



CAPA SOBRE ACESSO CADASTRO CATEGORIAS PESQUISA ATUAL
 ANTERIORES NOTÍCIAS ARTIGOS MAIS CITADOS

Capa > v. 10, n. 2 (2020) > **Crispim**

Análise de índice de vegetação e a temperatura da superfície no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia

Diego Lima Crispim, Paulo Eduardo Silva Bezerra, **Gabriel Villas Boas de Amorim Lima**, Marina Morhy Pereira, Lindemberg Lima Fernandes

Resumo

A evolução de geotecnologias através de instrumentos como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, tornou-se relevante para análise ambiental como, por exemplo, monitoramento da dinâmica de uso e cobertura de solo, na temperatura de superfície (TS), na cobertura vegetal, entre outros. Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivo analisar a associação entre o Índice de Vegetação (IV), por meio do Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas (NDVI) e a Temperatura da Superfície (TS) no município de Santa Luzia do Pará no período de 2005 a 2015. Neste estudo foram empregadas as bandas 3 e 4 do sensor TM/Landsat 5 e das bandas 4 e 5 do sensor OLI/Landsat 8 para aplicar o índice de vegetação por diferenças normalizadas (NDVI). Para determinar a TS foram empregadas duas imagens multiespectrais (bandas do infravermelho termal), correspondentes a banda 6 do sensor TM/Landsat 5 e a banda 10 do sensor TIRS/Landsat 8, ambas com resolução de 30 m, para os anos de 2005, 2010 e 2015. Assim, foram obtidas imagens da órbita 222 e ponto 61 do satélite Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI e Landsat 8 TIRS para elaboração dos mapas temáticos. Os resultados indicaram que os maiores valores de NDVI foram registrados majoritariamente em áreas protegidas correspondentes a territórios indígenas no sul do município, além de apresentar aumento na classe de solo exposto para o ano de 2015. Quanto a TS, os resultados denotam que as menores temperaturas foram registradas em áreas com sombra de nuvem, corpos hídricos e muita vegetação, com (TS) inferior a 22 °C, nos respectivos anos pesquisados (2005, 2010 e 2015).

Palavras-chave

Geotecnologias; NDVI; Paisagem; Cobertura florestal; Agricultura; Solo exposto.

Texto completo:

[PDF](#)

Referências

- Barros, K. O., Marcatti, G. E., Costa, F. R., Oliveira, J. C., Ribeiro, C. A. A. S., Soares, V. P., Silva, E., 2013. Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. *Agrogeoambiental* 5, 43-54.
- Bentes, A. L. S., Brasil Neto, A. B., Andrade, P. C., Braga, A. N., Peres, V. C., Santos Junior, R. A. T., Franco, M. J. B., Santos, A. B. S., 2017. Dinâmica do uso do solo na ilha de Caratateua, Belém, Pará. *Agrosistemas* 9, 360-369.
- Bezerra, J. V. de A., Andrade, J. S., De Melo, F. P., Vigoderis, R.B., Galvêncio, J. D., De Souza, W. M., 2019. Degradation of the Vila Maria Spring in Garanhuns-PE. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 9, 320-329.
- Bezerra, P. E. S., De Moraes, E. T. I., Soares, I. R. da C., 2018. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. *Revista Brasileira de Cartografia* 70, 803-818.
- Campos, P. N., Coutinho, A. V. S., Costa, A. V. D., Coutinho, J. S., 2019. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise do uso e ocupação do solo em uma área pertencente ao município de Capitão Poço-PA. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 2, 1792-1799.
- Carvalho, L. T. da S., De Souza, A., Farias, F. do C., Melo Júnior, L. C. M. M., Silva Filho, A. V. A., 2018. O Uso Agrícola da Terra na Comunidade do Broca, Município de Santa Luzia do Pará, Nordeste Paraense, Amazônia Oriental. *Cadernos de Agroecologia* 13, 1-6.
- Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113, 893-903.

USUÁRIO

Login
 Senha
 Lembrar usuário

NOTIFICAÇÕES

- [Visualizar](#)
- [Assinar](#)

IDIOMA

Selecione o idioma

TAMANHO DE FONTE

INFORMAÇÕES

- [Para leitores](#)
- [Para Autores](#)
- [Para Bibliotecários](#)

FERRAMENTAS DE ARTIGOS

- [Imprimir artigo](#)
- [Exibir metadados](#)
- [Como citar este documento](#)
- [Encontrando referências](#)
- [Enviar artigo via e-mail](#) (Restrito a usuários cadastrados)
- [E-mail ao autor](#) (Restrito a usuários cadastrados)

PALAVRAS-CHAVE

[Albedo](#) [Bacia hidrográfica](#) [Caatinga](#) [EVI](#) [Geoprocessamento](#) [Gestão de recursos hídricos](#) [Hidrologia](#) [Mudanças Climáticas](#) [NDVI](#) [Penman-Monteith](#) [Rainfall](#) [Remote Sensing](#) [Remote sensing](#) [Semiarid](#) [Sensoriamento Remoto](#) [Wavelet](#) [hyperspectral](#) [pigments](#) [remote sensing](#) [sensoriamento remoto](#) [vegetation](#)

Indexadores / Base de Dados:

Analysis of the vegetation index and the surface temperature in the city of Santa Luzia in the state of Pará, Amazônia

Diego L. Crispim^{*}, Paulo Eduardo B. Silva^{**}, Gabriel Villas B. de Amorim Lima^{***}, Marina M. Pereira^{****}, Lindemberg L. Fernandes^{*****}

^{*}Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil –PPGEC/UFPA. E-mail: dlimacrispim@gmail.com

^{**}Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil –PPGEC/UFPA. E-mail: pauloeduardoea@gmail.com

^{***}Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil –PPGEC/UFPA. E-mail: gabrielvbal@gmail.com

^{****}Graduanda no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. E-mail: marinamorhup@gmail.com

^{*****}Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – PPGEC/UFPA. E-mail: lberge@ufpa.br

Received 16 May 2020; accepted 6 July 2020

Abstract

The evolution of geotechnologies through instruments such as remote sensing and geoprocessing, has become relevant for environmental analysis, such as monitoring the dynamics of land use and cover, surface temperature (TS), vegetation cover, etc. In this perspective, this study aimed to analyze the association between the Vegetation Index (IV) - using the Normalized Difference Vegetation Index for (NDVI) - and the Surface Temperature (TS) in the municipality of Santa Luzia do Pará in the period from 2005 to 2015. In this study, data from the bands 3 and 4 of the TM sensor on Landsat 5 and bands 4 and 5 of the OLI sensor on Landsat 8 were used to apply the NDVI methodology. To determine the TS two multispectral images (thermal infrared bands) were used, corresponding to band 6 of the TM / Landsat 5 sensor and band 10 of the TIRS / Landsat 8 sensor, both with a resolution of 30 m, for the years 2005, 2010 and 2015. Thus, images were obtained from orbit 222 and point 61 of the Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI and Landsat 8 TIRS satellites, for the construction of thematic maps. The results indicate that the highest NDVI values were registered mainly in protected areas that correspond to indigenous territories in the south of the municipality, in addition to showing an increase in the class of exposed soil for the year 2015. As for TS, the results show that the lowest temperatures were recorded in areas with cloud shade, water bodies and a lot of vegetation, with (TS) below 22 °C, in the respective years surveyed (2005, 2010 and 2015).

Keywords: geotechnologies, NDVI, landscape, forest cover, agriculture, exposed soil.

Análise de índice de vegetação e a temperatura da superfície no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia

Resumo

A evolução de geotecnologias através de instrumentos como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, tornou-se relevante para análise ambiental como, por exemplo, monitoramento da dinâmica de uso e cobertura de solo, na temperatura de superfície (TS), na cobertura vegetal, entre outros. Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivo analisar a associação entre o Índice de Vegetação (IV), por meio do Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas (NDVI) e a Temperatura da Superfície (TS) no município de Santa Luzia do Pará no período de 2005 a 2015. Neste estudo foram empregadas as bandas 3 e 4 do sensor TM/Landsat 5 e das bandas 4 e 5 do sensor OLI/Landsat 8 para aplicar o índice de vegetação por diferenças normalizadas (NDVI). Para determinar a TS foram empregadas duas imagens multiespectrais (bandas do infravermelho termal), correspondentes a banda 6 do sensor TM/Landsat 5 e a banda 10 do sensor TIRS/Landsat 8, ambas com resolução de 30 m, para os anos de 2005, 2010 e 2015. Assim, foram obtidas imagens da órbita 222 e ponto 61 do satélite Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI e Landsat 8 TIRS para elaboração dos mapas temáticos. Os resultados indicaram que os maiores valores de NDVI foram registrados majoritariamente em áreas protegidas correspondentes a territórios indígenas no sul do município, além de apresentar aumento na classe de solo exposto para o ano de 2015. Quanto a TS, os resultados denotam que as menores temperaturas foram registradas em áreas com sombra de nuvem, corpos hídricos e muita vegetação, com (TS) inferior a 22 °C, nos respectivos anos pesquisados (2005, 2010 e 2015).

Palavras-chave: geotecnologias, NDVI, paisagem, cobertura florestal, agricultura, solo exposto.

1. Introdução

O desenvolvimento de geotecnologias, através de ferramentas como sensoriamento remoto e geoprocessamento, tornou-se imprescindível no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo. Assim é possível obter informações espaciais em um menor tempo e com menos custo, se comparadas com outras técnicas de controle territorial (Queiroz et al., 2017).

Nesse contexto, tais ferramentas adquirem importância para o monitoramento ambiental, uma vez que possibilitam acompanhar a pressão antrópica sobre os diversos ecossistemas a partir de comparações temporais (Bentes et al., 2017). Sendo assim é possível estruturar planos de gestão ambiental e ordenamento territorial mais eficaz e adaptados à realidade local da região estudada (Santos et al., 2019).

Sendo ampla a utilização de técnicas de sensoriamento remoto na caracterização do perfil de ocupação em diferentes escalas espaciais como, por exemplo, bacia hidrográfica (Coelho et al., 2014), em distrito administrativo (Oliveira et al., 2018), ou município localizado em região semiárida (Crispim et al., 2018). Na região amazônica, a necessidade de estudos similares é latente, tendo em vista as constantes evidências que cercam as relações estabelecidas entre cidades e floresta (Campos et al., 2019; Silva et al., 2019).

Entre as diversas ações antrópicas pode-se destacar a agricultura intensiva (Barros et al., 2013; Silva, 2019) e o desmatamento (Costa et al., 2019), nas quais consistem nas atividades mais evidentes de alteração do uso da terra. No contexto urbano, a expansão da cidade sobre áreas rurais evidencia a principal causa das modificações verificadas (Rodrigues et al., 2018).

Dentre os métodos de visualização destas alterações, a verificação histórica do índice de vegetação constitui-se como uma solução eficaz (Bezerra et al., 2018). A partir do mesmo, mensurado por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), é possível medir a quantidade e a condição da vegetação, relacionando-a com a Temperatura de Superfície (TS) (Orhan et al., 2014).

Considerando tais aspectos, este estudo tem por objetivo verificar a relação espacial entre o índice de vegetação (IV) e a temperatura de superfície (TS) no município de Santa Luzia do Pará. Vale destacar que este município se localiza uma área estratégica

na Amazônia Oriental, sendo imprescindível a discussão sobre suas políticas de ordenamento territorial e preservação ambiental.

2. Material e métodos

Caracterização do estudo

Segundo Prodanov e Freitas (2013), este estudo consiste em uma pesquisa aplicada, com objetivos descritivos e abordagem quali-quantitativa. É considerada uma pesquisa *ex-post-facto*, pois se detém a analisar comportamentos já ocorridos, tentando entendê-los e explicá-los. Os procedimentos técnicos consistem em ensaios experimentais, verificando a relação espacial entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície.

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Santa Luzia do Pará, no estado do Pará (Figura 1). Este município localiza-se na Microrregião Guamá e na Mesorregião do Nordeste Paraense, estando aproximadamente 173,7 km da capital do estado (Farias Neto et al., 2013). A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 01° 27' 06" S e 46° 57' 35" W. O principal acesso ao município se dá pela Rodovia BR-316. A população do município, no ano de 2019, foi estimada em 19.848 habitantes (IBGE, 2019).

O município de Santa Luzia do Pará foi criado em 1991 a partir do desmembramento dos municípios de Ourém, Bragança e Viseu. Com uma área de 1.356,12km², possui território essencialmente rural-nativo, com pontuais localidades urbanizadas. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), apenas 9,5% das vias públicas apresentam infraestrutura adequada, concomitante aos 22,2% dos domicílios que são atendidos por sistema de esgotamento sanitário. Além disso, somente 26,6% da área urbana possui arborização, fatores estes que evidenciam possíveis precariedades do município.

Na região, é desenvolvido o Projeto de Restauração Florestal na terra Indígena alto Rio Guamá (TIARG) (Ideflor-Bio, 2019), cujo objetivo é realizar ações que propiciem a recuperação da floresta e o combate à produção florestal não madeireira. Uma das etapas do projeto envolve a capacitação de comunidades indígenas na atuação da recomposição florestal.

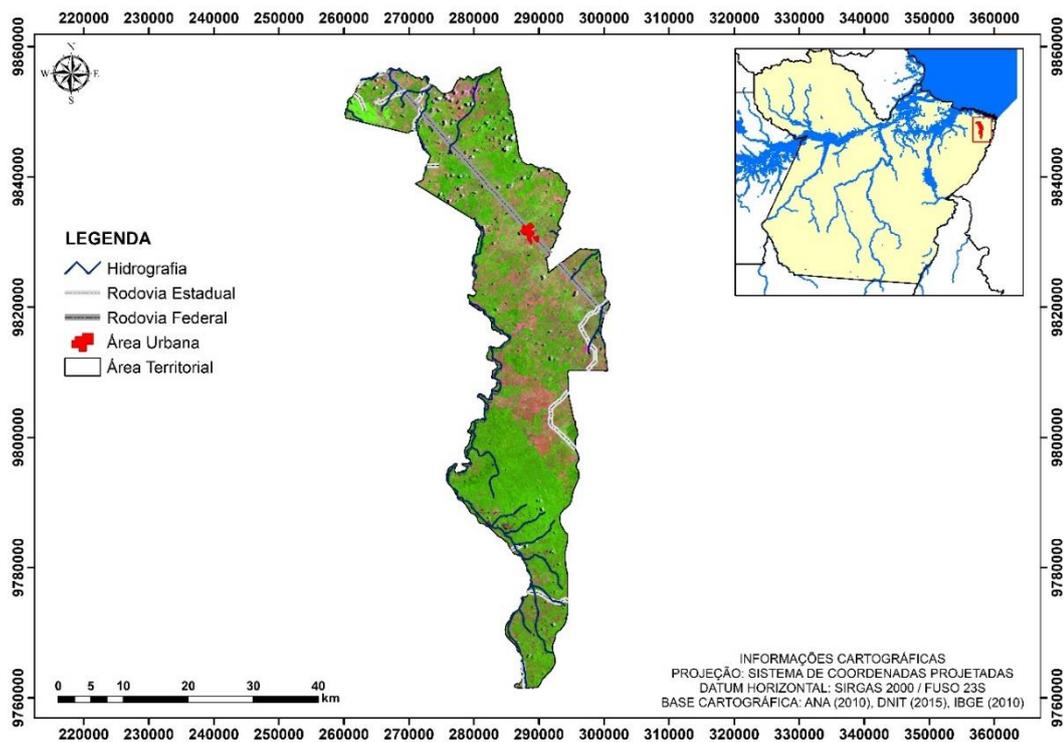


Figura 1 – Mapa de localização do município de Santa Luzia do Pará, Amazônia.

Índice de vegetação

Segundo Santos e Aquino (2015), o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) se fundamenta na utilização de métodos através de algoritmos matemáticos entre bandas de sensores de satélites. O NDVI é obtido por meio da utilização das bandas de reflectância do vermelho (V) e do infravermelho próximo (IVP), sendo calculado pela seguinte (Equação 1):

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)} \quad (1)$$

Em que: IVP - consiste na banda do infravermelho próximo (0,75 – 0,90 μm); V - representa a banda do vermelho (0,63 – 0,70 μm).

Para analisar o comportamento da área de estudo, considerando uma temporalidade de 10 anos (2005, 2010 e 2015), foram elaborados mapas temáticos de referências, utilizando imagens de satélites referentes aos respectivos anos pesquisados.

De acordo com Bezerra et al. (2019), os valores de NDVI variam entre o intervalo de -1 a 1, de modo que, valores iguais ou próximos de -1, indicam elementos (componentes) que são constituídos por nuvens, corpos hídricos ou neve, enquanto os valores positivos representam elementos compostos por solos desnudos, rochas e vegetação. Ademais, valores bastante próximos de 1, indicam a ocorrência de vegetação mais densa (Cordeiro et al., 2017).

Determinação da Temperatura de Superfície (TS)

Para execução da etapa dessa pesquisa foi empregado uma metodologia proposta por Coelho e Correa (2013) e Bezerra et al. (2018). Deste modo, inicialmente foi feito o recorte espacial da área de estudo, e conseqüentemente, foi realizado a alteração do nível de cinza (NC) para radiância, em seguida, a temperatura foi calculada em Kelvin, conforme as equações (2) e (3), baseado na metodologia utilizada por Chander et al. (2009). Os sensores termais estão fixos para obter a radiação e são comumente utilizados para definir a TS (Gusso et al., 2007).

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Em que: L_{λ} é a radiância espectral do sensor de abertura em Watts/ ($\text{m}^2 \text{sr} \mu\text{m}$); M_L significa o fator multiplicador do redimensionamento da banda termal; Q_{cal} retrata o valor quantizado calibrado pelo pixel na banda termal; A_L consiste no fator de redimensionamento aditivo específico da banda termal.

Em seguida, foi realizado a modificação da radiância espectral, com o propósito de obter a temperatura de superfície na escala Kelvin, sendo aplicado a equação (2).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273,15 \quad (3)$$

Em que: T – consiste na temperatura efetiva no satélite em Kelvin; K_1 e K_2 são constantes de

conversão térmica para os satélites Landsat 5 e 8, respectivamente; L_λ – radiância termal superficial em Watts/ (m² sr μ m); - 273,15 - mudança da temperatura em Kelvin para graus Celsius.

Na Tabela 1, é apresentado as constantes de calibração para os satélites Landsat 5 e 8, respectivamente.

Tabela 1 - Critérios aplicados para determinação da temperatura de superfície (TS)

Parâmetros	Landsat 5	Landsat 8
M_L	0,055	0,00033420
A_L	1,18243	0,10000
Q_{cal}	Banda 6	Banda 10
K_1	607,76	774,8853
K_2	1260,56	1321,0789

Fonte: Adaptado de Coelho e Correa (2013).

Depois de definir a temperatura em Kelvin, o valor obtido foi subtraído por 273,15 (zero absoluto) para obter a temperatura em graus Celsius (°C). Assim, este procedimento foi executado para imagens dos satélites Landsat 5 e 8. O processamento, tratamento e a análise dos dados, bem como a elaboração dos mapas temáticos foram realizados por um software de sistema de informação geográfica (SIG) para ajudar na leitura e realização

de inferências dos resultados alcançados.

Classificação e análise do uso do solo

Para realização da análise do uso do solo foi aplicado uma metodologia proposta por Bezerra et al. (2018). Assim, a análise foi realizada utilizando o NDVI, em que foram estabelecidas e classificadas 5 classes temáticas baseadas no valor obtido pelo índice de vegetação, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de uso do solo baseado no NDVI

Classes Temática	Faixa do NDVI
Água / Nuvem	< 0
Solo Exposto	0 a 0,2
Baixa Vegetação	0,2 a 0,4
Moderada Vegetação	0,4 a 0,6
Muita Vegetação	> 0,6

Fonte: Adaptado de Bezerra et al. (2018).

Obtenção das imagens de satélite

Para a confecção dos mapas temáticos foram usadas imagens orbitais do sensor *Thematic Mapper* (TM) referente ao satélite Landsat 5, nos quais foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5, respectivamente, bem como imagens do sensor *Operational Land Imager* (OLI) concernentes ao satélite Landsat 8, em que foram selecionadas as bandas 4, 5 e 6, com resolução espacial de 30 metros (m). Assim, as imagens dos satélites Landsat 5 e 8 foram obtidas junto a plataforma online (<http://landsat.usgs.gov>) do *United States Geological Survey* (USGS), sendo que todas as imagens obtidas, pertence a órbita 222, ponto 61.

Para a seleção das imagens foi considerado como critério, imagens com baixa ocorrência de nuvens na área pesquisada. Assim, foram selecionadas imagens referentes ao período menos

chuvoso no município de Santa Luzia do Pará, datadas em 05 de agosto de 2005, 28 de julho de 2010 e 12 de setembro de 2015.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 3, são apresentadas as classes temáticas com suas áreas e percentuais, classificado pelo NDVI, para os anos de 2005, 2010 e 2015, respectivamente. Nota-se, na Tabela 3, que a classe temática solo exposto no ano de 2015, apresentou uma área de 193,57 km² (14,27%), indicando um aumento de 4,13% (56,04 km²) registrado em 2010. Em contrapartida, na classe denominada água / nuvem ocorreu uma redução, posto que no ano de 2005, sua área era cerca de 53,09 km², enquanto em 2015 passou para 29,60 km², indicando uma redução de 23,49 km² (1,73%).

Tabela 3 - Classes temáticas, área (km²) e percentual (%)

Classes temática	2005		2010		2015	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Água / Nuvem	53,09	3,91	10,18	0,75	29,60	2,18
Solo Exposto	137,53	10,14	62,10	4,58	193,57	14,27
Baixa Vegetação	307,34	22,66	251,93	18,57	309,66	22,83
Moderada Vegetação	353,06	26,03	431,09	31,78	309,36	22,81
Muita Vegetação	505,48	37,26	601,20	44,32	514,32	37,92
Total	1356,50	100	1356,50	100	1356,50	100

Conforme observado na Figura 2, pode-se inferir que no município de Santa Luzia do Pará, os valores de NDVI variaram entre < 0 a $> 0,6$, para os anos de 2005 a 2015, respectivamente. Baseado na Figura 2, constata-se que para o ano de 2005, uma área de 53,09 km² (3,91%) do território de Santa Luzia do Pará apresentou valores menores que < 0 , indicando possivelmente a existência de água na superfície terrestre, ou ainda, lugares cobertos por nuvem e por sombra de nuvem.

Em relação ao ano de 2010, observa-se que as classes temáticas predominantes foram baixa vegetação com uma área de 251,93 km² (18,57%), moderada vegetação com 431,09 km² (31,78%) e muita vegetação com uma extensão de 601,20 km² (44,32%). Quanto ao ano de 2015, verificou-se que a classe temática muita vegetação apresentou a maior área, com 514,32 km² (37,92%), em seguida foi a classe baixa vegetação com uma extensão de 309,66 km² (22,83%).

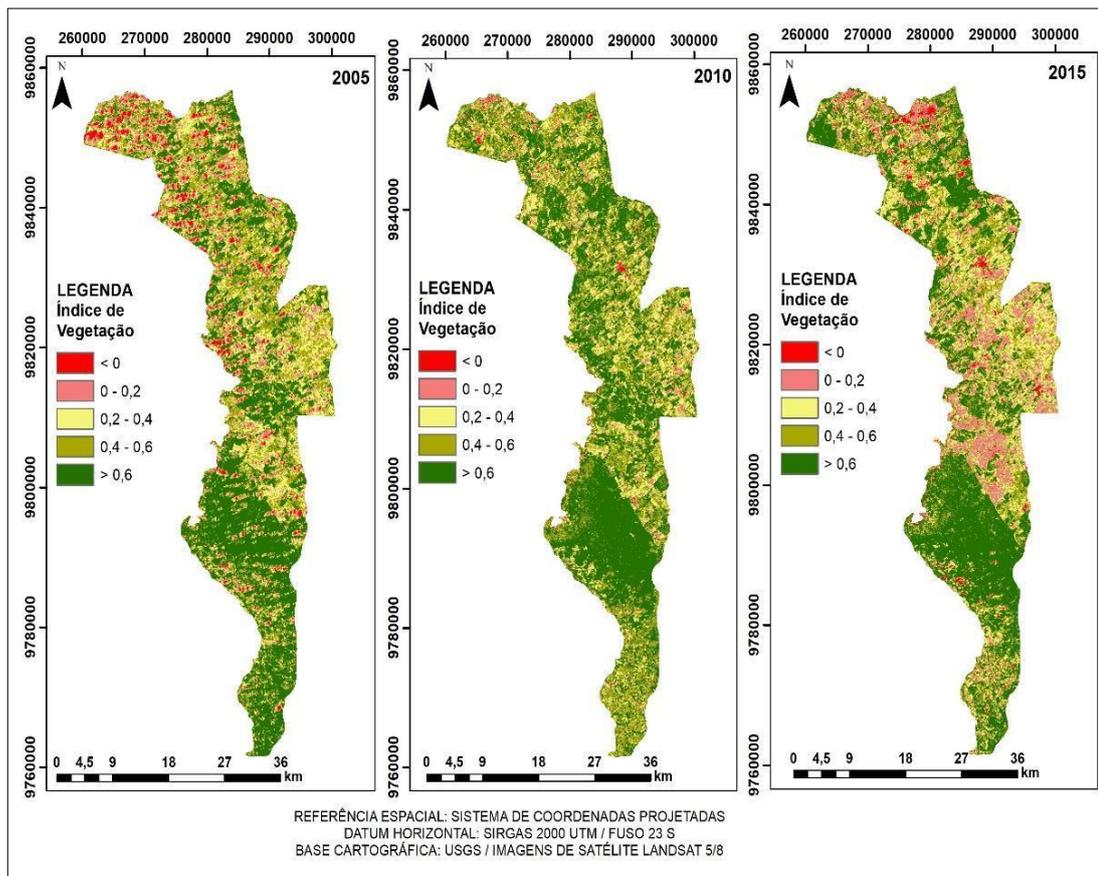


Figura 2 - Índice de vegetação do município de Santa Luzia do Pará, Amazônia.

A classe de solo exposto neste estudo, em geral, fica próxima da área urbana do município, de comunidades rurais, estradas vicinais e locais com

atividades agrícolas como, por exemplo, lavouras temporárias e permanentes (Figura 3a e b), bem como agropecuária.



Figura 3 - Lavouras temporárias no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia: a) cultivo de mandioca; b) produção de feijão.

As atividades ligadas ao setor agropecuário como, por exemplo, a remoção e a queima da floresta para criação de pasto conforme observado no município de Santa Luzia do Pará, possivelmente estão associadas a demanda da bovinocultura extensiva, ou seja, criação de gado em grandes áreas, com fins comerciais. Ademais, estudos mostram que o desmatamento tem sido ocasionado pela transformação da floresta, em especial para pecuária, agricultura de corte e queima (Ferreira et al., 2005; Nascimento et al., 2014).

Conforme Coelho et al. (2018), na mesorregião denominada Nordeste Paraense, onde está localizado o município estudado, a estruturação fundiária foi constituída por pequenos empreendimentos agropecuárias, com média de 38,36 ha. Essa forma de ordenamento territorial foi herdada do modelo de colonização e da organização fundiária

implementado na mesorregião (Pacheco e Benatti, 2015).

Essa observação é corroborada com os achados da pesquisa realizada por Carvalho et al. (2018) na comunidade do Broca em Santa Luzia do Pará, nos quais observaram que os tratos culturais feitos pelos agricultores são o corte e a queima da formação florestal, em áreas preferencialmente de capoeira, sendo realizado de forma manual, por meio de utensílios como machado, foices e terçados, visto que os lavradores não possuem equipamentos mecanizados para o preparo da área, visando o cultivo de uma cultura agrícola específica e a limpeza de pastagem. Ainda no tocante ao uso da terra, a pecuária é uma atividade bastante expressiva, em que o gado é produzido para corte, conforme constatado na Figura 4a e b. Além disso, essa atividade contribuiu para organização fundiária da região.

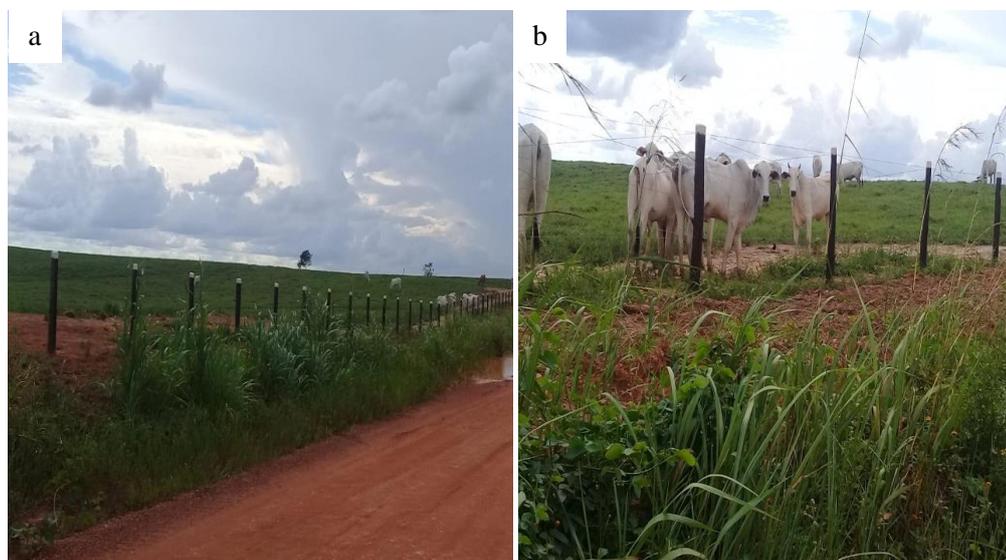


Figura 4 - Pecuária extensiva no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia: a) estrada vicinal e área de pastagem; b) gado criado no pasto.

Com base nos resultados alcançados, pode-se inferir que a classe denominada muita vegetação apresentou maior ocorrência na parte sul do município, nos anos de 2005, 2010 e 2015. Logo, é possível presumir que esse fato esteja associado a existência de territórios indígenas nessa área do município, conforme ilustrado na Figura 5, ou seja, área demarcada, evitando a intensificação de atividades antrópicas, como o desmatamento e queimada.

Alguns estudos indicam que os territórios indígenas exercem um papel relevante como barreiras ao desflorestamento e às emissões de gases atmosféricos, em especial, o dióxido de carbono (CO₂) (Dourado et al., 2017; Nepstad et al., 2006; Soares Filho et al., 2010). Tais estudos ressaltam a

importância da proteção territorial de comunidades locais como instrumento de preservação do patrimônio natural, estando ambas manifestações intimamente conectadas.

Neste contexto, é importante ressaltar a ação do Projeto de Restauração Florestal na terra Indígena alto Rio Guamá (TIARG), desenvolvido pelo Ideflor-Bio. No mesmo, comunidades indígenas do município de Santa Luzia do Pará são capacitadas a preservar e recompor extratos de floresta pertencentes a seus territórios, fato este corroborado pelos mapas elaborados para os respectivos anos pesquisados. Percebe-se, diante disso, uma ação benéfica da demarcação de terras indígenas na proteção de áreas naturais amazônicas.

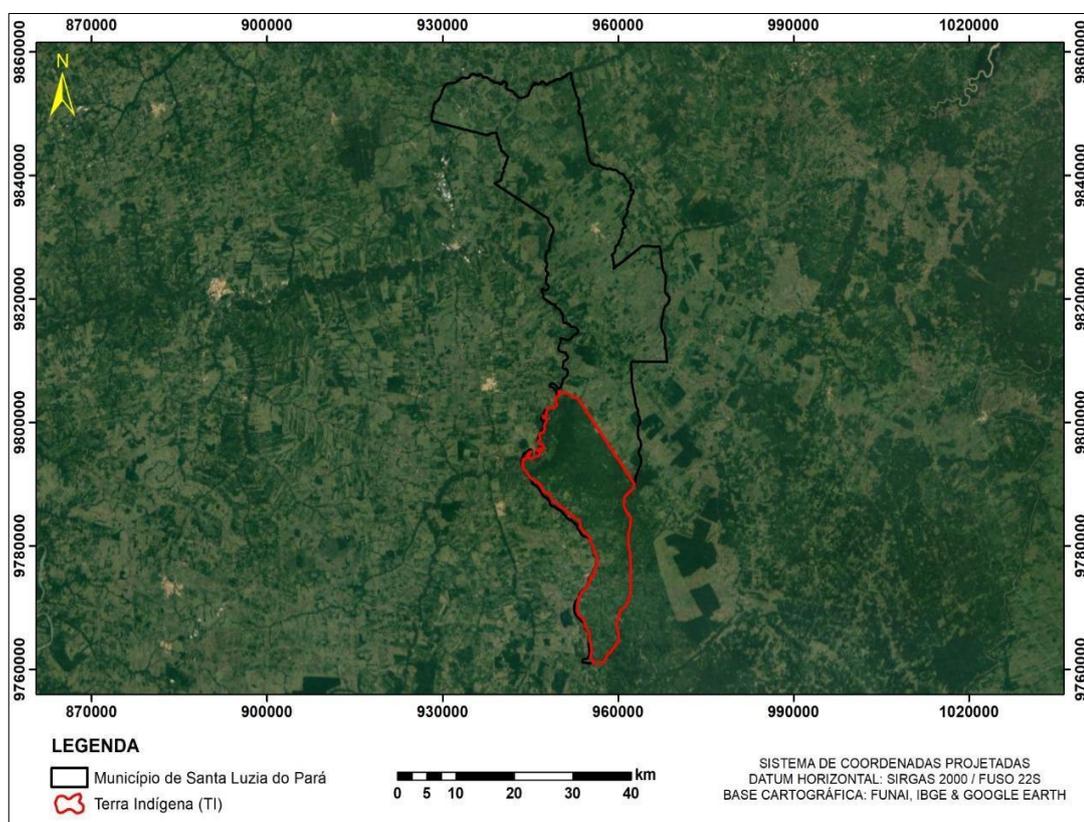


Figura 5 - Demarcação de terra indígena no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia.

Além da verificação do índice de vegetação, investigou-se também o comportamento dos padrões térmicos manifestados no município. Observando a Figura 6, pode-se depreender que os locais com maiores registros de temperatura de superfície (TS) corresponde às áreas de solo exposto no território do município, conforme observado no mapa temático referente ao ano de 2015

As áreas de solo exposto, isto é, desnudo apresentam temperaturas elevadas em virtude da remoção da cobertura vegetal, colaborando para uma maior incidência dos raios solares na superfície terrestre, proporcionando o aumento da temperatura

do solo, posteriormente, maior temperatura no decorrer do dia (Costa et al., 2016; Oliveira et al., 2013).

Na medida em que a área de cobertura vegetal vai sendo reduzida, ocorre um contínuo aumento da temperatura (Bezerra et al., 2018; Pavão et al., 2015), ao mesmo tempo que locais com maior formação vegetal reduz a absorção de calor na superfície terrestre, apresentando menor temperatura (Costa et al., 2016; Crispim et al., 2018).

Observa-se na Figura 6, que as menores TS registrada para o ano de 2005, pode estar ligada aos locais com sombra de nuvem, vegetação ou corpos

hídricos. Em contrapartida, para o ano de 2015, pode-se inferir que as menores temperaturas foram em locais com muita vegetação, conforme verificado na parte sul do município, onde se localiza a área indígena. Assim, pode-se constatar uma redução

evidente na temperatura de superfície, o que pode estar associado ao índice de vegetação, apresentado na Figura 2, enfatizando uma relação inversamente proporcional entre índice de vegetação e temperatura de superfície.

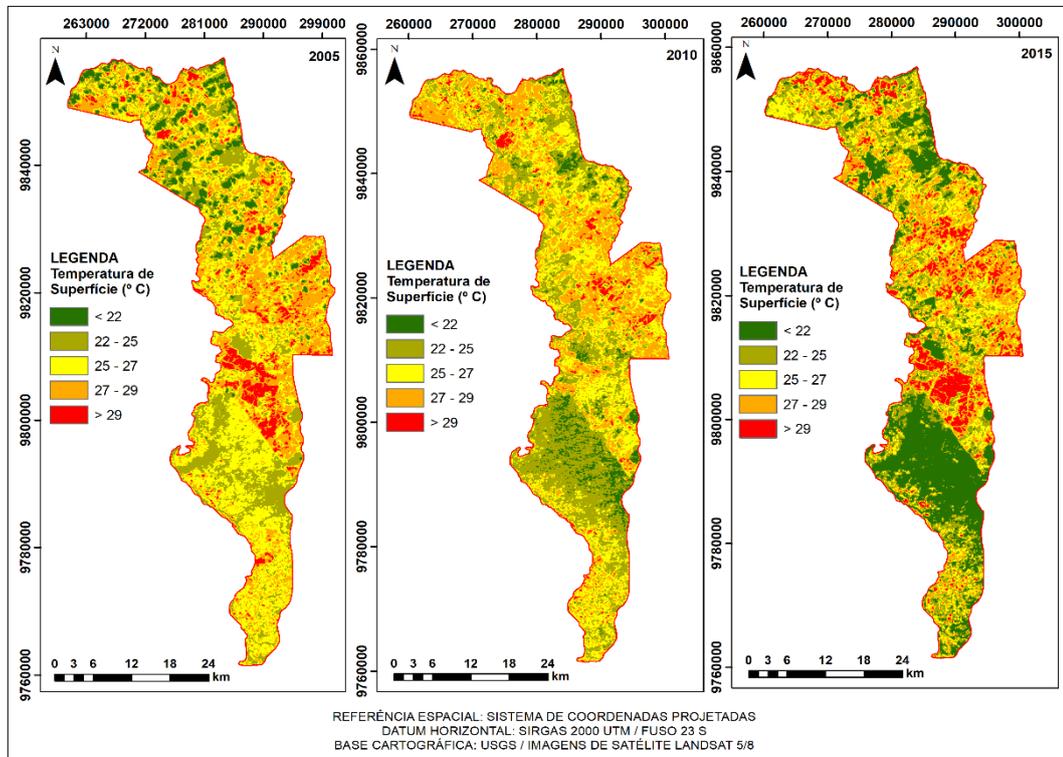


Figura 6 - Temperatura de Superfície (TS) no município de Santa Luzia do Pará, Amazônia.

4. Conclusão

Com base nos resultados alcançados neste estudo, observou-se que os menores valores de NDVI nos anos pesquisados foram em áreas cobertas por nuvem e com sombra de nuvem, bem como locais próximos de corpos hídricos, em contrapartida, os maiores valores de NDVI foram registrados em áreas com muita vegetação.

No que concerne à temperatura de superfície (TS), constatou-se que as mudanças na paisagem natural do município de Santa Luzia do Pará, estão ligadas com o aumento da (TS), posto que áreas com solo exposto, a (TS) foi superior a 29 °C, enquanto as menores (TS) foram registradas em áreas com sombra nuvem, corpos hídricos e muita vegetação, com (TS) inferior a 22 °C.

Os resultados obtidos quanto ao índice de vegetação e a temperatura de superfície (TS) referente aos anos estudados (2005, 2010 e 2015), indicam que estes provavelmente podem ser influenciados pelas atividades antropogênicas realizadas na extensão territorial do município de Santa Luzia do Pará, ocasionando alteração paisagem natural e causando implicações na vegetação e temperatura da superfície terrestre.

Agradecimentos

O primeiro autor agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa acadêmica do Processo de n.º 88882.460029/2019-01.

Referências

- Barros, K.O., Marcatti, G.E., Costa, F.R., Oliveira, J.C., Ribeiro, C.A.A.S., Soares, V.P., Silva, E., 2013. Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. *Agrogeoambiental* 5, 43-54.
- Bentes, A.L.S., Brasil Neto, A.B., Andrade, P.C., Braga, A.N., Peres, V.C., Santos Junior, R.A.T., Franco, M.J.B., Santos, A.B.S., 2017. Dinâmica do uso do solo na ilha de Caratateua, Belém, Pará. *Agrossistemas* 9, 360-369.
- Bezerra, J.V.deA., Andrade, J.S., Melo, F.P.de, Vigoderis, R.B., Galvêncio, J.D., Souza, W.M. de, 2019. Degradation of the Vila Maria Spring in Garanhuns-PE. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 9, 320-329.

- Bezerra, P.E.S., Moraes, E.T.I.de, Soares, I.R.daC., 2018. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. *Revista Brasileira de Cartografia* 70, 803-818.
- Campos, P.N., Coutinho, A.V.S., Costa, A.V.D., Coutinho, J.S., 2019. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise do uso e ocupação do solo em uma área pertencente ao município de Capitão Poço-PA. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 2, 1792-1799.
- Carvalho, L.T.daS., Souza, A.de, Farias, F.doC., Melo Júnior, L.C.M.M., Silva Filho, A.V.A., 2018. O Uso Agrícola da Terra na Comunidade do Broca, Município de Santa Luzia do Pará, Nordeste Paraense, Amazônia Oriental. *Cadernos de Agroecologia* 13, 1-6.
- Chander, G., Markham, B.L., Helder, D.L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113, 893-903.
- Coelho, A.L.N., Correa, W.S.C., 2013. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia e Aplicações. *Revista Geografia Acadêmica* 7, 31-45.
- Coelho, A.S., Toledo, P.M., Vieira, I.C.G., Canto, O.D., Adami, M., Gomes, A.R., Narvaes, I.S., 2018. Impactos das mudanças de uso da terra nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais* 13, 107-120.
- Coelho, V.H.R., Montenegro, S.M.G.L., Almeida, C.N., Lima, E.R.V., Ribeiro Neto, A., Moura, G.S.S., 2014. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18, 64-72.
- Cordeiro, A.P.A., Berlatto, M.A., Fontana, D.C., Melo, R.W., Shimabukuro, Y.E., Claudimar Sidnei Fior, C.S., 2017. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. *Ciência Florestal* 27, 883-896.
- Costa, D.P., Vendruscolo, J., Rosa, D.M., Mendes, D.M., Cavalheiro, W.C.S., Rodrigues, A.A.M., 2019. Morfometria e dinâmica de desmatamento da microbacia Canaã, Amazônia, Brasil. *Brazilian Journal of Development* 5, 30754-30772.
- Crispim, D.L., Bezerra, P.E.S., Rodrigues, R.S.S., Vieira, A.S.A., Fernandes, L.L., 2018. Uso e ocupação do solo e sua associação com a temperatura da superfície terrestre no município de Baixo-CE. *Revista Geonorte* 9, 126-140.
- Dourado, M.F., Nóbrega, C.C., Bortolotto, F., Alencar, A., Moutinho, P., 2017. A gestão ambiental e territorial de Terras Indígenas da Amazônia brasileira: uma questão climática. *Braziliana-Journal for Brazilian Studies* 5, 230-253.
- Farias Neto, J.T.D., Moura, E.F., Resende, M.D.V.D., Celestino Filho, P., Augusto, S.G., 2013. Genetic parameters and simultaneous selection for root yield, adaptability and stability of cassava genotypes. *Pesquisa agropecuária brasileira* 48, 1562-1568.
- Ferreira, L.V., Venticinque, E., Almeida, S., 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados* 19, 157-166.
- Gusso, A., Fontana, D.C., Gonçalves, G.A., 2007. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. *Pesquisa agropecuária brasileira* 42, 231-237.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Panorama das cidades: Santa Luzia do Pará. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santa-luzia-do-para/panorama>. Acesso: 30 dez. 2019.
- Ideflor-Bio. Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do estado do Pará, 2019. Encontro para restauração Florestal em Terras Indígenas no estado do Pará. Disponível: <https://ideflorbio.pa.gov.br/em2019/06/encontro-para-restauracao-florestal-terras-indigenas-no-estado-do-para/>. Acesso: 30 dez. 2019.
- Nascimento, L.E.S., Rocha, J.A., Magalhães, J.A., Costa, N.deL., Nascimento, T.daS., Townsed, C.R., 2014. Subsídios técnicos para gestão ambiental em sistemas silvipastoris. *PUBVET* 8, 587- 696.
- Nepstad, D., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Ray, D., Schlesinger, P., Rolla, A., 2006. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation biology* 20, 65-73.
- Oliveira, A.S., Nogueira, M.C.J.A., Sanches, L., Nogueira, J.S., 2013. Variáveis meteorológicas e cobertura vegetal de espécies arbóreas em praças urbanas em Cuiabá, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28, 389-400.
- Oliveira, T.T.G.T., Bezerra, P.E.S., Pontes, A.N., Martins, A.C.C.T., 2018. Modificações paisagísticas e implicações térmicas no distrito administrativo de Belém, Pará. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 13, 404-411.
- Orhan, O., Ekercin, S., Dadaser-Celik, F., 2014. Use of Landsat Land Surface Temperature and Vegetation Indices for Monitoring Drought in the Salt Lake basin Area, Turkey. *The Scientific World Journal*, 1-11.
- Pacheco, P., Benatti, J.H., 2015. Tenure security and land appropriation under changing environmental

- governance in lowland Bolívia and Pará. *Forests* 6, 464-491.
- Pavão, V.M., Querino, C.A.S., Beneditti, C.A., Pavão, L.L., Querino, J.K.A.S., Biudes, M.S., 2015. Temperatura E Albedo da superfície por Imagens Tm Landsat 5 em diferentes usos do Solo no sudoeste da Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia* 16, 169-183.
- Prodanov, C.C., Freitas, E.C.de., 2013. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Feevale, Novo Hamburgo.
- Queiroz, T.B., Sousa, R.S., Baldin, T., Batista, F.J., Marchesan, J., Pedrali, L.D., Pereira, R.S., 2017. Avaliação do Desempenho da classificação do uso e cobertura da terra a partir de Imagens Landsat 8 e RapdiEye na região central do Rio Grande do Sul. *Geociências* 36, 569-578.
- Rodrigues, J.C, Sobreiro Filho, J., Oliveira Neto, A., 2018. O rural e o urbano na Amazônia metropolitana: reflexões a partir de Ananindeua, Pará. *Revista NERA* 21, 256-280.
- Santos, A.S.R.M., Mauro, T.L., Souza, L.A., Senigalia, R.L.C., Castro, D.A., Santos, E.S., 2019. Métodos de Classificação supervisionada aplicados no uso e ocupação do solo no município de Presidente Médici - RO. *Biodiversidade* 18, 150-159.
- Santos, F.D.A.dos, Aquino, C.M.S.de, 2015. Análise da dinâmica do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), dos aspectos econômicos e suas relações com a desertificação/degradação ambiental em Castelo do Piauí, Piauí, Brasil. *Revista Electrónica de Investigación e Desenvolvimento* 4, 1-17.
- Silva, D.S., 2019. Trajetórias de uso e cobertura da terra no município de Novo Progresso-Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Belém, UFRA.
- Silva, T.M.L., Borges, M.S., Andrade, M.M.N., Costa, T.J.C., 2019. Análise do uso e ocupação do solo e mapeamento de áreas aterradas em Abaetetuba (PA). *Jornal Aplicado em Hidroambiente e Clima* 1, 38-50.
- Soares Filho, B., Moutinho, P., Nepstad, D., Anderson, A., Rodrigues, H., Garcia, R., Silvestrini, R., 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, 10821-10826.