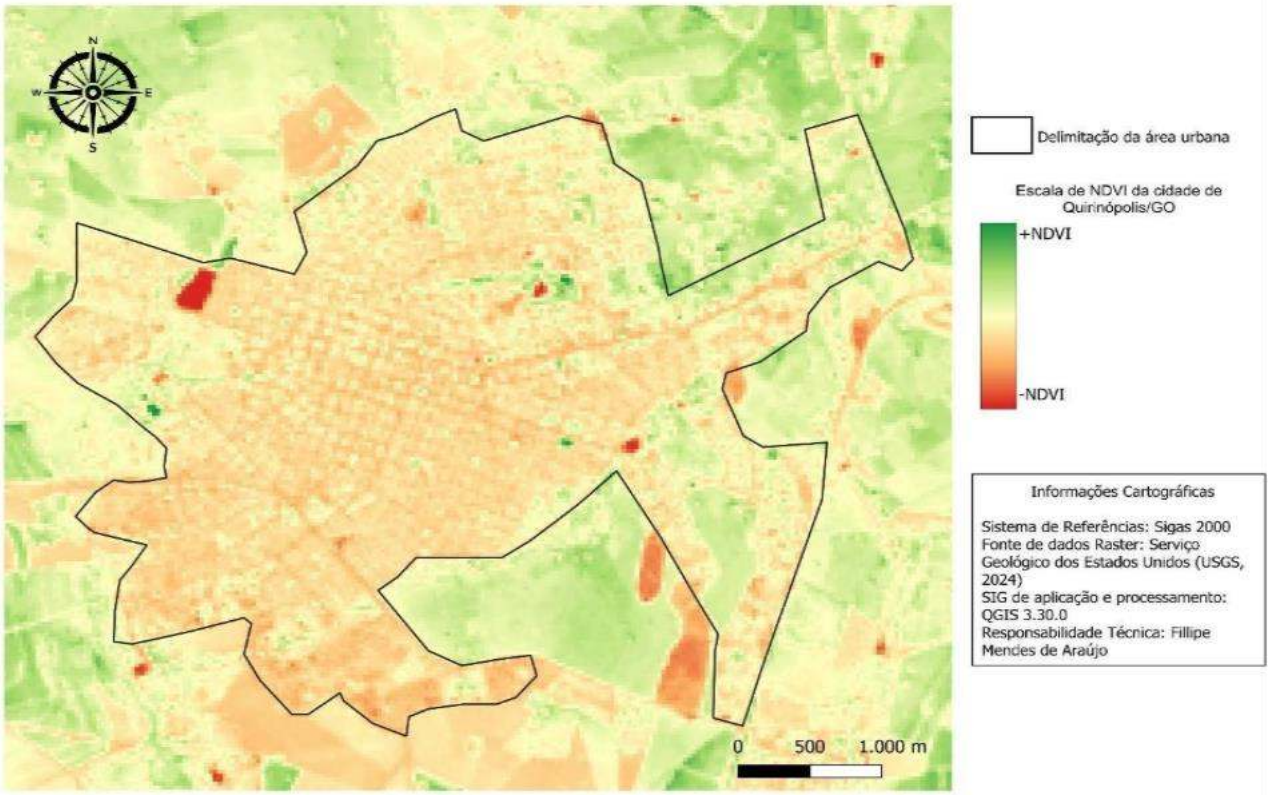
Para a realização do presente estudo, foram delimitados 12 pontos de coleta na cidade de Quirinópolis/GO, sendo divididas em duas categorias: Áreas com pouca ou nenhuma cobertura arbórea e Áreas com cobertura arbórea. Desta forma, buscou- se fazer a diversificação de áreas para a análise, para que fosse possível comparar ambas as realidades de cobertura do solo, levando em consideração locais que possuem um significativo NDVI, ou seja, áreas em que é possível identificar mais vegetação, principalmente formada por arvores, em contrapartida a áreas mais antropofisadas em se tratando da escassez de presença vegetativa (figura 01).

Figura 01: Delimitação de pontos de coleta em Quirinópolis/GO.



Os pontos foram escolhidos de acordo com as informações coletadas pelo banco de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2024), de livre acesso, utilizando imagens do satélite Landsat 8, banda 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) do dia 18 de julho do ano de 2024. Estas bandas são responsáveis por fornecer dados a respeito do NDVI, possibilitando a obtenção do índice de vegetação de forma visível, fornecido de maneira automatizada e periodicamente (figura 02).

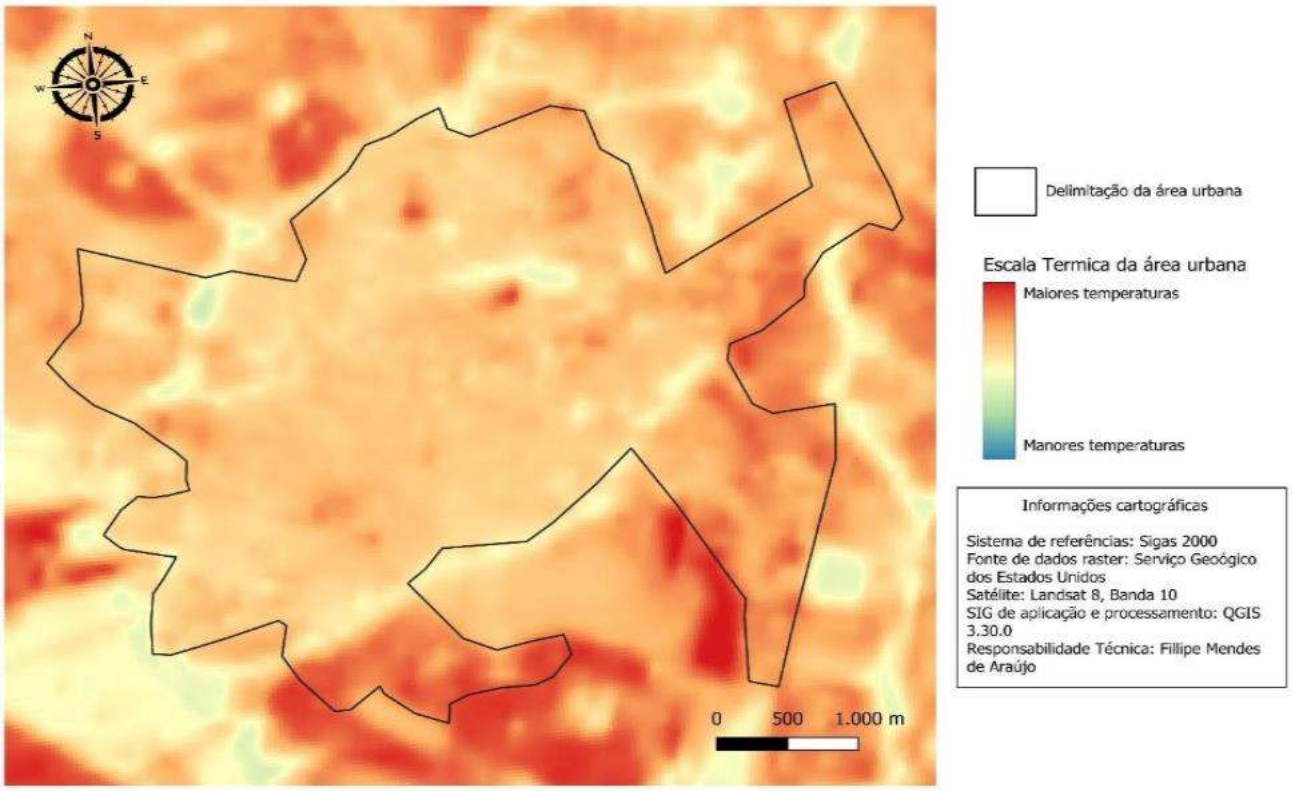
Figura 02: Mapa do NDVI da área urbana de Quirinópolis/GO em julho de 2024.



A observação do NDVI da área urbana foi ponto chave para a delimitação dos pontos de coleta a serem analisados, pois, como citado anteriormente, a partir destes pontos é que se iniciaram os estudos de correlação entre a presença ou ausência de espécies arbóreas e a temperatura. Desta forma se torna perceptível, através das imagens, que existe uma correlação entre as áreas escolhidas para coleta, e a presença ou ausência de cobertura vegetal, considerando que quanto maior a presença de arvores, mais baixas são as temperaturas, e quanto menor a presença destes, mais alta serão.

Este fato ocorre devido a capacidade que as plantas possuem de absorver a radiação solar através das suas folhas, o que colabora para o processo natural de crescimento das mesmas através da fotossíntese, transformando a luz em energia. Além disso, as arvores proporcionam sombreamento, protegendo o solo da exposição direta os raios solares, o que diminui a temperatura no local onde se encontram inseridas. Tal evento se torna recomente a medida que á área com cobertura arbórea se estende, como pode ser observado na figura 03.

Figura 03: Mapa termal da área urbana de Quirinópolis-GO



Ao observarmos a imagem da banda 10 (termal) do satélite Landsat 8, as áreas que possuem um NDVI mais elevado são as áreas com as menores escalas térmicas capitadas pelo sensor termal via sensoriamento remoto. Servindo de parâmetro para a analise do estudo em questão, e justificando também a relação inversamente proporcional entre NDVI e temperatura.

Para se chegar as temperaturas dos pontos de amostra delimitados neste estudo, primeiramente se faz necessário a aplicação de formulas que possibilitam a mensuração da mesma, sendo necessário para tal a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS (QGIS), software gratuito, que viabiliza a manipulação e processamento dos dados coletados.

Inicialmente, para a obtenção da temperatura das áreas de coleta delimitadas, se faz necessária a conversão dos dados da banda 10 em radiância espectral través da equação:

$$L\lambda = M_L\, Q_{cal} + A_L$$

onde: $L\lambda$ corresponde a radiância espectral (quantidade de radiação emitida em uma área em particular). M_L sendo o fator multiplicativo de redimensionamento da banda (3.3420E-04). Q_{cal} o valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN). A_L compreendido como o fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000).

Em seguida, a radiância espectral é transformada em temperatura superficial, para que desta forma, os valores coletados pela banda termal (B10) do Landsat 8 sejam estimadas, conforme o pretendido através do proposto por este estudo. Neste momento, é aplicada a formula:

$$Tsc = \frac{K2}{\ln((K1/L\lambda) + 1)} - 275{,}15$$

onde: *Tsc* equivale a temperatura superficial (Cº). K1 (774.89 W/m² sr μm) e K2 (1321.8K) sendo as constantes de calibração do Landsat.

Desta maneira, se tornou possível avaliar de maneira quantitativa a correlação entre o NDVI e a temperatura das áreas estudadas (pontos de coleta), servindo de modelo para a analise dos dados de maneira rêmora (por sensoriamento), aplicando técnicas de geoprocessamento.

Foi considerado o valor dos pixels presentes nas áreas de coleta, entendendo que, por se tratar de imagens de satélite que se utilizam de dados raster com projeção de 30m²

por pixel, buscou-se evidenciar o valor da temperatura dos pixels selecionados dos pontos em questão onde, de acordo com Weng e Lu (2008) “Os valores de pixel de uma imagem fracionária representam as proporções de área de cada membro final dentro de um pixel”.

Resultados e discussão

Ao ser aplicadas as técnicas para obtenção de dados de NDVI pelo sensor infravermelho próximo (banda 5) do Landsat 8, fica perceptível que há uma grande variação em se tratando de presença arbórea em meio a área urbana do município de estudo. Este fato possibilitou uma melhor seleção dos pontos para a coleta e análise de temperatura em relação ao índice vegetativo.

Quando aplicada a formula de equivalência de temperatura em graus celsius, pode ser obtido a temperatura estimada nos pixels das áreas selecionadas, e assim, ter uma percepção mais condizente da correlação entre cobertura vegetal (arbórea) e microclima (temperatura superficial). Os dados coletados para as áreas com cobertura arbórea (Tabela 01), demonstram uma significativa correlação entre a cobertura das áreas por arvores em contrapartida às áreas em que há pouca ou nenhuma presença arbórea (Tabela 2).

Tabela 01: Dados dos pontos de coleta com presença de cobertura arbórea

Presença de cobertura arbórea	Coordenada Geográfica (GMS)	Temperatura (°C)
Ponto 1	18°26′38″ S, 50°26′20″ W	24,98
Ponto 2	18°27′10″ S, 50°26′20″ W	26,24
Ponto 3	18°26′24″ S, 50°26′49″ W	26,23
Ponto 4	18°27′00″ S, 50°27′46″ W	26,50
Ponto 5	18°27′07″ S, 50°25′55″ W	25,43
Ponto 6	18°27′57″ S, 50°27′14″ W	25,84

Nas coletas realizadas em áreas com presença arbórea (maior NDVI) percebe- se que a variação de temperatura fica entre <24 cº e >27º, fenômeno que ocorre possivelmente pela evapotranspiração das folhas das arvores e pelo sombreamento das copas das mesmas, amenizando o calor e tornando a superfície mais aprazível em relação a demais áreas, como pode ser observado na tabela 01.

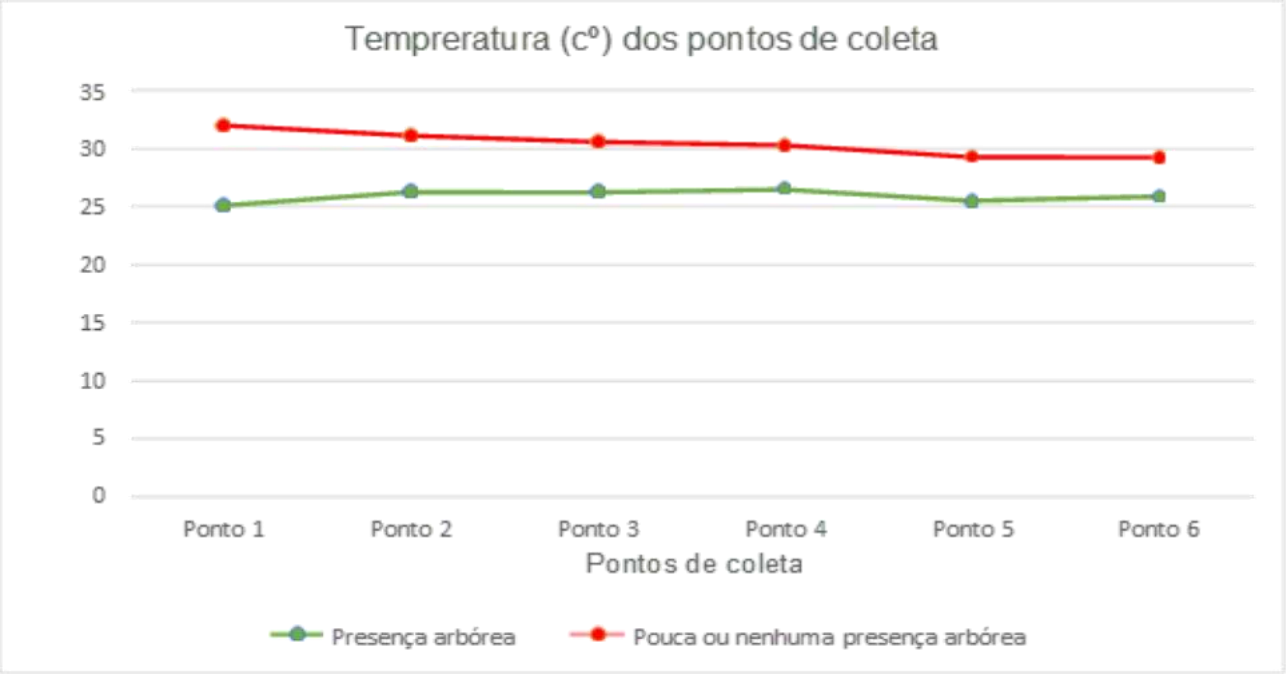
Tabela 02: Dados dos pontos de coleta com pouca ou nenhuma cobertura arbórea

Pouca ou nenhuma cobertura arbórea	Coordenada Geográfica (GMS)	Temperatura (°C)
Ponto 1	18°27′21″ S, 50°25′40″ W	31,93
Ponto 2	18°28′12″ S, 50°27′03″ W	31,06
Ponto 3	18°26′38″ S, 50°27′57″ W	30,56
Ponto 4	18°26′16″ S, 50°26′13″ W	30,27
Ponto 5	18°26′09″ S, 50°26′52″ W	29,56
Ponto 6	18°27′21″ S, 50°26′56″ W	29,25

Ao compararmos as temperaturas dos pontos de coleta em áreas com pouca ou nenhuma cobertura arbórea (tabela 02), fica mais claro a relação entre a intensa presença de NDVI com a temperatura superficial, onde foi possível quantificar temperaturas variando de <29 cº a >32cº. Este fato decorre pela falta de proteção do solo, que fica exposto a intensa radiação solar e aos intemperes, consequentemente ocasionando no aquecimento da área capitada pelo sensor térmico do satélite ao registrar.

Através do gráfico 01, temos uma projeção da diferença de temperatura nas duas realidades dos pontos de coletas de dados, havendo uma variação de temperatura entre estes que pode chegar a ≥7cº, uma diferença muito grande, se levada em consideração a associação entre a temperatura (ou o clima de determinados espaços), com as condições e a qualidade de vida da população que habitam estes ambientes.

Gráfico 01: Variação de temperatura coletadas nos 12 pontos selecionados para o estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor segundo dados coletados pelas imagens de satélite do Landsat 8 em julho de 2024.

Com isso, observa-se que a intensificação da urbanização no município de Quirinópolis está diretamente associada às variações de temperatura em uma mesma

área sob diferentes circunstâncias. Tal relação evidencia o potencial para a realização de estudos mais aprofundados, que possibilitem análises perceptíveis de forma remota, por meio de sensores e imagens orbitais, recursos amplamente acessíveis e que contribuem para a validação da hipótese proposta neste estudo.

Considerações Finais

Ao ser proposto, o estudo vislumbrava poder correlacionar a presença/ausência de árvores no ambiente urbano com o microclima nele manifestado, algo que só pode ser comprovado após a obtenção de informações concedidas pela aplicação de analises geoespaciais da área em questão. O estudo realizado considerou as imagens de satélite obtidas no dia 18 de julho de 2024, pela banda 5 (infravermelho próximo) e 10 (termal) do Landsat 8 uma ferramenta de grande valia para se analisar a ligação entre a cobertura vegetal ou arbórea (NDVI) da área urbana de Quirinópolis/GO pois, possibilitou a utilização de dados e sua manipulação por meio do software QGIS.

Por fim, se demonstra que o sensoriamento remoto é eficiente para que se pudesse estabelecer esta conexão onde, sem precisar ir *in loco* pode ser reunidos dados suficientes que comprovassem a eficiência da cobertura vegetal no conforto climático. Isso torna plausível ensaios que venham a agregar maior conhecimento com temáticas análogas a esta, sem prejuízo de incoerência e compondo uma gama de instrumentos que contribuam com a produção cientifica e sua validação.

Referências

BUENO, L. M. M. A adaptação da cidade às mudanças climáticas: Uma agenda de pesquisa e uma agenda de política**.** In: OJIMA, R.; JUNIOR, E. M.(org). **Mudanças climáticas e as cidades: Novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. São Paulo: Blucher, 2013

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. **Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PADILHA, R. C. B. L. A.; KURDJIAN, M. L. N**. O. Aplicação da técnica de segmentação em imagens HRV/SPOT para discriminação dos vazios urbanos**. Investigaciones Geográficas Boletín, n. 5, p. 93-103, 1996.

RAMPAZO, N. A. M., PICOLI, M. C. A., CAVALIERO, C. K. N**. Comparação entre**

dados meteorológicos provenientes de sensoriamento remoto (modelados e de satélites) e de estações de superfície. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 02, p. 412-426, 2019.

REZENDE, N. A. P. Variações pluviométricas e efeitos de veranicos na agricultura do município de Quirinópolis-GO/ 2000 a 2014. In: JESUS, José Novais de;

SANTOS, Gilberto Celestino (Org.). **Geografia e sujeitos do cerrado: Análises e reflexões.** Goiânia: Kelps, 2015

WENG, Q.; LU, D. A sub-pixel analysis of urbanization effect on land surface temperature and its interplay with impervious surface and vegetation coverage in Indianapolis, United States. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 10, p. 68-83. 2008.