

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XVII

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores



Pantanal Editora

2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XVII



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

P474

Pesquisas agrárias e ambientais - Volume XVII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 72 p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-02-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756020>

1. Agricultura e pesquisa agrícola. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 630.72

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura e pesquisa agrícola



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As pesquisas agrárias e ambientais são fundamentais para orientar a agricultura em direção a um futuro mais sustentável, onde a produção de alimentos esteja alinhada com a conservação do meio ambiente e a manutenção da saúde dos ecossistemas. Isso é crucial para garantir a prosperidade contínua da agricultura e a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XVII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: classificação supervisionada de imagens aéreas com drones para identificação de plantas daninhas; avaliação das perdas ocasionadas no processo de colheita de duas variedades de milho; capim em substituição à água para a reidratação de milho grão na ensilagem; unidades de Conservação no fomento aos Serviços Ecossistêmicos: uma abordagem de revisão na Resex Marinha da Baía do Iguape-BA; imagens orbitais na caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Corrente, Piauí; distribuição da *Malva sylvestris* na composição de um banco de sementes em área de pastagem degradada. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XVII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Classificação supervisionada de imagens aéreas com drones para identificação de plantas daninhas	6
Capítulo II	20
Avaliação das perdas ocasionadas no processo de colheita de duas variedades de milho	20
Capítulo III	27
Capim em substituição à água para a reidratação de milho grão na ensilagem	27
Capítulo IV	42
Unidades de Conservação no fomento aos Serviços Ecossistêmicos: uma abordagem de revisão na Resex Marinha da Baía do Iguape-BA	42
Capítulo V	50
Imagens orbitais na caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Corrente, Piauí	50
Capítulo VI	65
Distribuição da <i>Malva sylvestris</i> na composição de um banco de sementes em área de pastagem degradada	65
Índice Remissivo	71
Sobre os organizadores	72

Imagens orbitais na caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Corrente, Piauí

Recebido em: 15/07/2023

Aceito em: 21/07/2023


 10.46420/9786585756020cap5


Temístocles Pacheco Lima 


Antônio Celso de Sousa Leite 


Fernanda de Lima Camilo 

Oberis dos Santos Nascimento 

Adenio Louzeiro de Aguiar Júnior 

Fabrina Teixeira Ferraz 

Tayllor Eduardo de Macêdo Silva 

Luciano Cavalcante de Jesus França 

INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, as alterações na paisagem do domínio Cerrado intensificaram-se, sobretudo, em função da expansão agrícola e pecuária. No Cerrado que compreende o sul do estado do Piauí, essa modificação, também pode ser observada, principalmente pelo aumento na produção de grãos, que passou de 1.058.000 hectares em 2010 para 1.368.000 em 2016 (CONAB, 2011; 2016).

Com o intenso desenvolvimento das atividades agrícolas nesse bioma, estabeleceu-se a ocupação territorial em porções das regiões do Maranhão, Tocantins, Piauí e da Bahia - MATOPIBA, conhecida como a “última fronteira agrícola” do Brasil. Essa região engloba 337 municípios, no estado do Tocantins e em parte dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, com área de 73.848.967 hectares (Bolfé et al., 2016). Aliado ao desenvolvimento agrícola no Cerrado piauiense, nota-se aumentos em pesquisas e discussões acerca das alterações climáticas e conservação da biodiversidade. Neste contexto, estudos sobre as mudanças na temperatura de superfície terrestre e na cobertura do solo ganham importância para o planejamento frente a expansão das terras agricultáveis e da urbanização, surgindo como alternativa de auxiliar na gestão das bacias hidrográficas (Soares, 2015; Pereira, Spatti Jr; Pinto, 2016), gerando informações para auxiliar na melhoria da qualidade de vida social e na busca do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos naturais.

Algumas dificuldades podem ser evidenciadas na elaboração de estudos ambientais, visto que a coleta de dados pode ser limitada devido alguns aspectos, como a extensão territorial e a variabilidade dos fatores analisados, sobretudo, os climáticos. Diante disso, o sensoriamento remoto se destaca por servir como base para uso em diversos estudos, como em mudanças no uso do solo (Silva; Barros, 2016), quantificação das áreas queimadas (Sousa; Giongo, 2016), estimativas futuras de desmatamento e emissões de CO₂ (Salmona, Paiva; Matricardi, 2016), áreas propícias a contaminação por agrotóxicos

(França, Silva, Lisboa, Lima; Ferraz, 2016) e análise temporal da temperatura de superfície (Leite, Oliveira; Borges, 2016).

A interação entre o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas constitui uma ferramenta eficiente, que permite simular e monitorar processos ambientais dos cenários passados, atuais e futuros, auxiliando na tomada de decisões. De tal modo, o sensoriamento remoto é uma importante ferramenta para obtenção de dados em estudos ambientais, normalmente, por imagens orbitais (Braz, Águas; Garcia, 2015). Alguns trabalhos já foram desenvolvidos com auxílio do sensoriamento remoto para estimar e analisar a temperatura de superfície terrestre, outros para verificar as mudanças na cobertura florestal em bacias hidrográficas com imagens orbitais (Coelho; Correa, 2013; Galharte, Villela; Crestana, 2014; Paula, Pimentel & Ferreira, 2016). Entretanto, estes trabalhos não enfatizam a relação da temperatura de superfície terrestre com a mudança da cobertura florestal, especialmente no domínio Cerrado.

A temperatura de superfície terrestre pode ser considerada um dos fatores mais relevantes do clima, tendo uma grande importância para o desenvolvimento das atividades humanas (Pereira, Mees, Leite; Magalhães Filho, 2017). Além disso, o conhecimento da temperatura de superfície terrestre e a situação da cobertura do solo permitem gerar subsídios para o planejamento ambiental e conservação dos recursos hídricos, tornando-se evidente em análises ambientais diante de bacias hidrográficas (Nascimento; Fernandes, 2017).

A bacia hidrográfica do rio Corrente é um recurso hídrico de grande importância econômica e ambiental para a microrregião da Chapada do Extremo Sul Piauiense, principalmente, por fornecer água para o abastecimento da população e, nas atividades agrícolas e pecuária. Porém, há a carência de estudos relacionados a situação ambiental da bacia hidrográfica, a fim de fornecer informações para elaboração de programas de preservação e conservação dos recursos hídricos e do Cerrado.

Diante disso, por meio deste estudo, objetiva-se analisar a relação da temperatura de superfície terrestre com a cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Corrente, Piauí, no decorrer dos anos de 1986 a 2016.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Corrente (BHRC), com área total de drenagem de 897,34 km². Sua maior porção está compreendida nos limites do município de Corrente, Piauí (Figura 1).

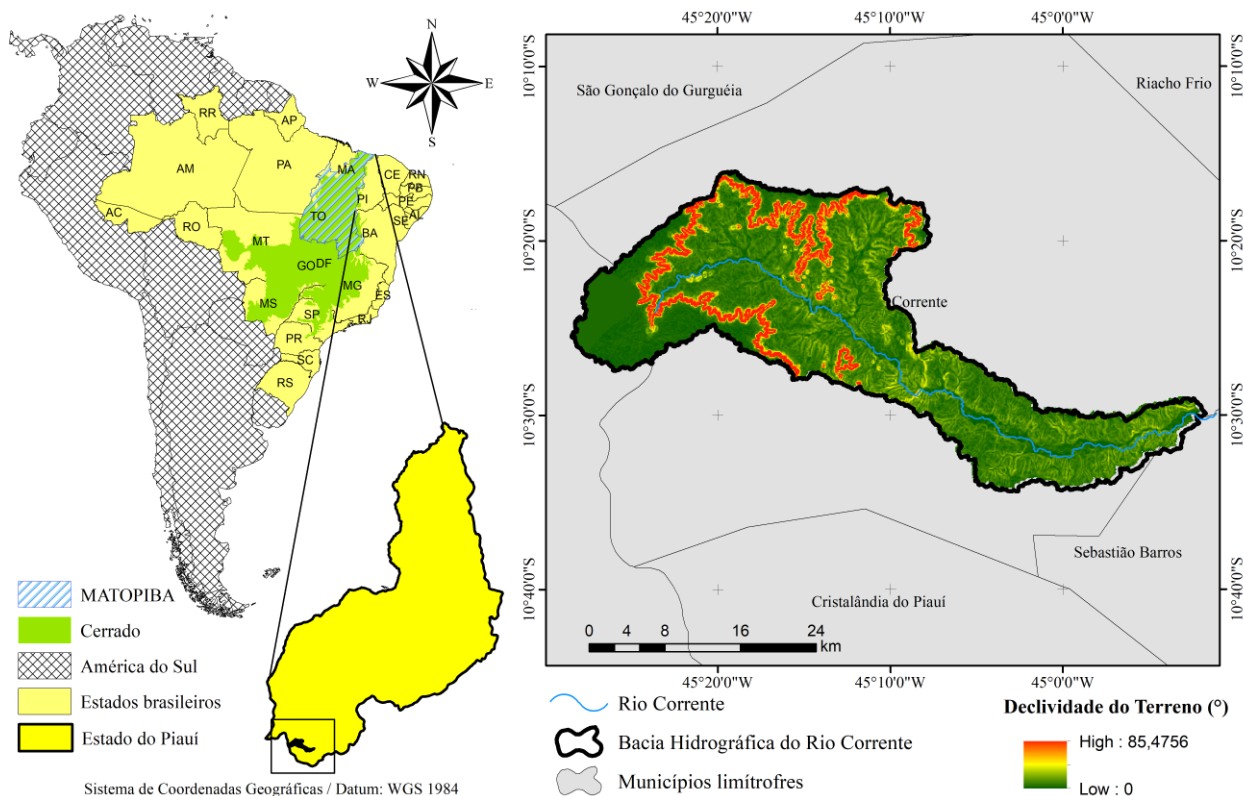


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Corrente, no sul do estado do Piauí. Fonte: os autores.

A BHRC está inserida na microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense dentro do domínio Cerrado. Na região, as principais atividades econômicas são a pecuária extensiva, agricultura familiar e agricultura moderna, com um período chuvoso entre os meses de novembro a abril.

Etapas de processamento das imagens orbitais

No sequenciamento abaixo, estão descritas as etapas adotadas para mapear e estimar a temperatura de superfície com enfoque na cobertura florestal do presente bioma.

1. Aquisição das imagens do satélite Landsat 5 e 8 com arquivo metadados dos anos 1986, 1996, 2006 e 2016 – USGS;
2. Aquisição das Bases Cartográficas – IBGE;
3. Software utilizado: Quantum GIS;
4. Calibração Radiométrica e Georreferenciamento das Imagens com Base na Imagem do Ano de 2016, adotando SIRGAS 2000 – 23S;
5. Extração da Bacia Hidrográfica do Rio Corrente;
6. Conversão das imagens para radiância, a banda termal 6 do Landsat 5 e as bandas termais 10 e 11 do Landsat 8;
7. Índice de vegetação ajustado ao solo – SAVI, representando as áreas com ausência de cobertura vegetal, médio e alto índice de vegetação;

8. Temperatura de Superfície Terrestre – TST, simulando as mínimas, médias e máximas temperaturas.

Todos os procedimentos são baseados em funções matemáticas processadas no software QUANTUM GIS 2.14.3 por ser livre e de uso aberto (Nanni et al., 2012).

Aquisição das imagens de satélites e bases cartográficas

Foram utilizadas imagens (matrizes) dos satélites Landsat 5 e 8, referentes aos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016, as quais foram adquiridas gratuitamente no sítio eletrônico do *United States Geological Survey* (USGS), juntamente com o arquivo de metadados. Utilizou-se as bases cartográficas do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na Tabela 1, encontram-se informações das imagens de satélites utilizadas, para as quais foram adotados os seguintes critérios na escolha: disponibilidade das imagens no mês de junho, datas de captura próxima e mínima cobertura de nuvens (Silva et al., 2016; Santos et al., 2016).

Tabela 2. Informações das imagens de satélites selecionadas. Fonte: USGS, 2016

Órbita-Ponto	Satélite	Sensor	Dia-Mês-Ano	Horário de Passagem
220-67	Landsat 5	Thematic Mapper (TM)	26/06/1986	12:30:20
220-67	Landsat 5	Thematic Mapper (TM)	21/06/1996	12:20:05
220-67	Landsat 5	Thematic Mapper (TM)	17/06/2006	12:59:33
220-67	Landsat 8	Thermal Infrared Sensor (TIRS) e Operacional Terra Imager (OLI)	12/06/2016	13:06:38

O satélite Landsat 5, apresenta resolução temporal de 16 dias e resolução radiométrica de 8 bits, sendo composto por seis bandas multiespectrais e uma banda termal (banda 6). Já o Landsat 8, tem a mesma resolução temporal do Landsat 5, porém, com resolução radiométrica de 16 bits, nove bandas multiespectrais e duas bandas termais (bandas 10 e 11).

Calibração radiométrica e georreferenciamento das imagens

Os níveis de cinzas das bandas multiespectrais, foram convertidos em reflectância por meio da calibração radiométrica para bandas dos anos trabalhados, com exceção das bandas termais. Este pré-processamento foi possível com o auxílio do complemento “*Semi-Automatic Classification Plugin – SCP*”, nas abas “*Preprocessing*”, seguida da “*Landsat*”, utilizando o arquivo de texto MTL (metadados) e imagens de cada ano, que gerou as bandas em unidade de reflectância.

No software QGIS, também foram realizadas as correções geométricas (georreferenciamento) das bandas multiespectrais das imagens do ano de 2016 e, em seguida se aplicaram as correções

geométricas para bandas das imagens dos anos 1986, 1996 e 2006, com base no ano 2016 por meio da ferramenta “Georreferenciador”, adotando o sistema referencial geodésico SIRGAS 2000 – 23S.

Índice de vegetação ajustado ao solo

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo – SAVI permite minimizar os efeitos do solo no espectro da radiação proveniente dos dosséis de vegetações esparsas pela constante de ajuste (Huete, 1988).

Efetuiu-se a extração da bacia hidrográfica do Rio Corrente das imagens em reflectância das bandas multiespectrais 3 (região do vermelho) e 4 (região do infravermelho) do Landsat 5 e das bandas multiespectrais 4 (região do vermelho) e 5 (região do infravermelho) do Landsat 8. Em seguida, utilizou-se a ferramenta “Calculadora Raster” para gerar o SAVI com base na Equação 1, proposta por Huete (1988).

$$SAVI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R+L)} * (1 + L) \quad (Eq. 1.)$$

em que: SAVI = Índice de vegetação ajustado ao solo; NIR = Banda do infravermelho próximo; R = Banda do vermelho e L = Constante de ajuste do solo.

Quanto à constante de ajuste do solo, foi adotado o valor 0,5 devido a vegetação apresentar uma densidade intermediária. Segundo Huete (1988), os valores ótimos para L são: L = 1 para densidades baixas de; L = 0,5 para densidades médias; L = 0,25 para densidades altas.

Com base no gradiente de cores do SAVI, foram determinados os seguintes intervalos de cores para análise: Verde-Amarelo, refere-se alto índice de vegetação; Amarelo-Laranja, simula o médio índice de vegetação e o Laranja-Vermelho, retrata ausência de cobertura vegetal. Posteriormente, realizou-se uma reclassificação de cada imagem com auxílio do algoritmo “*r.reclass*” e, em seguida, calculou-se a área (km²) de cada intervalo de cores por meio do complemento “*Calc.Area*”. De posse das informações, o mapa de índice de vegetação ajustado ao solo da bacia hidrográfica do Rio Corrente foi elaborado.

Temperatura de Superfície Terrestre

Para mapear a Temperatura de Superfície Terrestre – TST foram utilizadas a banda 6 do Landsat 5 e, as bandas 10 e 11 do Landsat 8, que correspondem à faixa do infravermelho termal. Logo, efetuou-se a conversão dos níveis de cinza de cada matriz (DN) para radiância, através da ferramenta “Calculadora Raster” com base nas Equações 2 e 3, respectivamente, Landsat 5 e 8, proposta pela NASA (Qin, Karnieli & Berliner, 2001).

$$L\lambda = Lmin + (Lmax - Lmin) * \frac{DN}{255} \quad (Eq. 2)$$

em que: $L\lambda$ = valor da radiação espectral; $Lmin$ = constante de radiance mínima; $Lmax$ = constante de radiance máxima e; DN = Número Digital (matriz). $Lmin=15.303$ e $Lmax=1.238$.

$$L\lambda = ML * Qcal + Al \quad (\text{Eq. 3})$$

em que: $L\lambda$ = valor da radiação espectral; ML = constante de radiance mult; Al = constante de radiance add e; $Qcal$ = Número Digital (matriz). $ML=0.0003342$ e $AL=0.1$

Depois da conversão em radiância, utilizou-se a matriz $L\lambda$ para estimar a TST de cada ano por meio da “Calculadora Raster”. Para isto, foi utilizada a Equação 4 para conversão de radiação para valor de TST, proposta por Qin et al. (2001).

$$Tb = \frac{K2}{Ln\left(\frac{K1}{L\lambda}\right)+1} \quad (\text{Eq. 4})$$

em que: Tb = Temperatura na escala de Kelvin (K); $L\lambda$ = Matriz convertida; $K1$ = Constante térmica, específica para cada banda; e $K2$ = Constante térmica, específica para cada banda. Para Landsat 5 e 8, $K1=607.76$ (K), $K2=1260.56$ (K) e $K1=480.89$ (K), $K2=1201.14$ (K), respectivamente.

Todos os valores das constantes das Equações 2, 3 e 4 foram encontradas no arquivo metadados de cada ano analisado. As temperaturas resultantes foram convertidas em graus Celsius (°C) pela subtração do valor absoluto de 273,15 Kelvin. Em relação ao ano 2016, utilizou-se a “Calculadora Raster” para realizar uma média da TST entre as bandas 10 e 11.

A partir dos resultados, analisou-se o gradiente de cores da TST e foram estabelecidos os seguintes intervalos de cores: Verde-Amarelo, representa as temperaturas máximas; Amarelo-Azul Claro, simula as temperaturas médias e Azul Claro-Azul, refere-se as temperaturas mínimas. Logo, foram executados os mesmos procedimentos adotados no SAVI e, por fim, a confecção da carta de temperatura da superfície terrestre da bacia hidrográfica do Rio Corrente, Piauí.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de vegetação ajustado ao solo

Na Figura 2, entre os anos de 1986 a 2016, o SAVI apresentou valor mínimo de -0,4 e de 0,76, onde o valor abaixo de zero simula uma variação entre a ausência da cobertura vegetal e o baixo índice de vegetação e o valor acima de zero, entre médio e o alto índice da vegetação (Rêgo, Souza de Lima, Lima & Monteiro, 2012). Resultados diferentes foram encontrados por Braz et al. (2015), tendo um índice SAVI entre -0,59 a 1,02, em uma bacia hidrográfica pertencente ao bioma Cerrado, no Mato Grosso do Sul. Porém, Rêgo et al. (2012) relata que a intensidade, frequência, distribuição e o regime da precipitação de cada região promovem um aumento ou decréscimo da biomassa, afetando os valores do SAVI.

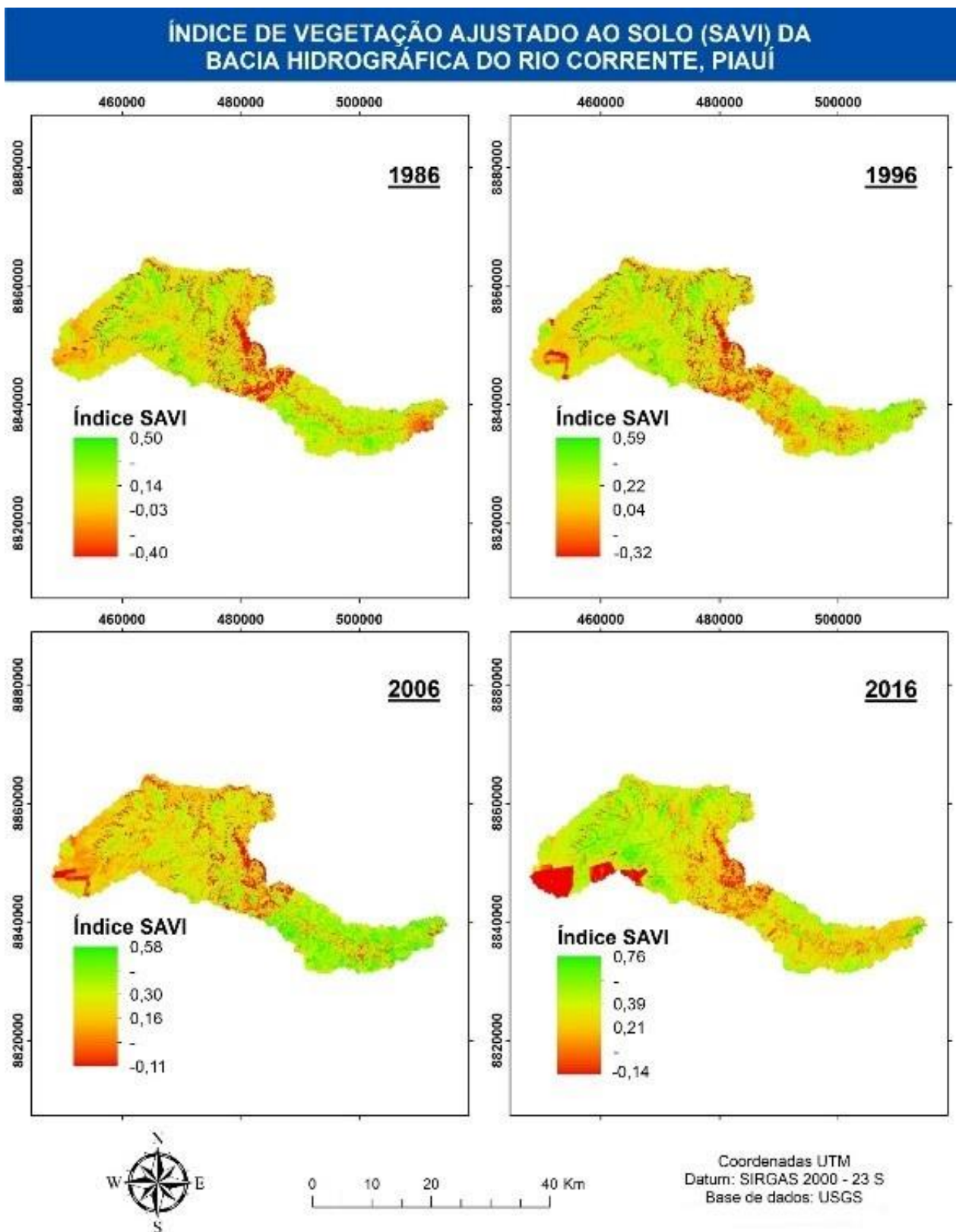


Figura 2. Mapa de índice de vegetação ajustado ao solo da bacia hidrográfica do Rio Corrente – PI nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016 (Verde-Amarelo: refere-se, alto índice de vegetação; Amarelo-Laranja: simula o médio índice de vegetação e; o Laranja-Vermelho: retrata ausência de cobertura vegetal). Fonte: os autores.

Braz et al. (2015) e Ribeiro, Castro Silva e Silva (2016) recomendam o SAVI para o bioma Cerrado por proporcionar resultados confiáveis na representação em função da constante de ajuste. Já os autores Ferreira e Huete (2004) relatam que o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI e o SAVI geram resultados semelhantes, que permitem utilização de ambos para bioma Cerrado.

Além do mais, é perceptível também a evolução do agronegócio nas chapadas do Cerrado na BHRC por meio do SAVI, representado pelas áreas retangulares que variam da cor laranja tendendo ao vermelho (Figura 2).

A partir das Figuras 2 e 3, observa-se que as áreas com alto índice de vegetação representadas pelo intervalo Verde-Amarelo tiveram uma redução acentuada na BHRC, de 97,0% (870,10 km²) para 88,8% (797,17 km²) entre anos de 1986 a 1996, que passou para 38,8% (347,93 km²) em 2006 e atingiu uma área com 3,9% (34,95 km²) em 2016. Quase que proporcionalmente, ocorreu um aumento nas áreas com intervalo Amarelo-Laranja de 83,2% (773,44 km²) entre 1986 a 2016, que concebe as áreas com médio índice de vegetação.

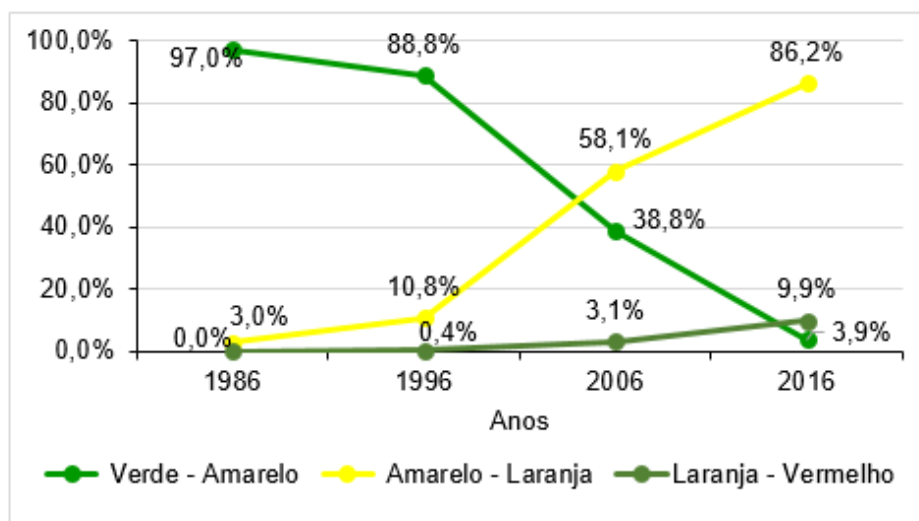


Figura 3. Comportamento temporal das áreas (%) dos intervalos de cores do índice de vegetação ajustado ao solo da bacia hidrográfica do Rio Corrente (PI) nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016. Fonte: os autores.

Quanto ao intervalo Laranja-Vermelho, constatou-se um crescimento de aproximadamente 10% (88,96 km²) de área entre 1996 a 2016. Este intervalo representa as áreas de solo exposto e, áreas de baixo índice vegetacional, que certamente, são áreas de pastagens degradadas devido às formas retangulares apresentadas (Figura 2 e 3).

Verificou-se que às áreas de intervalo Laranja-Vermelho estão situadas, principalmente, nas chapadas, nas proximidades da cidade e no curso do rio, sobrepondo as áreas agrícolas, pecuárias e o solo exposto, sendo notório no SAVI (Figuras 1 e 2). Evidencia-se assim, a aceleração da degradação ambiental

nestas áreas por meio da erosão hídrica, assoreamento do canal do rio, pisoteio intensivo dos animais, aplicação de agrotóxicos, queimadas, revolvimento do solo e desmatamento.

É possível que o fogo e o agronegócio sejam os principais fatores que promoveram alterações na cobertura florestal original da BHRC. No ano de 1998 foram registrados 6.064 focos ativos de fogo, que decresceram para 5.421 casos em 2006 e alcançou o número 8.532 em 2016, no estado do Piauí (INPE, 2016). O fogo exerce um importante papel ecológico no Cerrado (Ribeiro & Walter, 2008), entretanto, sua ação não controlada causa perda dos remanescentes florestais e da biodiversidade (Medeiros & Miranda, 2005; Miranda, Júnior & Carvalho, 2013).

Nos últimos 30 anos, na área da BHRC, foi possível observar que houve intensa alteração na cobertura florestal, tendo uma maior representatividade com o médio índice vegetacional. Em virtude disso, evidencia-se a fragilidade da BHRC quanto à degradação ambiental, presumivelmente, por meio de processos erosivos, contaminação por agrotóxicos e alterações climáticas (Abdala, Ribeiro & Ferreira, 2016; Dantas & Monteiro, 2011; França et al., 2016), posto que a vegetação atua como um elemento estabilizador dos fatores climáticos, edáficos e bióticos (Almeida, Cunha & Nascimento 2012).

Temperatura de superfície terrestre

A Figura 4, demonstra a espacialização dos valores estimados para temperatura de superfície terrestre em °C na BHRC. Por meio da associação dos mapas de índice de vegetação ajustado ao solo (Figura 2) e da TST (Figura 4), observa-se que as áreas urbanas, solo exposto, agrícolas e de pecuária apresentam máximas temperaturas de superfície, tornando estas, áreas potenciais para existência de ilhas de calor. Pereira, Mariano, Wachholz e Cabral (2012) e Santos et al. (2013) também detectaram este fato na avaliação da temperatura de superfície em diferentes usos e cobertura do solo na bacia Barra dos Coqueiros – GO e na Floresta Nacional de Tapajós – PA.

A temperatura é um elemento climático que apresenta alto grau de sensibilidade, com forte influência dos centros urbanos (Santiago & Gomes, 2016), como se pode observar analisando as Figuras 1 e 4, onde a zona urbana do município de Corrente se encontra no centro da BHRC na parte superior. Desse modo, é notável alta TST na cidade de Corrente – PI, fundamentando a necessidade de criação e manutenção de áreas verdes para reduzir a temperatura de superfície, gerando conforto térmico para população e animais. Segundo Santos et al. (2016), na cidade de Palmas – TO, a temperatura superfície foi diminuída após a implantação do plano diretor, provavelmente, em função da criação de áreas verdes, com praças e jardins, que aumentaram a área arborizada na cidade.

No que se refere aos valores mínimos e máximos da temperatura de superfície, verificou-se alteração, para o valor mínimo, que passou de 19,5°C para 20,5°C em 2006, permanecendo em 27,8°C em 2016. Já o valor máximo teve uma queda 0,8°C entre 1986 a 1996, mas passou de 32,3°C para 33,1°C em 2006, chegando a 44,6°C em 2016 (Figura 4).

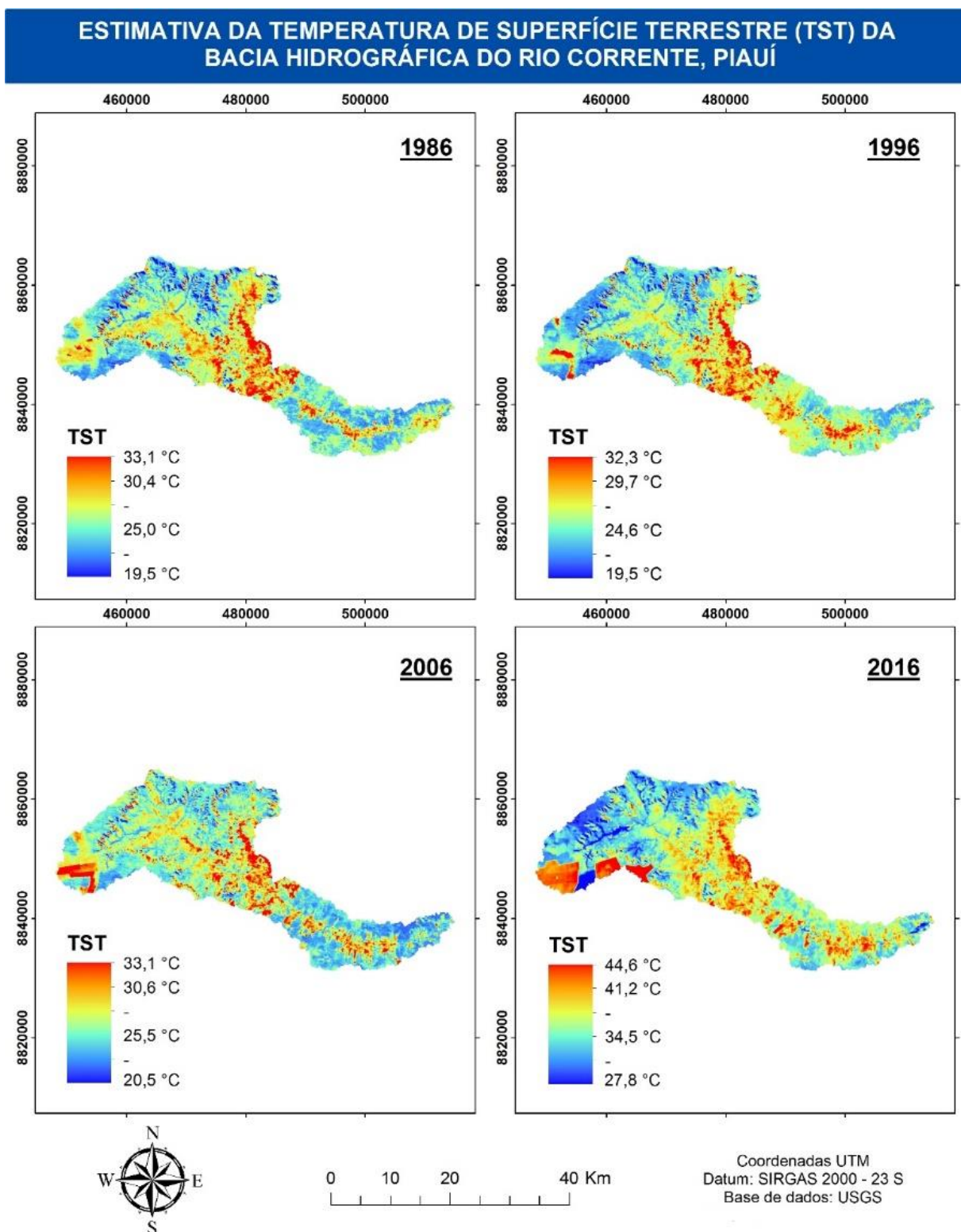


Figura 4. Mapa de estimativa da temperatura de superfície terrestre da bacia hidrográfica do Rio Corrente – PI nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016. Vermelho-Amarelo, representa as temperaturas máximas; Amarelo-Azul Claro, simula as temperaturas médias e Azul Claro-Azul, refere-se as temperaturas mínimas. Fonte: os autores.

Possivelmente, os picos máximos de temperatura de superfície na BHRC foram proporcionados pelo horário de passagem de satélite. No entanto, outros fatores também influenciaram tais aumentos

excessivos, como o aumento da urbanização, a diminuição da área de floresta que contribui para mudança do microclima e aumenta incidência dos raios solares e calor na superfície do solo. Além disso, o fenômeno climático El Niño teve intensidade classificada com muito forte entre os anos de 2015 e 2016 (GGWS, 2017), o que pode ter proporcionado máximas históricas na temperatura da região.

Em relação às temperaturas mínimas, foi observado sua ocorrência nas áreas entre alto a médio índice de cobertura florestal, se tornando perceptível quando comparado os mapas de SAVI (Figura 2) e TST (Figura 4). Em estudos anteriores, realizados por Pereira et al. (2012) e Sousa et al. (2016), constatou-se temperaturas mínimas nas áreas de mata ciliar, APP (áreas de proteção permanente) e nas áreas com cobertura vegetal.

Vale ressaltar, que a TST é maior do que a temperatura ambiente (ar), pois a temperatura de superfície é aferida alguns metros acima da superfície, favorecendo a interferência do ar (Pereira et al., 2012; Prina & Trentin, 2016).

Na Figura 5, observa-se que as áreas que representam as temperaturas mínimas, o intervalo Azul Claro-Azul predominava com 62,7% (562,30 km²) no ano de 1986, caindo para 56,1% (503,23 km²) em 1996. Porém, houve um avanço para 88,9% (797,40 km²) entre os anos de 1996 a 2006, seguido de um decréscimo para 35,4% (317,27 km²) em 2016.

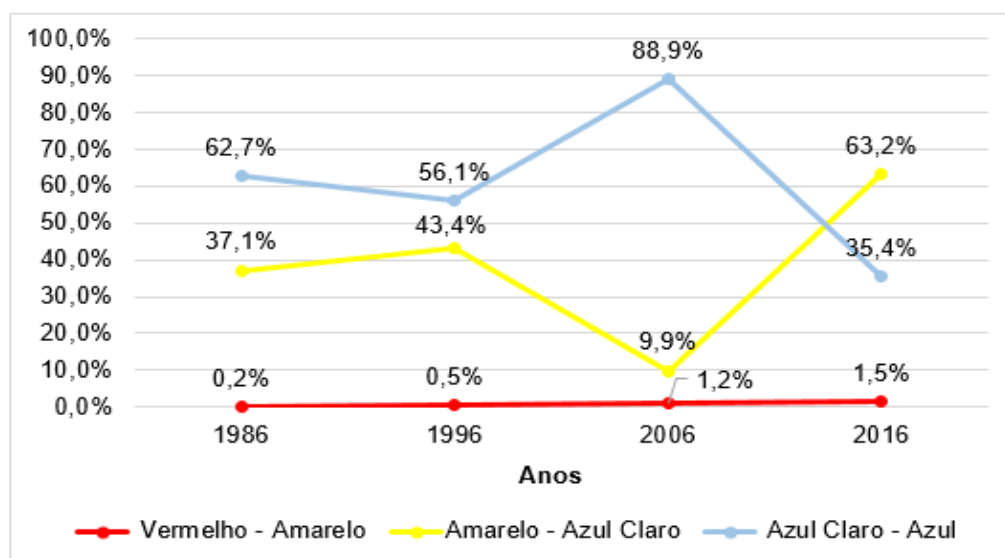


Figura 5. Comportamento temporal das áreas (%) dos intervalos de cores da temperatura da superfície terrestre da bacia hidrográfica do Rio Corrente – PI nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016. Fonte: os autores.

As áreas de intervalo Amarelo-Azul Claro, que se referem as temperaturas médias, passaram de 37,1% (333,24 km²) para 43,4% (389,23 km²) entre 1986 a 1996, tendo uma queda para 9,9% (88,99 km²) em 2006, no entanto, novamente ocorreu o crescimento desta classe, passando para 63,2% (567,02 km²)

no 2016. O intervalo Vermelho-Amarelo cresceu e atingiu 1,5% (13,03 km²) da área total da BHRC em 2016, que simula as temperaturas máximas (Figura 5).

É possível perceber que o aclave do intervalo Azul Claro-Azul e o declive do Amarelo-Azul Claro tem uma relação com as proximidades de áreas entre os intervalos Verde-Amarelo e Amarelo-Laranja do SAVI, que propiciou um equilíbrio entre o alto e médio índice vegetacional, afetando a TST no ano de 2006 (Figuras 5 e 3). Assim, ressalta-se a influência da cobertura florestal sobre a temperatura de superfície na BHRC.

No estudo desenvolvido no Cerrado de Brasília – DF por Santana (2014), também destaca esta influência, onde a temperatura de superfície foi maior em áreas de centros urbanos e solo exposto, e menor em áreas do Lago Paranoá e mata ciliar entre os anos 1987 a 2011. Não sendo diferente no estudo sobre a influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície em João Pessoa – PB, tendo a menor temperatura superfície em áreas com cobertura florestal (Souza, Silva & Silva, 2016).

Por meio de análise das Figuras 4 e 5, observa-se que entre os anos 1986 a 2016, a temperatura de superfície sofreu alterações por meios de ações antrópicas, principalmente, em função do crescimento territorial desordenado das atividades desenvolvidas na área. Confirmando a necessidade de planejamento ambiental na BHRC, visando o alinhamento do crescimento econômico e a conservação dos recursos ambientais no domínio Cerrado.

CONCLUSÕES

Foi possível observar a influência, inversamente proporcional, da cobertura florestal sobre a temperatura de superfície terrestre da bacia hidrográfica do Rio Corrente no Cerrado. Esta influência apresenta uma relação inversamente proporcional entre o índice de vegetação ajustado ao solo e temperatura de superfície terrestre, onde à medida que o índice de vegetação é reduzido ocorre o aumento da temperatura de superfície nestas áreas.

A temperatura de superfície terrestre na bacia hidrográfica do Rio Corrente, Piauí, apresentou picos sobre as áreas agrícolas, de solo exposto e urbana. Diante disso, a cidade de Corrente – PI necessita investir em projetos de arborização para reduzir a temperatura de superfície terrestre, favorecendo a qualidade de vida da população urbana.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Piauí - *Campus* de Corrente e aos professores da pós-graduação *Lato Sensu* em Estudos Geoambientais e Licenciamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdala, K. D. O., Ribeiro, F. L., Ferreira, M. E. (2016). Risco de impactos ambientais gerados pela dinâmica de uso do solo no estado de Goiás: uma abordagem multimétodos.
- Almeida, N. V., da Cunha, S. B. (2012). A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá–Nordeste do Brasil/Paraíba. *Revista Geonorte*, 3(6), 365-378.
- Bolfé, É. L., Victória, D. D. C., Contini, E., Bayma-Silva, G., Spinelli-Araujo, L., Gomes, D. (2016). Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de política agrícola*, 25(4), 38-62.
- Braz, A. M., Águas, T. de A., Mirandola Garcia, P. H. (2015). Análise de índices de vegetação NDVI E SAVI E Índice de Área Foliar (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego ribeirãozinho, município de Selvíria – MS. *Revista Percurso*, 7(2), 5.
- Coelho, A. L. N., Correa, W. D. S. C. (2013). Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. *Revista Geográfica Acadêmica*, 7(1), 31-45.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2011). *4º Levantamento e avaliação da safra de grãos 2010/2011*. Brasília, p. 1-41.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016). *Acompanhamento da safra piauiense. Boletim parcial da safra 2015/2016*. 7º Levantamento e avaliação da safra, Brasília, p. 1-17
- Dantas, K. P., Monteiro, M. D. S. L. (2010). Valoração econômica dos efeitos internos da erosão: impactos da produção de soja no cerrado piauiense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 48, 619-633.
- Ferreira, L. G., Huete, A. R. (2004). Assessing the seasonal dynamics of the Brazilian Cerrado vegetation through the use of spectral vegetation indices. *International Journal of Remote Sensing*, 25(10), 1837-1860. DOI: <https://doi.org/10.1080/0143116031000101530>.
- França, L. C. D. J., Silva, J. B. L. D., Lisboa, G. D. S., Lima, T. P., Ferraz, F. T. (2016). Elaboração de Carta de Risco de Contaminação por Agrotóxicos para a Bacia do Riacho da Estiva, Brasil. *Floresta e Ambiente*, 23, 463-474. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.141415>.
- Galharte, C. A., Villela, J. M., Crestana, S. (2014). Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 199-201. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200010>.
- Golden Gate Weather Services – GGWS (2023). *Dados do El Niño*. Disponível em: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>.
- Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(3), 295-309. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2023). Base cartográfica. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm.

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2017). Monitoramento de focos ativos por estados. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>.
- Leite, E. S., de Oliveira, L. A., Borges, W. C. (2016). Análise do comportamento de temperatura de superfície na malha urbana de Araxá/MG, utilizando-se banda termal do satélite Landsat 8. *Ambiência*, 12(3), 785-792.
- Medeiros, M. B. D., Miranda, H. S. (2005). Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Botanica Brasílica*, 19, 493-500. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300009>.
- Miranda, S. D. C., Júnior, S., de Carvalho, P. S. (2014). O efeito da proteção do fogo na estrutura da vegetação lenhosa de uma área de cerrado sentido restrito no Brasil Central. *Heringeriana*, v. 7, n. 1, p. 61–72, 2014.
- Nanni, A., Descovi Filho, L., Virtuoso, M. A., Montenegro, D., Willrich, G., Machado, P. H., Dantas, G., Calazans, Y. (2012). Quantum GIS - Guia do Usuário, Versão 1.7.4 Wroclaw. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://qgisbrasil.org/>.
- Nascimento, T. V. do, Fernandes, L. L. (2017). Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. *Ciência e Natura*, 39(1), 169-177. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X21737>.
- Paula, I. F. M. de, Pimentel, F. de O., Ferreira, C. D. C. M. (2016). Correlação entre a temperatura de superfície e o índice vegetativo no perímetro urbano de Juiz de Fora-MG. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, 6(4).
- Pereira, B. R., Mees, M. B., Leite, M. R., de Magalhães Filho, R. (2017). Análise da gestão ocupacional em Montes Claros–MG: Impactos do uso do solo e suas consequências na temperatura de superfície. *Cerrados*, 15(1), 285-311.
- Pereira, C. C., Mariano, Z. de F., Wachholz, F., Cabral, J. B. P. (2012). Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos Coqueiros (Goiás). *Revista Geonorte*, 3(9), 1243-1255.
- Pereira, L. H., Spatti Jr, E. P., Pinto, S. D. A. F. (2016). Simulação do potencial de perda de solos em bacias hidrográficas agrícolas, considerando variabilidade nos padrões de chuva. *Ambiência*, 12(3), 941-951.
- Prina, B. Z., Trentin, R. (2016). Análise da temperatura da superfície por meio de imagens Landsat-8: estudo de caso para o município de Jaguari/RS/Brasil. *Formação (Online)*, 3(23). DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v3i23.4471>.
- Qin, Z., Karnieli, A., Berliner, P. (2001). Um algoritmo de janela única para recuperar a temperatura da superfície terrestre a partir de dados Landsat TM e sua aplicação na região da fronteira Israel-Egito. *Jornal internacional de sensoriamento remoto*, 22(18), 3719-3746. Doi: <https://doi.org/10.1080/01431160010006971>.

- Rêgo, S. C. A., de Lima, P. P. S., Lima, M. N. S., Monteiro, T. R. R. (2012). Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. *Revista geonorte*, 3(5), 1217-1229.
- Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado: ecologia e flora*, 1, 151-212.
- Salmona, Y. B., Paiva, A. O., Matricardi, E. A. T. (2016). Estimativas futuras de desmatamento e emissões de CO2 equivalente no oeste baiano. *Revista Brasileira de Cartografia*, 68(7), 1385-1395.
- Santana, N. C. (2014). Investigação de ilhas de calor em Brasília: análise multitemporal com enfoque na cobertura do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7(6), 1044-1054.
- Santiago, D. de B., Gomes, H. B. (2016). Estudo de ilhas de calor no município de Maceió/AL usando dados orbitais do Landsat 5. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(03), 793-803.
- Santos, J. da C., Silva, R. A., Maciel, G. F., da Silva Júnior, J. L. C., Emiliano, E. B. (2013). Análise multitemporal da temperatura da superfície através de imagens do TM Landsat 5, na cidade de Palmas-TO. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 15(2), 195-212.
- Santos, L. S. dos, Martorano, L. G., Batalha, S. S. A., Nascimento, A., Pontes, O. M. D. S., dos Santos Watrin, O., Gutierrez, B. B. (2016). Imagens orbitais e termografia infravermelho na avaliação da temperatura de superfície em diferentes usos e cobertura do solo na floresta nacional do Tapajós e seu entorno-PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(04), 1234-1253.
- Silva, I. A. de S., Barros, J. R. (2016). Degradação ambiental, cobertura e uso das terras-uma análise geográfica do município de Gilbués-PI. *Revista Equador*, 5(2), 190-204. DOI: <https://doi.org/10.26694/equador.v5i2.4858>.
- Soares, F. B. (2015). Subsídios para o planejamento ambiental: Estudo de caso da bacia do Balneário da Amizade-São Paulo. *Formação (Online)*, 2(22). DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v2i22.3300>.
- Sousa, I. M. P., Giongo, M. (2016). Quantificação da área queimada no estado do Tocantins no período de 2003 a 2011 utilizando imagens do satélite TM/LANDSAT-5. *DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 3(Especial), 126-130. Doi: <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp126>.
- Souza, J. F. D., Silva, R. M., Silva, A. M. (2016). Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa-PB. *Ambiente Construído*, 16, 21-37. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100058>.
- United States Geological Survey – USGS (2016). *Dados de imagens*. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Índice Remissivo

- B**
banco de sementes, 65, 66, 67, 68, 69
- C**
Cerrado, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 61
Classificação supervisionada, 6
- G**
Grãos, 23
- M**
malva, 65, 67, 69
Matopiba, 50
- P**
pastagens degradada, 66, 67, 68, 70
- Perdas, 23
plantas daninhas, 65, 68, 69
- Q**
QGIS, 8, 9
- S**
SAVI, 52, 54, 55, 57, 60, 61
- T**
Temperatura de Superfície Terrestre, 53, 54
- U**
Umidade, 29
Unidades de conservação, 43

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia – Fitotecnia na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 202 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 83 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e

revisor de 22 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 103 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 57 organizações de e-books, 42 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br