

Comparação entre a cobertura vegetal e a temperatura de superfície terrestre, em Lauro de Freitas na Bahia

Fábia Antunes Zaloti^{1*}, Pablo Santana Santos², Dária Maria Cordeiro Cardoso³

¹Pós-doutoranda em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. (*Autor correspondente: fabia.zaloti@gmail.com)

²Doutor em Geografia, Professor do Departamento de Oceanografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

³Doutora em Geologia, Professora do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 23/03/2023 – Revisado em: 09/05/2023 – Aceito em: 06/07/2023

RESUMO

O presente artigo apresenta o estudo da análise entre a vegetação e a estimativa de temperatura de superfície terrestre, no município de Lauro de Freitas na Bahia, entre 1984 e 2018 com imagens dos satélites Landsat 5 e 8, a partir do sensoriamento remoto, com técnicas de processamento digital de imagens. A pesquisa ilustrou que a vegetação, a partir do índice de vegetação por diferença normalizada, passou por uma redução de 32%, e as áreas sem vegetação tiveram um aumento de 91%, ao longo dos 34 anos analisados, e que alguns bairros se destacaram, Itinga, Portão, Vida Nova e Vilas do Atlântico, principalmente pelo acréscimo nas temperaturas mínimas e máximas. Itinga e Portão apresentaram maiores ampliações nas temperaturas mínimas de 5°C e 4°C, respectivamente, e nas temperaturas máximas com 6°C nos dois bairros. A análise entre a diminuição da cobertura vegetal e alterações das temperaturas de superfície terrestre comprovaram que o adensamento urbano relacionado com o aumento de áreas construídas e edificadas resulta na substituição da vegetação por material asfáltico e ampliação no fluxo de veículos, fatores que geram retenção de calor.

Palavras-Chaves: índice de vegetação por diferença normalizada, temperatura de superfície terrestre, sensoriamento remoto.

Comparison between vegetation cover and land surface temperature in Lauro de Freitas, Bahia

ABSTRACT

This article presents an analysis between vegetation and land surface temperature estimates in the municipality of Lauro de Freitas, in the state of Bahia, from 1984 to 2018, using Landsat 5 and 8 satellite images from remote sensing, with digital imaging processing techniques. This research shows that, according to Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), vegetation in this area has been reduced in 32% and no-vegetation areas have increased in 91% over a 34-year study period. It was also observed that some areas have presented a rise in low and high temperatures, namely Itinga, Portão, Vida Nova and Vilas do Atlântico. Itinga and Portão have shown the highest increase in low temperatures (5°C and 4°C, respectively), and in high temperatures (6°C in both areas). The analysis between vegetation cover decrease and land surface temperature variations have proved that urban densification related to the increase in built areas results in substitution of vegetation for asphalt and increase in traffic flow which leads to heat retention.

Keywords: normalized difference vegetation index, land surface temperature, remote sensing.

Zaloti, F. A., Santos, P. S., Cardoso, D. M. C (2023). Comparação entre a cobertura vegetal e a temperatura de superfície terrestre, em Lauro de Freitas na Bahia. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto.*, v.4, n.2, p.02-12.

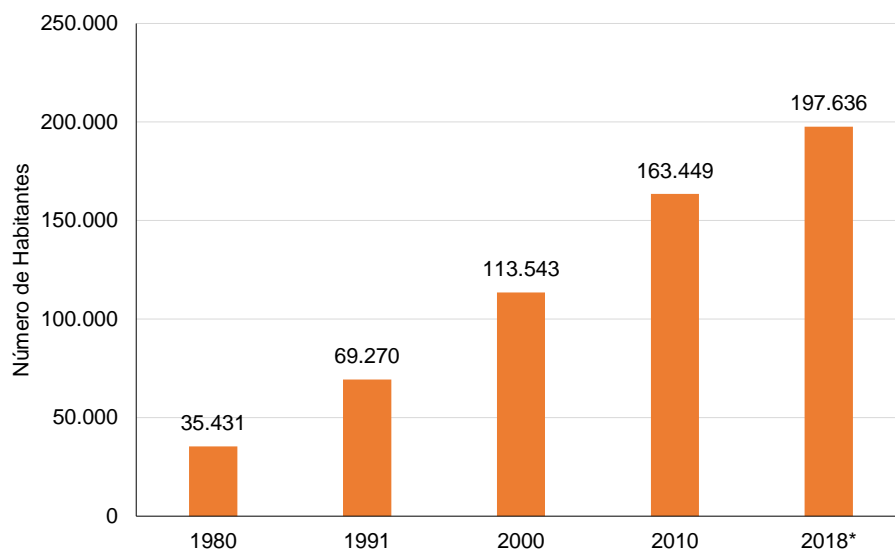


Direitos do Autor. A revista utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC.

1. Introdução

O município de Lauro de Freitas no estado da Bahia está passando por transformações desde de sua emancipação em 1962. Faz parte da Região Metropolitana de Salvador, e registrou entre os anos de 1980 e 2018 um acréscimo de 458% (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011 e 2018) (Figura 1) de sua população urbana, o que gerou demandas por novas moradias, serviços e mudanças na paisagem, com a substituição da cobertura vegetal por áreas construídas.

Figura 1 – Acréscimo na população em Lauro de Freitas entre 1980 e 2018.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011; 2018). * População estimada.

Lauro de Freitas passou por uma pressão do mercado imobiliário em relação a necessidade de novas moradias com valores menores comparado com a capital Salvador. Portanto, foi gerada uma demanda nos municípios vizinhos como Lauro de Freitas, ocasionando uma diminuição de áreas com cobertura vegetal (Andrade, 2005; Zaloti, 2017 e 2022).

Lauro de Freitas tem cobertura vegetal com remanescentes de Floresta Ombrófila Densa com vegetação secundária localizadas na parte central e norte do município e Formações Pioneiras com Influência Marinha e Fluviomarina com vegetação de restinga e manguezal na área litorânea do município (Zaloti, 2017 e 2022). O município é constituído de Planícies Litorâneas (Manguezal e Brejos, Terraços Marinheiros e Fluviomarinhos), Depósitos de Leques Aluviais, Tabuleiros Costeiros, Tabuleiros Pré-Litorâneos e Depósitos Fluviais Indiferenciados (Esquivel, 2016). Os principais solos encontrados são os Espodosolos, Argissolos e Neossolos (Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, 2011).

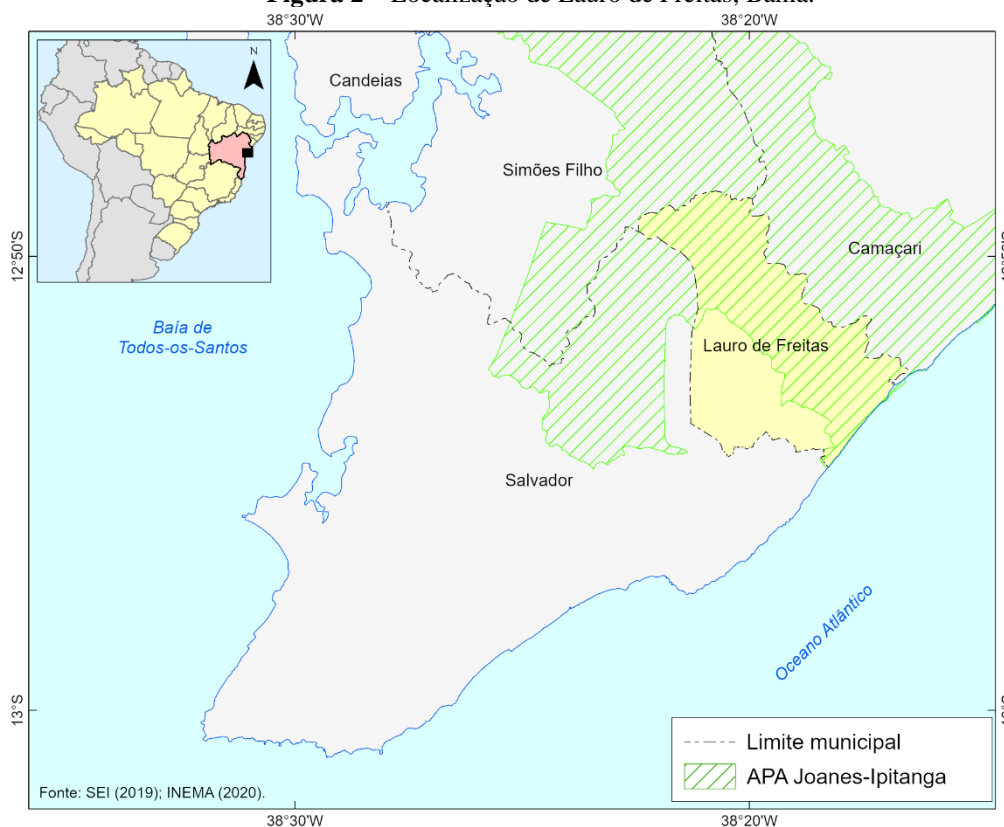
Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo a análise da vegetação, a partir do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da estimativa de temperatura de superfície terrestre (TST), com imagens do satélite Landsat 5 e 8 nos anos de 1984 e 2018 em Lauro de Freitas, com uso do sensoriamento remoto.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Lauro de Freitas integra a Região Metropolitana de Salvador (RMS) no estado da Bahia, tem uma área de aproximadamente 57,66 km², e encontra-se entre as coordenadas geográficas 12°47'12" a 12°54'27" de latitude Sul e 38°17'15" a 38°22'50" de longitude Oeste. Área de Proteção Ambiental (APA) Joanes-Ipitanga, criada pelo decreto Estadual nº 7.596 de 5 de junho de 1999 (BAHIA, 1999), abrange parte do município. A APA tem por finalidade a proteção dos mananciais dos rios Joanes e Ipitanga, pois estes rios fazem parte dos sistemas fornecedores de água para a RMS (Figura 2).

Figura 2 – Localização de Lauro de Freitas, Bahia.



Fonte: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (2019); Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2020).

Segundo a Tipologia Climática elaborada pelo método de Thornthwaite & Matther (1955), o clima na área de estudo é considerado úmido. A pluviometria média anual está entre 1900 a 2000 mm, com acúmulo maior de chuvas de abril a julho (outono e inverno), apresentando dois meses menos úmidos de novembro a fevereiro (primavera e verão), e possui ausência de meses seco, com temperatura média anual de 25,5°C (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 1998 e 2003).

2.2 Procedimentos Metodológicos

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) envolve a relação de modo não-linear, dos valores de reflectância nas regiões do infravermelho próximo (IVP) com a região do vermelho. A vegetação absorve muito a radiação eletromagnética do visível na banda do vermelho e reflete muito a radiação do infravermelho próximo para o processo de fotossíntese (Gates, 1980; Moreira, 2012; Ponzoni, Shimabukuro e Kuplich, 2015).

O NDVI consiste na verificação do vigor da cobertura vegetal e varia de -1 a 1 (Moreira, 2012). Portanto, para elaboração do NDVI foram utilizadas as imagens reflectância das bandas do vermelho e do infravermelho próximo dos sensores Landsat TM5 data: 19/07/1984; e do Landsat 8 OLI data: 15/06/2018 (USGS, 2018). O NDVI foi elaborado a partir da equação abaixo (1).

$$NDVI = \frac{IRIVP-IRV}{IRIVP+IRV} \quad (1)$$

onde: IRIVP = imagem reflectância da banda do infravermelho próximo; e IRV = imagem reflectância da banda do vermelho.

As feições da paisagem como vegetação, solo, rocha, água, entre outras feições, emitem radiação eletromagnética infravermelha termal, capturadas pelos satélites de sensoriamento remoto, e possibilitam a estimativa das mudanças nas características termais ao longo do tempo (Jensen, 2011).

Para calcular a estimativa de temperatura de superfície terrestre baseou-se nos autores: United States Geological Survey (2018), Qin, Karnieli e Berliner (2001); Sobrino, Jiménez-Munoz e Paolini (2004); Avdan e Jovanoska (2016); Pires e Ferreira Jr (2015), e envolveu as seguintes etapas e fórmulas (2), (3), (4), (5) e (6).

conversão de ND para radiância

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \quad (2)$$

conversão de temperatura de brilho do topo da atmosfera

$$Tb = \frac{K2}{\ln(K1/L\lambda) + 1} \quad (3)$$

proporção de vegetação

$$PV = \left(\frac{NDVI-NDVIMIN}{NDVIMAX+NDVIMIN} \right)^2 \quad (4)$$

Emissividade

$$\varepsilon = 0.004 * PV + 0.986 \quad (5)$$

temperatura de superfície terrestre

$$TST = \frac{Tb}{1 + \left(0,00115 * \frac{Tb}{1,4388} \right) * \ln(\varepsilon)} \quad (6)$$

onde: ML = fator de redimensionamento multiplicativo da banda do termal (metadado);

Qcal = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN na banda termal;

AL = fator de redimensionamento aditivo da banda do termal (metadado);

K1 = Constante de calibração 1 (metadado)

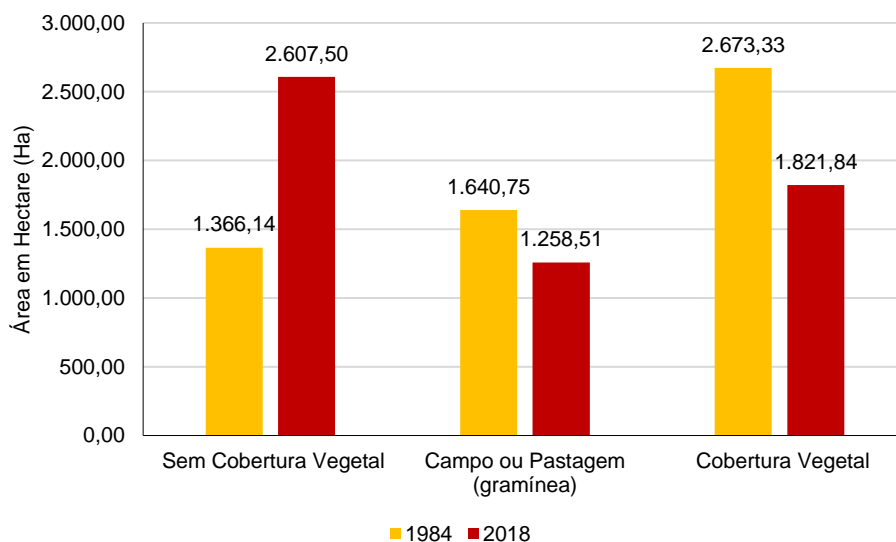
K2 = Constante de calibração 2 (metadado).

Esta metodologia destaca-se por considerar o NDVI no cálculo da temperatura. Para a elaboração da estimativa de temperatura de superfície terrestre utilizou-se o NDVI, e a banda do infravermelho termal dos sensores Landsat TM5 data: 19/07/1984; e do Landsat 8 TIRS data: 15/06/2018 (USGS, 2022). A estimativa de temperatura de superfície de 1984 e 2018 adotadas para este artigo foram dos autores Zaloti, Santos e Nascimento (2019). Os softwares utilizados foram: QGIS 3.2.3, SPRING 5.5.6 e ArcGIS 10.8.

3. Resultados e Discussão

Ao longo do período analisado, 34 anos, as áreas sem cobertura vegetal aumentaram em 91%, e as áreas com campo ou pastagem e com cobertura vegetal diminuíram em 23% e 32%, respectivamente, em Lauro de Freitas, e a variação das áreas em Hectares das classes do índice de vegetação, entre o período analisado, podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 – Classes do índice de vegetação por diferença normalizada em Hectares, entre 1984 e 2018 em Lauro de Freitas, Bahia.

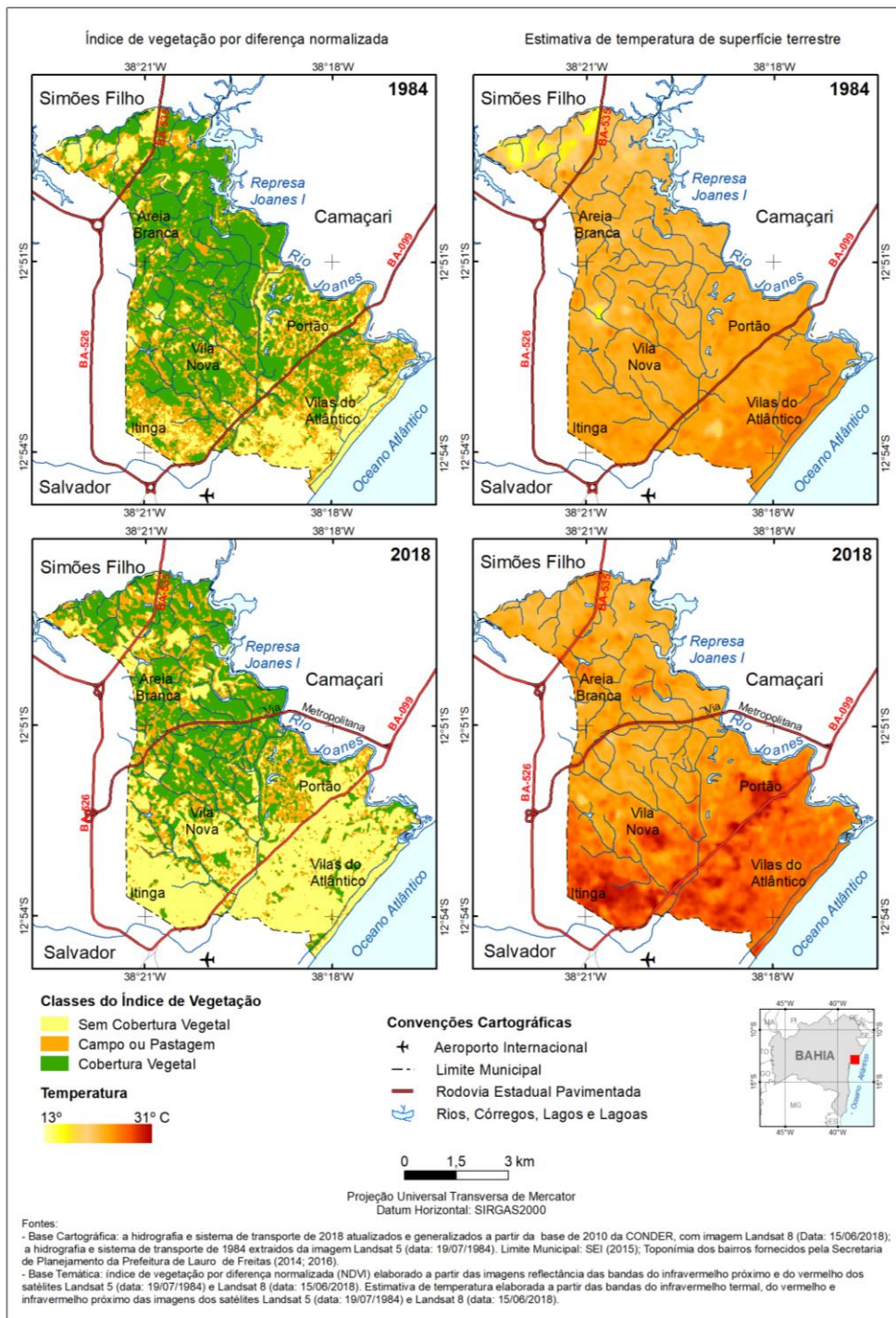


Fonte: os autores.

Os mapas da Figura 4 apresentam as três classes do NDVI, áreas sem cobertura vegetal na cor amarelo claro, áreas com campo ou pastagem na cor laranja e áreas com cobertura vegetal na cor verde, que auxiliaram na visualização e ressaltam o aumento das áreas sem cobertura vegetal, especialmente nos bairros de Itinga e Portão e Vida Nova.

A estimativa de temperatura de superfície terrestre passou por ampliação de 7°C e 4°C nas temperaturas mínimas e máximas no município. Mais uma vez os bairros de Itinga, Portão e Vida Nova se destacaram nos mapas da Figura 4, como os bairros com maiores temperaturas simbolizados pela cor vermelha. Neste contexto cabe ressaltar que quatro bairros, que demonstraram maiores variações nos acréscimos de áreas sem cobertura vegetal e temperaturas foram: Itinga, Portão, Vida Nova e Vilas do Atlântico. Esses bairros foram os que passaram por maiores transformação entre 1984 e 2018, com aumento de áreas construídas, de fluxo de veículos e redução de vegetação, ilustrando a expansão urbana ocorrida no município de Lauro de Freitas no período analisado (Zaloti, 2017 e 2022).

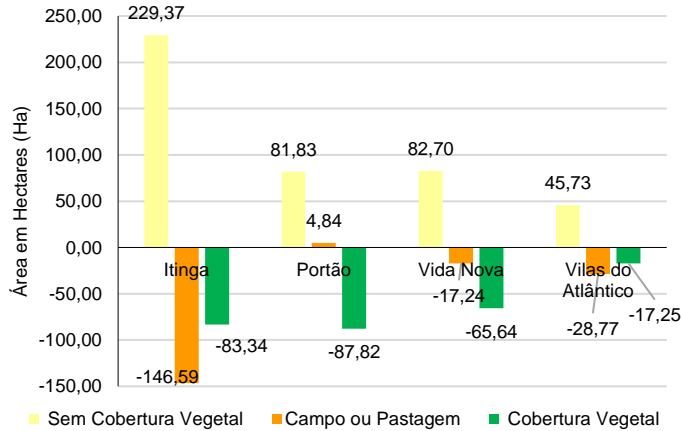
Figura 4 – Classes do índice de vegetação por diferença normalizada e estimativa de temperatura de superfície, entre 1984 e 2018 em Lauro de Freitas, Bahia.



Fonte: os autores.

Na análise dos quatro bairros observamos que a cobertura vegetal apresentou uma maior variação de área em hectare em Portão, Itinga, Vida Nova e Vilas do Atlântico, respectivamente. E as grandes ampliações nas áreas sem cobertura vegetal também foram em Itinga, Vida Nova, Portão e Vilas do Atlântico (Figura 5).

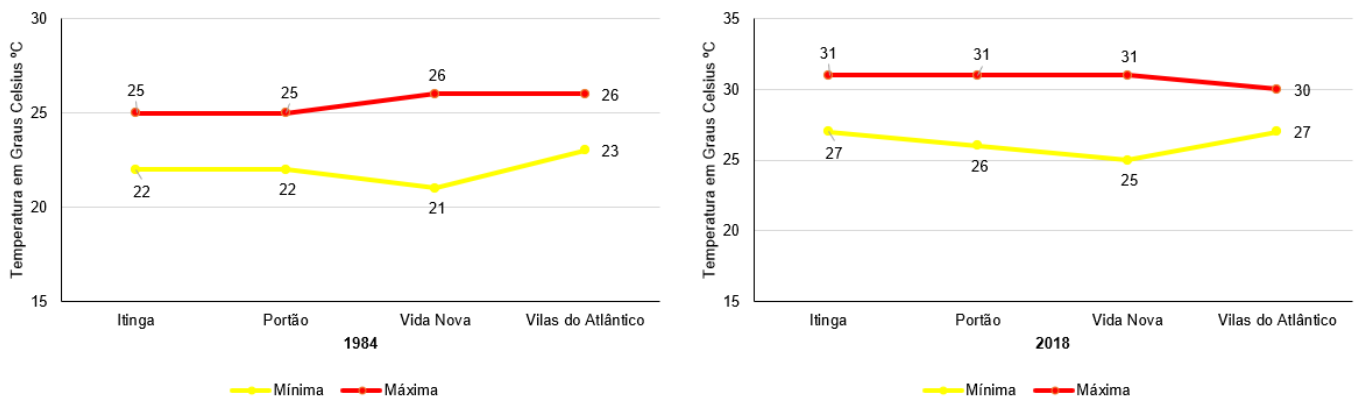
Figura 5 – Acréscimos e reduções no índice de vegetação entre 1984 e 2018, em Itinga, Portão, Vida Nova e Vilas do Atlântico em Lauro de Freitas, Bahia.



Fonte: os autores.

As maiores variações em temperaturas mínimas e máximas ocorreram nos bairros de Itinga e Portão, com aumentos nas temperaturas mínimas de 5°C e 4°C, respectivamente, e nas temperaturas máximas com 6°C nos dois bairros. Em Vida Nova as ampliações nas temperaturas mínima foi de 4°C e na máxima de 5°C, e em Vilas do Atlântico foram 4°C nas temperaturas mínimas e máximas (Figura 6).

Figura 6 – Estimativa de temperatura de superfície terrestre entre 1984 e 2018, em Itinga, Portão, Vida Nova e Vilas do Atlântico em Lauro de Freitas, Bahia.



Fonte: os autores.

Vale ressaltar que os bairros de Portão e Vilas do Atlântico abrangem a APA Joanes-Ipitanga, e tiveram reduções nas áreas com vegetação e acréscimo nas áreas sem cobertura vegetal, assim como passaram por aumentos nas temperaturas mínimas e máximas no período analisado. Esse cenário comprova a acelerada expansão urbana nos dois bairros, influenciada principalmente pelo mercado imobiliário em Vilas do Atlântico e pela Estrada do Coco que facilitou os acessos a região, sobretudo em Portão (Zaloti, 2017 e 2022).

No zoneamento da APA Joanes-Ipitanga de 2002, não definiu uma zona para a área que abrange os dois bairros, permitindo que a expansão urbana ocorresse sem maiores restrições, acelerando o processo de retirada da vegetação e aumento de áreas edificadas (BAHIA, 2002).

Os bairros de Itinga e Vida Nova estão fora da APA Joanes-Ipitanga, e constituem-se de áreas densamente edificadas e quase sem nenhuma área verde ou árvores plantadas nas ruas destes bairros, fatores que contribuem para a retenção de calor. As ocupações de ambos os bairros foram acontecendo de forma espontânea sem planejamento. Principalmente o bairro Itinga que absorveu os moradores de baixa renda de Salvador, que buscavam opções de moradia mais baratas, resultando em um bairro com uma concentração de ocupações construídas pelos próprios moradores e com materiais mais baratos que geralmente retem mais calor (Zaloti, 2017).

As análises da temperatura de superfície terrestre e da cobertura vegetal podem auxiliar no planejamento de novas áreas verdes para mitigar problemas futuros com ilhas de calor, assim como na conservação e preservação de áreas com cobertura vegetal que estejam em áreas de proteção ambiental. Vários estudos nesse sentido têm sido realizados, como na cidade de Indianapolis e Atlanta nos Estados Unidos da América (JENSEN, 2011), na região metropolitana de Bangkok (Tailândia), Jacarta (Indonésia) e Manila (Filipinas) (Estoque; Murayama; Myint, 2017), e Ontario e Quebec no Canadá (Avdan; Jovanovska, 2016).

A partir da temperatura de superfície terrestre e a temperatura do ar em diferentes estações, como no verão e inverno, pode-se determinar a ocorrência de ilhas de calor (Gartland, 2010). Portanto recomenda-se o estudo da temperatura do ar para complementar a pesquisa deste artigo, pois não foi objetivo deste determinar ilhas de calor. É aconselhável também se for possível a comparação das temperaturas de superfície terrestre elaboradas a partir das imagens de satélites com temperaturas de estações meteorológicas disponíveis na área de estudo. Infelizmente na área de estudo deste artigo não há estações meteorológicas.

4. Conclusão

O índice de vegetação por diferença normalizada mostrou-se satisfatório para o objetivo deste trabalho como uma técnica complementar para detectar mudanças temporais na vegetação utilizando as imagens refletância das bandas do infravermelho próximo e do vermelho dos satélites Landsat 5 e 8. O NDVI permitiu identificar e quantificar a cobertura vegetal e confirmou-se uma redução de 32%, e que as áreas sem cobertura vegetal, que abrangem os corpos d'água, áreas construídas e áreas de solo exposto, aumentaram em 91%, consequência da expansão urbana no município, principalmente nos bairros de Itinga, Portão, Vida Nova e Vilas do Atlântico.

Os resultados obtidos com o cálculo da estimativa da temperatura de superfície terrestre para os anos de 1984 e 2018, apresentou uma ampliação de 7°C e 4°C nas temperaturas mínimas e máximas no município de Lauro de Freitas. Os maiores acréscimos em temperaturas mínimas e máximas foram nos bairros de Itinga e Portão, com aumentos nas temperaturas mínimas de 5°C e 4°C, respectivamente, e nas temperaturas máximas com 6°C nos dois bairros. Em Vida Nova as temperaturas mínima e máxima ampliaram em 4°C e 5°C, e em Vilas do Atlântico foram 4°C nas temperaturas mínimas e máximas.

A expansão das áreas construídas no município pode ter contribuído para o acréscimo das temperaturas, pois o adensamento urbano está relacionado com a retirada de vegetação, aumento de áreas com material asfáltico e ampliação no fluxo de veículos, fatores que geram retenção de calor.

5. Agradecimentos

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB); ao Laboratório de Cartografia (LACAR), e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia.

6. Referências

Andrade, A. B. (2005). A Dinâmica do Mercado Imobiliário na Configuração do Espaço de Metrôpoles Periféricas: O Caso de Salvador. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina** - Universidade de São Paulo.

Avdan, U.; Jovanoska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. **Journal of Sensors**. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/js/2016/1480307/>>. Acesso em: 15 out. 2022.

BAHIA. **Decreto n. 7.596, de 05 de junho de 1999. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA de Joanes-Ipitanga e dá outras providências**. Diário Oficial [do] Estado da Bahia, Salvador, BA, 09 jun. 1999. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/DECRETO-N%C2%BA-7.596-DE-05-DE-JUNHO-DE-1999-Joanes-Ipitanga.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

_____. **CEPRAM (Conselho Estadual de Meio Ambiente) Resolução n. 2.974 de 24 de maio de 2002. Aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Proteção Ambiental – APA Joanes-Ipitanga, integrante do Sistema de Áreas Protegidas do Litoral Norte. Salvador, BA. 24 mai. 2002**. Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/resolucoes/resolu-o-cepram-n-2974> >. Acesso em: 27 mai. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2011) **Mapa de Solos do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/Listmapa.aspx>>. Acesso em: 02 jul. 2022.

Esquivel, M. S. **A zona costeira dos municípios do Litoral Norte e entorno da Baía de Todos-os-Santos – Estado da Bahia**: implicações para a gestão ambiental. Tese de Doutorado (Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Estoque, Roland C.; Murayama, Yuji; Myint, Soe W. Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: an urban heat island study in the megacities of Southeast Asia, **Science of the Total Environment**. v. 557, p. 349–359, Jan. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716323853>>. Acesso em: 30 maio. 2023.

Gartland, L. (2010). **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Ed. Oficina de textos.

Gates, D. M. (1980). **Biophysical Ecology**. New York: Springer-Verlag.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População**. (2018). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/informacoes-por-cidade-e-estado.html?c=2919207> >. Acesso em: 10 set. 2022.

_____. **Evolução da divisão territorial do Brasil 1872-2010.** (2011). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_evolucao.shtm>. Acesso em: 10 set. 2022.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. (2020). **Área de Proteção Ambiental (APA).** Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-joanes-ipitanga/>>. Acesso em: 27 out. 2022.

Jensen, J. R. In: Epiphany, J. C. N. et al. (2011). **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** (2a ed.). São José dos Campos: Ed. Parêntese.

Moreira, M. A. (2012). **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação** (4a ed.). Viçosa: Ed. UFV.

Pires, E. G.; Ferreira Jr, L. G. (2015). Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, PB, Brasil. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. (2015). **Sensoriamento remoto da vegetação** (2a ed.). São Paulo: Oficina de Texto.

Qin, Z.; Karnieli, A.; Berliner, P. (2001). A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region, **International Journal of Remote Sensing**, volume 22, número 18, páginas 3719-3746.

Sobrino, J. A.; Jiménez-Muñoz, J. C.; Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, **Elsevier Remote Sensing of Environment**, número 90, páginas 434-440.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais Da Bahia. (2015). **Limite Municipal** - Estado da Bahia. CD-ROM, Salvador.

_____.(1998). **Mapa Tipologia Climática - Segundo Thornthwaite** - Pluviometria 1943-1983 /Temperatura 1961-1990 - Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/cartogramas/pdf/carto_tip_clim.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

_____.(2003). **Mapa de Pluviometria** - Estado da Bahia. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/mapa_pluviometria.pdf>. Acesso em: 02 maio 2022.

_____.(2019). **Limites Municipais** – Arquivos Vetoriais - Divisão Político Administrativa. disponível: <https://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2617&Itemid=537>. Acesso em: 01 mai. 2022.p

USGS - United States Geological Survey. **Imagem de satélite** (órbita-ponto: 215-069 – Datas: 15/06/2018 (Canais: 4, 5 e 10) e 19/07/1984 (Canais: 3, 4 e 6). Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

_____. (2018) **Using the USGS Landsat Level-1 Data Product**. Disponível em: < <https://www.usgs.gov/landsat-missions/using-usgs-landsat-level-1-data-product> >. Acesso em: 10 nov. 2022.

Zaloti, F. A. (2017). **Unidades geoambientais e transformações na cobertura e uso da terra – 1976, 1994 e 2016 – no município de Lauro de Freitas, Bahia**. Dissertação de Mestrado (Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Zaloti, F. A.; Santos, P. S.; Nascimento, D. M. C. (2019). Uso do sensoriamento remoto para estimativa da temperatura de superfície terrestre no município de Lauro de Freitas no estado da Bahia. In: PINHEIRO, I. S.; GORAYEB, A. (org). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. Fortaleza: Editora UFC. Disponível em: < <https://imprensa.ufc.br/wp-content/uploads/2021/12/05-geotecnologias-e-modelagem-aplicada-aos-estudos-ambientais.pdf> >. Acesso em: 20 jul. 2022.

Zaloti, F. A. (2022). **Via Metropolitana: dinâmica da cobertura e uso da terra após implantação em Lauro de Freitas, Camaçari e Salvador – Bahia, Brasil**. Tese de Doutorado (Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.