INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO DESEMPENHO AMBIENTAL DA QUADRA 207 SUL – ARSO 23 - EM PALMAS - TO

Mariela Cristina Ayres de Oliveira[1]; Leticia Leda da Silva[2]; Isadora Noleto de Castro[3]
(1) Doutor, Professor Associado II, e-mail: mariela@uft.edu.br; UFT, Avenida NS 15, Norte, 109 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090, Telefone: (63) 3232-8020
(2) Aluno PIVIC, e-mail: leticialeda@uft.edu.br; UFT, Avenida NS 15, Norte, 109 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090, Telefone: Telefone: (63) 3232-8020
(3) Aluno PIBIC, e-mail: isadoranoleto@uft.edu.br; UFT, Avenida NS 15, Norte, 109 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090, Telefone: Telefone: (63) 3232-8020

RESUMO
A arborização impacta direta e positivamente na ambiência urbana, tal influência vem sendo amplamente abordada em estudos e projetos ao redor do mundo. Ao mesmo tempo tem-se o impasse de lidar com a crescente e intensa urbanização das cidades e os diversos conflitos gerados com um planejamento urbano inadequado. Este trabalho visa destacar a importância e o impacto das áreas verdes em um ambiente urbano de Palmas – TO, a praça da quadra 207 Sul ou ARSO 23, através da plataforma de análise e mapeamento, conhecida como SIG (Sistema de Informação Geográfica). Foi realizado um estudo dos satélites disponíveis para o desenvolvimento do trabalho, dentre eles encontram-se o CBERS-4, SENTINEL-3 e LANDSAT 8, sendo este último considerado o mais adequado. A metodologia do estudo concentrou-se na análise das imagens das bandas 4, 5 e 10 do LANDSAT 8, através da sua aplicação no software ArcMap. Os mapas gerados permitiram a comparação e estudo dos valores obtidos da temperatura e índice NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) da praça com outras áreas edificadas e pavimentadas na cidade. O resultado é a contribuição, com estudos e diretrizes através do software SIG, para o incentivo a realização de planejamentos mais eficientes e cidades com melhor ordenamento do solo.

Palavras-chave: Arborização urbana, Microclima, Sensoriamento remoto.

ABSTRACT
Afforestation affects positive and directly urban environments; such influence has been widely addressed in studies and projects around the world. Simultaneously, constant and intense increase in urbanization has brought up all sorts of conflicts due to inadequate urban planning. This study aims to highlight the importance and impact of green areas, at 207 Sul (ARSO 23) square, an urban environment in Palmas, using a GIS - Geographic Information System software to analyze and map the area. The Available satellites were evaluated, among them CBERS-4, SENTINEL-3 and LANDSAT 8, to choose a suitable one according to the research preset needs. LANDSAT-8 was considered most fit to proceed with, focusing on analyzing Bands 4, 5 and 10 images and inserting them in the ArcMap software. Generated maps allowed a comparative analysis and study of values obtained from the temperature and NDVI (normalized difference vegetation index) at the square with other built-up and paved areas in the city. The result is a contribution with studies and guidelines of GIS software, in order to encourage more efficient urban planning and better land use by cities.

Keywords: Urban afforestation, Microclimate, Remote sensing.

1. INTRODUÇÃO

A importância da arborização para o conforto ambiental já foi discutida por diversos autores, como Romero (2001), Abreu (2008), Lima Neto (2011), entre outros. Tanta discussão levou o assunto a tornar-se quase senso comum e ser abundantemente repassado no meio acadêmico. Aqui a intenção é tentar diferenciar e quantificar o impacto real que a vegetação tem no desempenho ambiental.

Segundo Lima (2009), o equilíbrio entre as trocas de calor do corpo humano com o ambiente que define a sensação de conforto térmico. Para Lamberts, Dutra e Pereira (2014) as variáveis que influenciam neste processo podem ser de natureza ambiental ou pessoal, tais quais a temperatura do ar, a temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar ou o próprio metabolismo e vestimenta do usuário. Das variáveis de natureza ambiental, o melhor instrumento regulador que possuímos é a vegetação. Árvores, arbustos e grama têm, nesta ordem de suficiência, grande influência na criação de um microclima diferenciado.

De acordo com Mascaró (1996, apud CATTONY, 2016) a temperatura pode cair de 3ºC a 4 ºC nos lugares agraciados de vegetação e a umidade do ar pode aumentar de 3% a 10% em relação a um ambiente exposto a radiação. Esse efeito atenuante concebido por um microclima com áreas verdes, como a praça da 207 Sul, pode ser sentido em um raio de distância de até 100m, de acordo com Hoffman e Shashua-Bar (2000, apud PINHEIRO E SOUZA, 2017).

Para o desenvolvimento deste material é essencial o uso de Sistemas de Informação Geográfica – SIG, pois permite o georreferenciamento de imagens, para a sobreposição precisa de informações, e através dele serão gerados mapas relacionando a vegetação com o desempenho térmico local.

A região a ser estudada é a praça central da quadra 207 Sul (ARSO 23), do Plano Diretor da cidade de Palmas- TO, onde predomina a zona bioclimática 7, com temperatura média mínima anual de 26°C e a média das temperaturas máximas de 36°C. A praça possui cerca de 7.000 m² e é circundada em sua maioria por construções térreas.

Segundo levantamento para o Plano de Arborização Urbana de Palmas, a área trabalhada nesse estudo, praça das 207 Sul, conta com 117 unidades arbóreas, sendo as mais comuns o Pequizeiro (Caryocar Brasiliensis – 21 exemplares), Ingá Bravo (Tachigali Rubiginosa – 14 exemplares), Pau-Terra (Qualea Parviflora – 14 exemplares) e Angelim do Cerrado (Vatirea Macrocarpa – 14 exemplares). Das 117, apenas 4 unidades não puderam ser identificadas. (PINHEIRO et.al, 2015; PINHEIRO et. Al. 2016)

2. OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é avaliar a influência e o impacto que a cobertura arbórea representa positivamente no ganho do aumento do conforto térmico e ambiência urbana local da praça da 207 Sul em Palmas - TO, por meio da elaboração de mapas gerados através do sistema de georreferenciamento conhecido como SIG (Sistemas de Informação Geográfica) embasando os seus resultados com a literatura para futuramente tal estudo servir de norteador a novos projetos urbanos com um planejamento arbóreo adequado ao clima e as especificidades locais, uma vez que o sistema SIG possibilita a estes estudos e projetos, a otimização da obtenção dos dados termais da região, para assim, uma análise mais precisa e especifica dos nossos ambientes urbanos.

3. MÉTODO

Para o desenvolvimento do projeto foram realizadas buscas, na forma de revisão bibliográfica e testes no software ArcMap v 10.6.1, de modo a selecionar o satélite que viesse a oferecer as melhores resoluções em suas bandas termais, gerando assim uma análise espacial mais precisa da quadra 207 Sul. Foi analisado o possível uso de três satélites, que atendiam previamente aos pré-requisitos almejados pela pesquisa, sendo eles: CBERS-4, Landsat-8 e Sentinel-3. Para a escolha mais adequada entre os mesmos, analisou-se a resolução espacial de suas bandas, referente ao nível de detalhe das imagens fornecidas.

Conforme apontado pelo próprio INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), instituição ativa na iniciativa sino-brasileira de pesquisa espacial, o CBERS-4 (China-Brazil Earth Resources Satellite) possui resolução espacial de 80m, através do seu instrumento IRS (Imageador Multiespectral e Termal), já o sensor térmico TIRS 1 (Thermal Infrared Sensor), a banda 10 do Landsat-8, fornece imagens dcom 100m de resolução (Tabela 1) reamostradas para 30m de resolução (Tabela 2), o Sentinel-3 apresenta-se com a resolução mais baixa compreendendo as faixas espectrais de 500 a 1000m.

Vale pontuar que a reamostragem realizada pelo Landsat não altera a quantidade de informação na imagem ou sua precisão, apenas aumenta o número de pixels, de forma a permitir análises comparativas de dados com imagens mais recentes de maior resolução.

Analisando os dados, as imagens capturadas pela banda 10 do Landsat 8 com imagem final de 30m de resolução espacial mostraram-se as mais habilitadas para o estudo.

Tabela 1 - Características dos sensores OLI e TIRS do LANDSAT 8 (USGS)

	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Band 1 – Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 – 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 – 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 – 0.67	30
	Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
	Band 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
	Band 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 – 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
	Band 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

Tabela 2 - Correção dos Pixels de resolução das bandas do sensor TIRS – LANDSAT 8 (USGS)

Processing:	**Level 1T – Terrain Corrected**
Pixel Size:	• OLI Multispectral bands: 30 meters • OLI Panchromatic band: 15 meters • TIRS Thermal bands: 100 meters (resampled to 30 meters to match multispectral bands)
Data Characteristics:	• GeoTIFF data format • Cubic Convolution (CC) resampling • North Up (MAP) orientation • Universal Transverse Mercator (UTM) map projection (Polar Stereographic for Antarctica) • World Geodetic System (WGS) 84 datum • 12 meter circular error, 90% confidence global accuracy for OLI • 41 meter circular error, 90% confidence global accuracy for TIRS • 16-bit pixel values
Data Delivery:	HTTPS Download within 24 hours of acquisition

O Landsat-8 possui duas bandas para estudo dos fluxos térmicos, ambas do sensor TIRS, as bandas 10 e 11, tendo esta última já sofrido erros relativos à dispersão de luz difusa.

Apesar de o erro já ter sido resolvido há alguns anos, informação obtida após contato direto com a própria USGS (United States Geological Survev), responsável pelo tratamento e disponibilização das imagens dos satélites do Landsat, a mesma ainda não recomenda o uso das duas bandas juntas. Logo o estudo, seguiu-se exclusivamente através do uso apenas da banda 10 do Landsat 8.

Uma interface para o download das imagens da banda 10, norteadas pela metodologia acima apresentada para a área em estudo foi selecionada. As imagens foram obtidas gratuitamente através do site Remote Pixel, desenvolvido pelo geólogo Vicent Sarago, que visa facilitar a obtenção de imagens de

sensoriamento remoto para pesquisadores e profissionais. O site fornece imagens dos satélites: Landsat-8, Sentinel-2 e CBERS-4.

Os dados obtidos com as bandas termais foram associados através da plataforma de geoprocessamento, ArcGis, versão 10.6, pelo módulo ArcMap. As imagens utilizadas da banda 10 (infravermelho termal) com intervalo espectral (10,6 – 11,19 μm) do Landsat 8, localizam-se na órbita/ponto 222/067, com datas de passagem de 15/07/2017, 05/07/2019 e 21/06/2020. Os dados usados no ArcMap foram projetados em SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul) em projeção UTM (Universal Tranversa de Mercator) fuso 22S. Para exemplificar e analisar a influência da vegetação da praça 207 Sul analisou-se a temperatura aparente da superfície terrestre (LST), desenvolvendo um mapa através das imagens termais do satélite mencionado para propiciar tais reflexões.

Para um detalhamento eficaz dos dados das imagens utilizadas, fez-se necessário brevemente uma correção radiométrica para reparar as anomalias devido aos desajustes na calibração dos sensores (SOUZA et al, 2016).

Para calcular o LST foram utilizadas as fórmulas disponibilizadas no endereço eletrônico do USGS (20--B). Como primeiro passo realizou-se a obtenção da radiância espectral do topo da atmosfera (Lλ), através da equação 1 (USGS) abaixo:

$$L\lambda = ML^{*} Qcal + AL \qquad \text{Equação 1}$$

Onde:
Lλ = Radiância espectral no topo da atmosfera (TOA) em [Watts/ (m2*srad * μm)];
ML = Fator de redimensionamento multiplicativo específico da banda, disponível no arquivo de metadados MTL, disponibilizado junto com as imagens das bandas no site Remote Pixel, na linha (RADIANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda);
Qcal = valor padrão quantificado e calibrado por valores de pixel. Referente a banda 10;
AL = Fator aditivo escalonado específico da banda, disponível no arquivo de metadados MTL, (RADIANCE_ADD_BAND_ x, em que x é o número da banda).

Para a resolução do cálculo acima utilizou-se a ferramenta, *Raster Calculator*, no ArcMap. Logo em seguida, foi feito outro cálculo através da mesma ferramenta para transformar o Lλ (Radiância espectral do TOA) em BT (Temperatura de brilho), pela equação 2 (USGS):

$$BT = (K\,2 / Ln((K\,1 / L\lambda) + 1)) - 273.15 \qquad \text{Equação 2}$$

Onde:
K 2 e K 1 = constantes de conversão térmica específicas da banda a partir dos dados de metadados;
Lλ = Radiância espectral no topo da atmosfera (TOA) em [Watts/ (m2 * srad * μm)].

Com o BT, em graus Kelvin (K), realiza-se a conversão na Equação 2 para graus Celsius (ºC) subtraindo um valor final de 273.15 na equação. Após a obtenção da temperatura de brilho calcula-se o NDVI, utilizando a equação 3.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \qquad \text{Equação 3}$$

Onde:
NIR = Faixa de infravermelho próximo, banda 5 do sensor OLI do Landsat 8;
RED = Faixa vermelha banda 4 presente no sensor OLI do Landsat 8.

O resultado do NDVI foi também obtido através da ferramenta *Raster Calculator*, dentro do módulo ArcMap. Com os valores do NDVI obteve-se o cálculo do Pv (Proporção de Vegetação), pela equação 4, demostrada abaixo.

$$P\,v = Square((NDVI - NDVI\,min) / (NDVI\,máx - NDVI\,min)) \qquad \text{Equação 4}$$

Onde:
NDVI min = Valor de NDVI mínimo registrado pelo sensor;
NDVI máx = Valor de NDVI máximo registrado pelo sensor.

Encontrado a proporção de vegetação, calculou-se a emissividade (ε), por meio da equação 5

$$\varepsilon = 0{,}004 * P\,v + 0{,}986 \qquad \text{Equação 5}$$

Onde:
0,986 = É um valor de correção da equação.

Agora, depois de todos os passos citados acima, obtidos com a ajuda da ferramenta *Raster Calculator* no ArcMap, é possível a obtenção do mapa de temperatura da superfície (LST) com a ajuda da mesma ferramenta, pela equação 6 abaixo:

$$LST = (BT / (1 + (0{,}00115 * BT / 1{,}4388) * Ln\,(\varepsilon))) \qquad \text{Equação 6}$$

4. RESULTADOS

As análises termais dos sensores térmicos foram fundamentais, mas cabe ressaltar previamente que os valores de temperatura obtidos nos mapas a seguir, provém da temperatura encontrada nas superfícies dos materiais e não de temperaturas obtidas pelos termômetros dispostos nas cidades. De acordo com Jensen 2009, apud PIRES et al., 2015, essa temperatura de superfície obtida pelas bandas espectrais dos satélites diz respeito ao fluxo de calor em função da energia que chega e sai do alvo.

As cidades vêm crescendo rapidamente e junto com esse intenso crescimento, vem muitas vezes diversos problemas de infraestrutura, poluição sonora, visual e acústica, além do aumento da sensação térmica e consequentemente o aparecimento do fenômeno de ilha calor devido ao alto nível de urbanização e poluição atmosférica nos centros urbanos. Palmas (Figura 1), cidade na qual localiza-se a praça da 207 Sul (Figura 2), objeto de estudo nessa pesquisa, não vem em contramão a esses pontos.

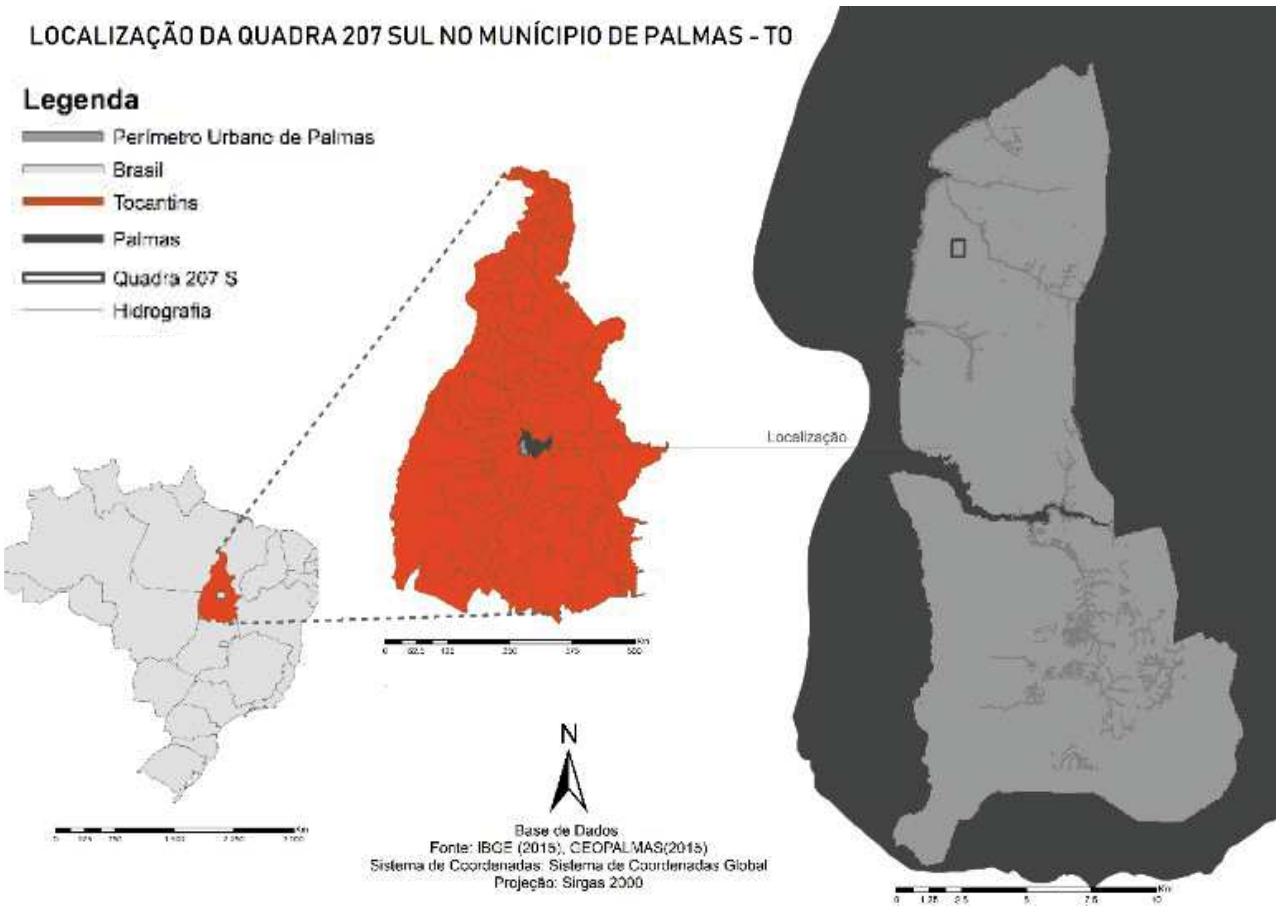

Figura 1 - Mapa locacional da Quadra 207 Sul (ARSO 23). Fonte: Leticia Leda, 2020



Figura 2 – Localização da praça 207 Sul (ARSO 23) em relação a praça dos girassóis. Fonte: Leticia Leda, 2020

A cidade cresceu bruscamente desde o ano de sua implantação. Ao remover-se uma enorme parte de sua cobertura arbórea natural, presente no perímetro do município, para o surgimento das áreas edificadas, acarretou-se junto um aumento da temperatura média e a diminuição do conforto térmico para os moradores locais. Através do uso da ferramenta SIG e imagens das bandas 4, 5 e 10 do landsat-8, foi possível observar em um primeiro momento a temperatura média em todo o município de Palmas, com a evolução dos anos dada a retirada da vegetação em muitos pontos para o surgimento de novas áreas construídas.

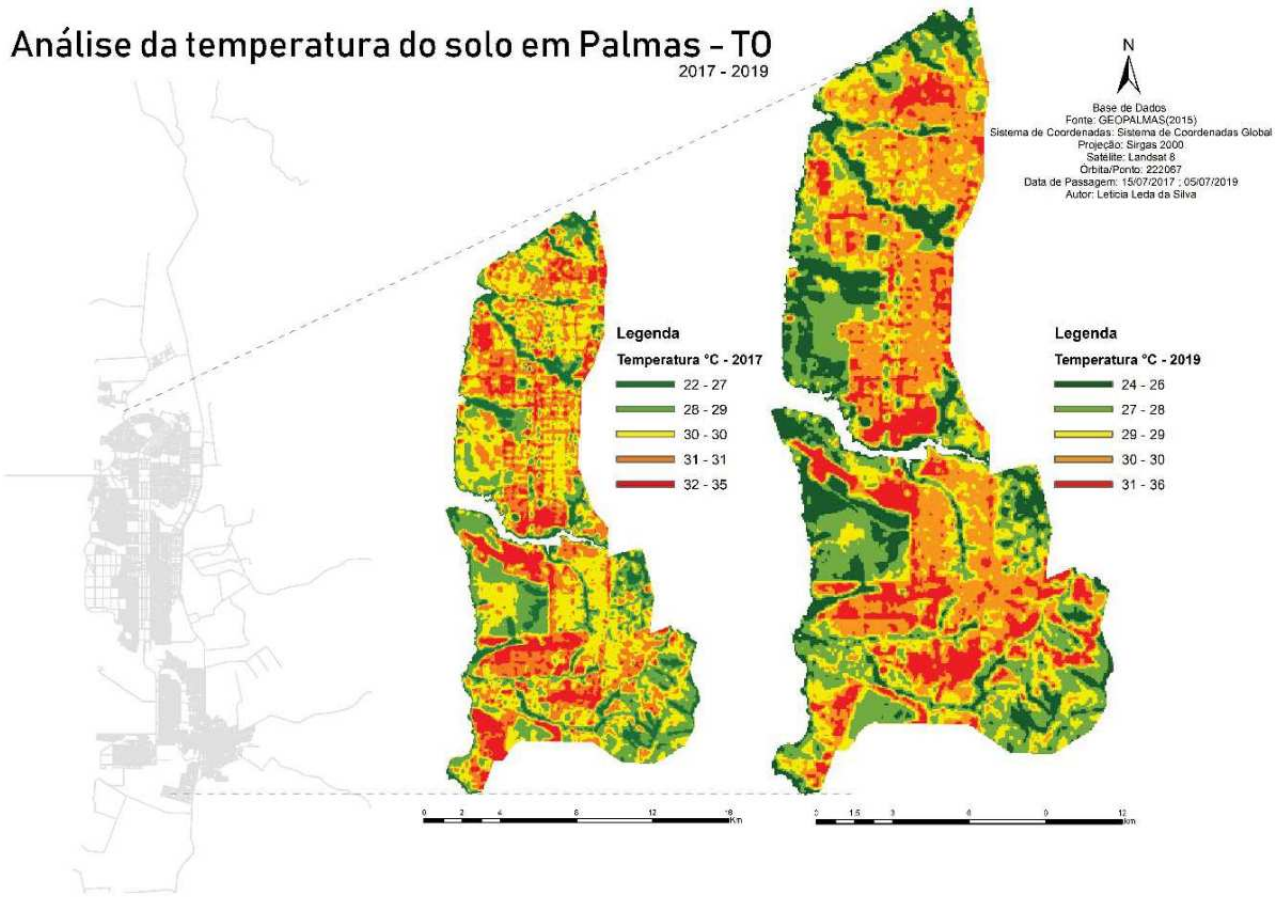

Figura 3 – Análise da temperatura de superfície em Palmas – TO. Fonte: Leticia Leda, 2020

Ao analisar a Figura 3, é perceptível um aumento da temperatura média da superfície no município, após dois anos, principalmente devido a retirada de mais massa arbórea e ao surgimento de novas áreas edificadas como edifícios, casas, pavimentação das ruas e avenidas, aumentando assim as superfícies de absorção térmica ao longo da cidade. As imagens adquiridas pelo sensor foram tiradas em anos diferentes, uma em 2017 e a outra em 2019, no mesmo mês, 15/07 e 05/07 respectivamente. Isso possibilita uma visualização da dispersão das altas temperaturas em mais partes da cidade, principalmente em áreas próximas aos setores de comércio e indústria ativos ou de maior densidade populacional. Em Palmas essa maior densidade é vista principalmente na região sul e norte da cidade. A amplitude térmica observada no mapa foi cerca de 2 ºC. Os valores mais baixos de temperatura foram observados nas unidades de conservação e áreas adjacentes.

O aumento da proporção de área construída em oposto ao grande decréscimo de áreas verdes sem um planejamento que beneficie o conforto da população, como a inclusão de áreas de lazeres com cobertura arbórea, não apenas nas praças, como ao longo das áreas das circulações de pedestres, afeta não só um notório aumento na temperatura, desconforto térmico, poluição atmosférica, sonora e visual, como em um maior gasto energético e surgimento das ilhas de calor.

A imagem abaixo, mostra o local de estudo, praça da 207 Sul, em um mapa termal, de modo que venha a ser possível a partir de então uma análise da temperatura aparente da praça em relação a sua área circundante. É possível observar (Figura 4), que a temperatura superficial na área da praça 2017 S (27°C) possui um valor inferior, cerca de 1°C a 2°C a menos, em relação as suas áreas adjacentes (28 - 33°C), onde predomina-se áreas construídas, sem proteção arbórea. Assim como as temperaturas mais baixas, encontradas próximas as unidades de conservação, é possível verificar esse microclima mais amenos que as áreas com vegetação densa ou outra cobertura arbórea vem a propiciar. Os dados termais utilizados neste mapa foram adquiridos pelo satélite do Landsat 8 em 21/06/2020.

A quadra da 207 Sul encontra-se em um local próximo a unidade de conservação Brejo Comprido, possui cerca de 117 arvores catalogadas em sua praça, o que ao todo beneficia grandemente a área em estudo. As praças sempre foram um local de encontro e convivência para a população. Proporcionando a todos os moradores circundantes, um local para práticas de entretenimento e socialização, áreas de descanso e práticas de lazer.

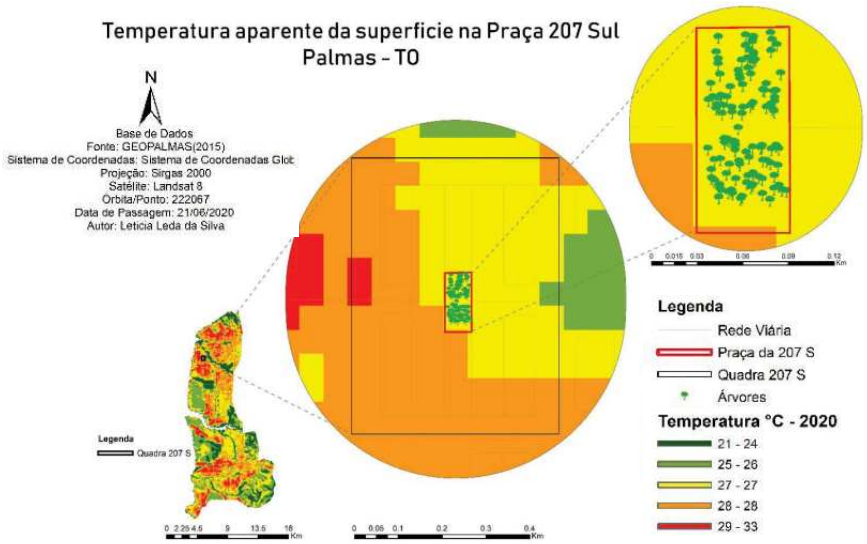

Figura 4 - Temperatura de superfície na Praça da 207 Sul. Fonte: Leticia Leda, 2020

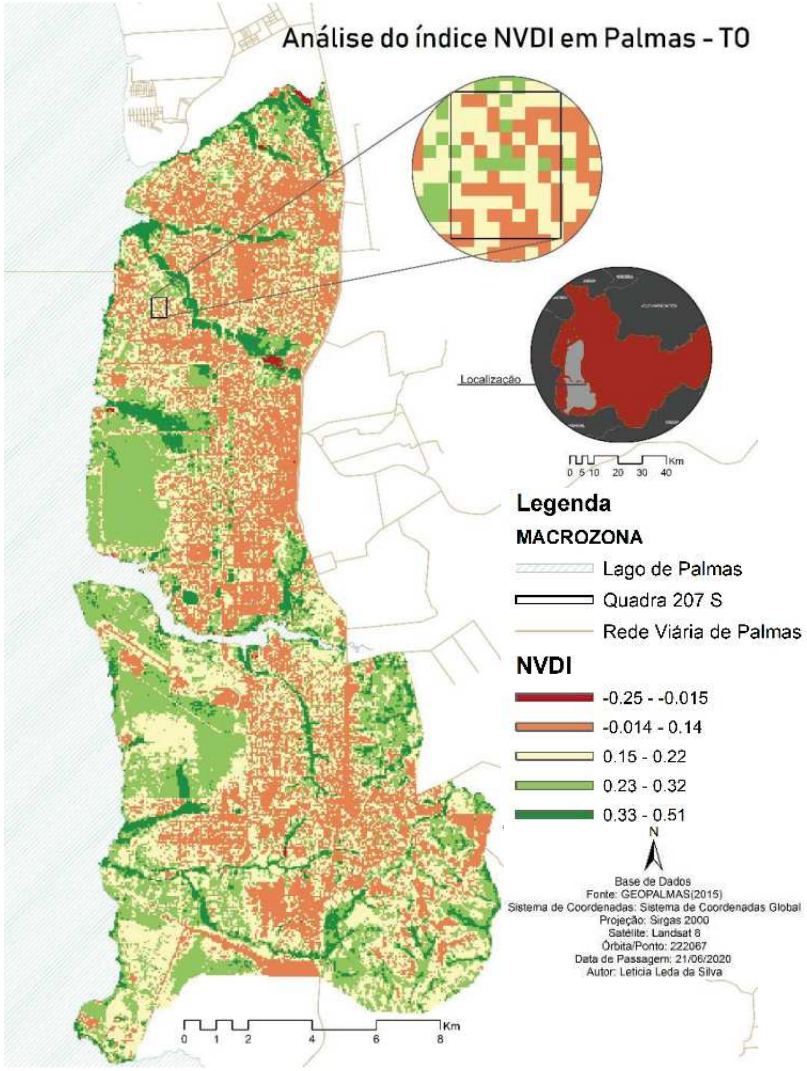

Figura 5 - Análise do índice de NDVI em Palmas – TO. Fonte: Leticia Leda, 2020

Como foi utilizado neste trabalho os valores de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para a obtenção do mapa de LST, fez-se então uma análise dos valores de NDVI e os valores da temperatura aparente da superfície terrestre, já que os valores de NDVI estuda e referência as áreas com presença arbórea, que varia entre -1 e 1. Os maiores valores representam as áreas com maiores índices de vegetação e atividades fotossintetizantes, e os valores negativos mais próximos a -1 correlacionam os corpos

hídricos e nuvens, vistos que estes não realizam atividades clorofilianas. Os valores negativos próximos a zero representam as áreas rochosas e solos expostos, e à medida que vão adquirindo alguma atividade de vegetação se aproximam de valores como 0.3. Os valores mais próximos a 1 representam as áreas com vegetação mais densa.

O lago de Palmas e outros corpos hídricos foram retirados dos cálculos de LST e NDVI. Os valores negativos obtidos no mapa (Figura 5), variam entre -0.25 a -0.015, e podem representar a presença de água ou alguma nuvem captada pelo sensor do satélite. As regiões que compreendem a faixa -0.014 a 0.14 representam as áreas construídas, as vias asfaltadas ou solos expostos. Os valores de 0.15 a 0.22 representam as áreas com alguma presença de vegetação e os valores de 0.23 a 0.51 representam as áreas com uma cobertura arbórea mais densa.

É notório a relação inversa, observada ao analisar os dois mapas a cima, quanto mais cobertura arbórea existir em uma determinada zona menor será a temperatura no local, já em áreas mais urbanizadas e com solos nus, a temperatura será mais elevada devido ao fato de a vegetação influi diretamente na temperatura de um ambiente ao absorver a radiação direta, ao mesmo tempo em que, através do seu processo de evapotranspiração, vem a umidificar o ar melhorando o conforto térmico no microclima inserido. A praça da 207 Sul possui atividade clorofiliana, devido a presença de uma quantidade arbórea significativa, o que beneficia grandemente os moradores locais.

Cidades urbanizadas, erguidas sem um bom planejamento arbóreo, que inclua generosos espaços verdes ao longo de suas vias, avenidas e praças, potencializam-se cada vez mais como espaços desconfortáveis para o bem-estar e vivencia dos moradores, devido à falta de mecanismos naturais que venham a mitigar os efeitos negativos que os grandes centros urbanos instauram em virtude da grande taxa de poluição, aumento das áreas construídas e diminuição dos espaços arborizados, resultando em um aumento da temperatura térmica e formação de ilhas de calor na cidade.

5. CONCLUSÕES

Através do uso software ArcGis foi possível analisar a temperatura aparente da superfície da praça da 207 Sul, localizada em Palmas - TO, possibilitando uma discussão dos mapas decorrentes com a literatura existente. O estudo evidenciou os benefícios e a importância da arborização ao longo de uma cidade, de uma área urbanizada, devido a todas os pontos positivos propiciados a população e a melhoria da ambiência urbana, como: diminuição da temperatura térmica, reduções de gastos com condicionamento térmico, aumento da umidade relativa, prevenção de erosão e todos os outros ganhos seja no âmbito social, ambiental, econômico e estético provindos da sua existência.

Foi realizada uma análise da área a qual a praça da 207 Sul pertence e verificado os valores de temperatura térmica mais amenos, observados nas superfícies do local e na sua área adjacente, principalmente pela disposição das 117 unidades arbóreas localizadas na praça. Uma análise mais precisa acerca do potencial de cada espécie especifica presentes na praça, também citadas no trabalho, só será possível com a disponibilização dos dados coletados em campo. Espera ser possível nos próximos trabalhos um maior aprofundamento desta linha de pesquisa, para que se obtenha o calor específico de cada espécie e uma análise mais profunda dos fluxos de energia encontrados no microclima referenciado.

Espera-se que o uso do sensoriamento remoto possa estar presente em mais pesquisas ao longo dos estudos de conforto térmico. O sensoriamento vem como uma ferramenta de baixo custo para a obtenção e análises de dados térmicos espaciais em micro e macro escala. O seu uso otimiza a análise e a obtenção dos dados térmicos de uma região, para que se faça então análises das sensações térmicas nessas diferentes áreas e instaure planejamentos arbóreos mais adequados a cada local e um melhor ordenamento do solo em questão. Devido ao agressivo clima encontrado em Palmas, espera-se que estudos apoiados nessa linha de pesquisa possam criar diretrizes e projetos para se obter uma cidade mais agradável termicamente e com melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. ArcGis: ArcMap. Versão 10.6.1. ESRI, 2019. Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/>. Data de acesso: setembro, 2019.

_____. Remote Pixel. Versão 4.0. Remote Pixel, 2018. Disponível em: <https://remotepixel.ca>. Data de acesso: 15 de agosto, 2020.

ABREU, Loyde Vieira. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas – Campinas, 2018.

Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257749/1/Abreu_LoydeVieirade_M.pdf>. Acesso em: 22 junho. 2020

CATTONY, Carlos Mattoso. Influência da arborização e edificação no conforto térmico nos espaços públicos da cidade de Fortaleza. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/32466/1/2016_tcc_cmcattony.pdf>. Acesso em: 24 junho. 2020.

Department of de Interior U.S. Geological Survey. Landsat 8 (L8): Data users handbook. Version 5.0. USGS, 2019. Disponível em: < https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>. Acesso em: 27 mar. 2020.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. [S. l.]: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. 366 p.

LIMA, Diana Carla Rodrigues. Monitoramento e desempenho da vegetação no conforto térmico em espaços livres urbanos: O caso das praças de Maringá/PR. 2009. 171 p. Tese (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009. Disponível em: < http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3571>. Acesso em: 24 mar. 2020.

LIMA NETO, E. M. Aplicação do Sistema de Informações Geográficas para o Inventário da Arborização de Ruas de Curitiba-PR. 120 p. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26161/DISSERTACAO%20-%2010%20Corrigida%20%2814deabril%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 abr. 2020.

PINHEIRO, Clebio Rodrigues; SOUZA, Danilo Diego. A Importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/download/4179/3066>. Acesso: 24 junho. 2020.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, C. de O. M.; GOMES, D. M.; CAMARGO, M. da C. R. de; OLIVEIRA, M. C. A. de. PAU – Plano da Arborização urbana de Palmas. Palmas, 2016.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, C. de O. M.; GOMES, D. M.; CAMARGO, M. da C. R. de; OLIVEIRA, M. C. A. de. DAP – Diagnóstico da arborização urbana de Palmas. Palmas, 2015.

PIRES, Érika Gonçalves et al. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf>. Acesso em: 10 junho. 2020.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. A arquitetura bioclimática do espaço público. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

SOUZA, Jussara Freire de; SILVA, Richarde Marques; SILVA, Alexandro Medeiros. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa - PB. Ambient. constr., Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 21-37, jan. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000100021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 mar. 2020. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100058.

USGS. Landsat Missions: Landsat Project Documents. [S. l.], [20--A]. Disponível em: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-projectdocuments>. Acesso em: 27 mar. 2020.

USGS. Landsat Missions: Usins the USGS Landsat Level-1 Data Product. [S. l.], [20--B]. Disponível em: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>. Acesso em: Data de acesso: 15 de agosto, 2020.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil pelo apoio na realização desse trabalho e a professora orientadora Mariela Cristina Ayres de Oliveira por toda a orientação e apoio para a realização da pesquisa.