

# Pesquisas agrárias e ambientais

Volume VIII

Alan M. Zuffo  
Jorge G. Aguilera  
Organizadores



Pantanal Editora

2021

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume VIII**



Pantanal Editora

2021

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

Profa. Msc. Adriana Flávia Neu

Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior

Profa. Msc. Aris Verdecia Peña

Profa. 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

Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos

Prof. Msc. David Chacon Alvarez

Prof. Dr. Denis Silva Nogueira

Profa. Dra. Denise Silva Nogueira

Profa. 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

Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela

Prof. Dr. Leandro Argenteo-Martínez

Profa. Msc. Lidiane 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

Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira

Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes

Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira

Profa. Dra. Patrícia Maurer

Profa. Msc. 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

Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos

Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca

Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira

Profa. 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)

Mun. Rio de Janeiro

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
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 102p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-16-7 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786581460167">https://doi.org/10.46420/9786581460167</a>  1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	



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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. 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 VIII” 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:

Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de *Pinus taeda*; doenças que acometem as aves: uma revisão; larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos; a geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí; temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno; estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em *Eucalyptus* sp.; calagem e NPK na formação de mudas de canafístula; efeito residual de pó de metabalsato no milho safra. 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 VIII, 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

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>6</b>
Restrição algébrica e modelagem mista podem ser utilizadas para aumentar a acurácia da predição do afilamento de árvores de <i>Pinus taeda</i> ? .....	6
<b>Capítulo II .....</b>	<b>15</b>
Doenças que acometem as aves: uma revisão .....	15
<b>Capítulo III.....</b>	<b>25</b>
Larvas e vermes na compostagem de resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos .....	25
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>43</b>
A geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí .....	43
<b>Capítulo V.....</b>	<b>59</b>
Temperatura do globo negro: estimativa e métodos alternativos de baixo custo para medições em ambientes externo e interno.....	59
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>73</b>
Estudo do efeito da continuidade espacial em modelos de relação hipsométrica em <i>Eucalyptus</i> sp. ....	73
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>89</b>
Calagem e NPK na formação de mudas de canafístula .....	89
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>95</b>
Efeito residual de pó de metabalsato no milho safra .....	95
<b>Índice Remissivo.....</b>	<b>101</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>102</b>

# A geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí

Recebido em: 26/10/2021

Aceito em: 27/10/2021

 10.46420/9786581460167cap4

Luciano Cavalcante de Jesus França<sup>1\*</sup> 

Gerson dos Santos Lisboa<sup>2</sup> 

Iago Mendes de Oliveira<sup>3</sup> 

Vinícius de Amorim Silva<sup>4</sup> 

Thiago Floriani Stepka<sup>5</sup> 

Gabriel Paternostro Lisboa<sup>6</sup> 

Danielle Piuzana Mucida<sup>7</sup> 

## INTRODUÇÃO

A desertificação é um fenômeno complexo induzido por interações multifacetadas, incluindo mudanças climáticas e atividades humanas (Feng et al., 2015) e tem sido um problema de ordem global cada vez mais discutido em conferências e acordos internacionais. Aproximadamente 52% da terra globalmente disponível para expansão agrícola está experimentando uma degradação acelerada devido à erosão, perda de nutrientes, salinização, compactação do solo e poluição química (Vieira et al., 2021) e, estima-se que 75% da superfície terrestre encontra-se sob algum grau de degradação da terra, que deverá aumentar para 90% em 2050 (Pereira; Bogunovic, 2019).

No Brasil, após cinco séculos de ocupação desordenada, o semiárido brasileiro foi degradado pelo manejo inadequado do solo, sendo que as terras áridas são frequentemente afetadas pela erosão acelerada do solo, degradação e desertificação, sobretudo quando associados a perdas de cobertura vegetal (Tomasella et al., 2018). Neste cenário, o Núcleo de Desertificação de Gilbués, Sul do Estado do Piauí, é reconhecido mundialmente como uma das maiores áreas de desertificação do Brasil.

<sup>1,3</sup> Departamento de Ciências Florestais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás - FCT/UFG, Campus Aparecida de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil, Programa de Pós-Graduação em Biossistemas da Universidade Federal do Sul da Bahia, BA, Brasil.

<sup>4,6</sup> Programa de Pós-Graduação em Biossistemas, Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Ilhéus, Bahia, Brasil.

<sup>5</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.

<sup>7</sup> Departamento Geografia/ Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

\* Autor correspondente: lucianocjfranca@gmail.com

Gilbués sofre com as consequências do processo de degradação dos solos, que se manifestam na forma de erosão, principalmente na porção Centro-Sul, porém, apresenta aptidão agrícola na porção Norte, pois oferece um conjunto de condições físicas favoráveis para o plantio de culturas comerciais (Silva, 2016). O processo de degradação dos solos no Sul do Estado do Piauí assumiu especial importância no início deste século em função do desenvolvimento acelerado do agronegócio que se instalou sobre as chapadas substituindo as formações florestais e savânicas por áreas de cultivo convencional de grandes culturas como a soja e algodão (Crepani, 2009). O município de Gilbués apresenta uma tendência natural à degradação ambiental com elevadas taxas de média e extremamente alta fragilidade (França et al. 2017), que são potencializadas com a ação antropogênica.

Desta forma, este estudo teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre o estado da área do uso das geotecnologias como suporte ao monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil, com estudo de caso voltado à região de Gilbués, no Piauí, considerado o maior núcleo de desertificação do País.

### ***Núcleos de desertificação do Brasil: suas gêneses e características***

A produção acadêmica no Brasil acerca da desertificação compreende os mais variados aspectos. Os primeiros trabalhos que utilizam o conceito de desertificação foram conduzidos na região Nordeste, pelo professor João de Vasconcelos Sobrinho, da Universidade Federal de Pernambuco (CGEE, 2016). No artigo denominado “O deserto brasileiro: projeto do trópico árido” (Vasconcelos Sobrinho, 1974), identificou-se as áreas relativas aos “núcleos de desertificação” no Brasil, localidades onde a degradação da cobertura vegetal e do solo alcançou uma condição de irreversibilidade, apresentando-se como pequenos desertos já definitivamente implantados dentro do ecossistema primitivo (CGEE, 2016).

Posteriormente, o mesmo autor identifica os núcleos existentes na região Nordeste do Brasil (NEB): na microrregião do Sertão de Inhamuns, no Ceará; no município de Gilbués, no Piauí; na região do Seridó, no Rio Grande do Norte; na região dos Cariris Velhos, na Paraíba; no Sertão Central de Pernambuco; e no Sertão do São Francisco, na Bahia (Vasconcelos Sobrinho, 1978). Em meados da década de 1990, por meio dos recursos oriundos do Projeto BRA 93/036 – “Preparação para o Plano Nacional de Combate à Desertificação – PNCD”, foram realizadas visitas de campo em quatro das seis áreas anteriormente mencionadas. Constatou-se que as principais causas de desertificação se vinculam à substituição da Caatinga pela agricultura e pecuária, bem como pela mineração, extração de argila de solos aluviais e retirada de madeira para lenha.

As áreas de Cabrobó (PE), Irauçuba (CE), Seridó (PB) e Gilbués (PI) foram caracterizadas como de alto risco à desertificação, e ficaram conhecidas como núcleos desertificados (Brasil, 2004). Todas

caracterizam-se por clima semiárido, com exceção do núcleo de Gilbués, onde predomina clima subúmido (Silva, 2017). A seguir, os núcleos desertificados serão detalhados.

### ***Cabrobó***

Ao Sul de Pernambuco, na região fitogeográfica do Sertão Central, situa-se o núcleo de Cabrobó, inserido nos municípios de Belém do São Francisco, Cabrobó e Floresta. O total de área degradada mapeada atinge 3.286,42 km<sup>2</sup>, que representam 3,67% de sua Área Suscetível à Degradação (ASD). O processo de desertificação nessa área é um reflexo das condições climáticas (índices pluviométricos em torno de 650 mm anuais, com temperatura e evapotranspiração elevadas), edáficas e de uso da terra, resultando em sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo (Perez-Marin, 2012).

De acordo com o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil (BRASIL, 2004), no núcleo de Cabrobó os solos são arenosos, permeáveis e não retêm as águas da chuva em condições de serem utilizadas pelas plantas. Silva (2009), ao analisar uma série histórica de imagens do satélite Landsat do Sertão pernambucano, do período de 1975 a 2008, concluiu que os Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos constituem os solos mais suscetíveis aos processos de desertificação nesta região.

### ***Irauçuba***

Em 1993, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) identificou o município de Irauçuba e regiões circunvizinhas, como as localidades mais suscetíveis aos processos de desertificação do estado do Ceará. Silva e Pacheco (2016), estudando os fatores que influenciam na desertificação da região, concluíram que o fenômeno constitui de um conjunto de variáveis ambientais, como o processo de poluição, falta de educação ambiental e o manejo incorreto dos recursos naturais. Estima-se que 17.042,16 km<sup>2</sup>, equivalentes a 11,45% de sua ASD, estão associados a processos de degradação suscetíveis à desertificação.

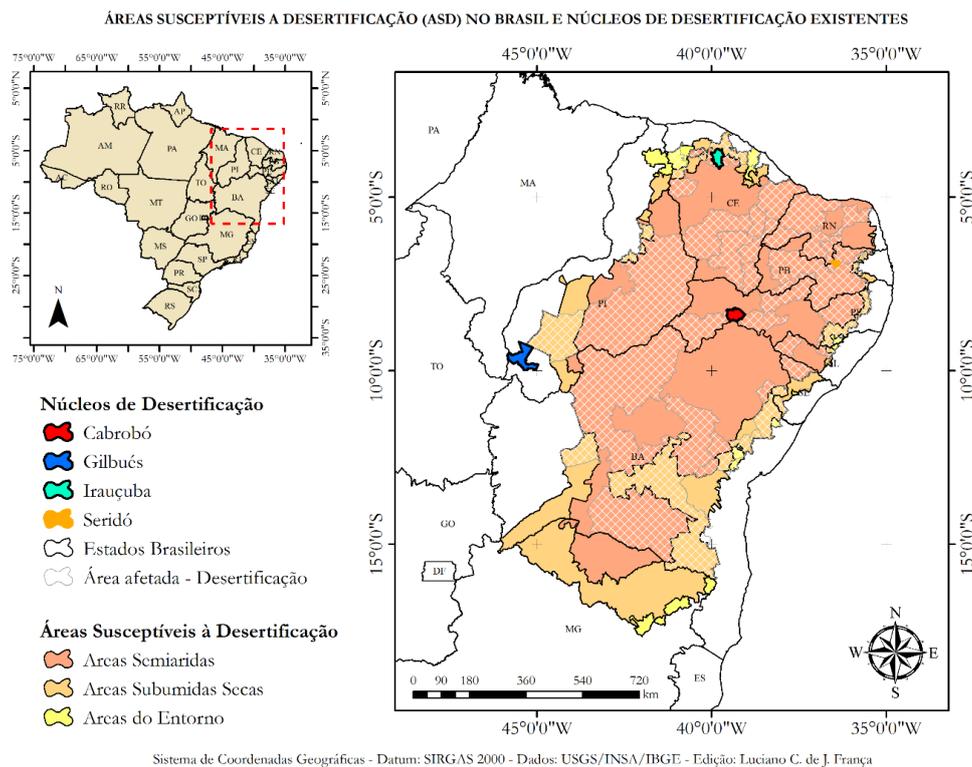
### ***Seridó***

O Rio Grande do Norte apresenta o maior percentual de áreas degradadas. As manchas situam-se nas regiões Central e Sul do Estado, totalizando 6.689 km<sup>2</sup>, equivalente a 12,87% da sua área mapeada. Na região do Seridó a área afetada é de aproximadamente 2.341 km<sup>2</sup> e a pressão antropogênica, que contribuiu para este processo, foi relativa às queimadas, ao cultivo do algodão, pastoreio e ao desmatamento, principais responsáveis pela perda da diversidade florística (Luetzelburg, 1923; Andrade-Lima, 1981).

Há na região, grande variação da biomassa arbórea-arbustiva (Costa et al., 2009), relacionada às condições topográficas e ao uso da terra. Sucessivos cortes para uso de lenha, ou supressão para uso agrícola, ou pastoreio, e posteriormente a regeneração após abandono, resultaram na quebra do equilíbrio entre espécies tardias, intermediárias e pioneiras, na exposição do solo e perda do banco de sementes. A degradação é, ainda, proporcional ao tipo de alteração do solo, à intensidade e tempo de uso (Costa et al., 2009).

### *Gilbués*

O núcleo de Gilbués diferencia-se dos demais devido às características climáticas (clima tropical subúmido) com pluviosidade média anual em torno de 1.200 mm, ausência de extensos períodos de estiagem e aspectos geoambientais como a litologia (rochas sedimentares), pedológicos (solo areno-argiloso), geomorfológicos (rampas longas no entorno de chapadas, morros/serras), hidrológicos (abundância hídrica) e Cerrado como cobertura vegetal predominante (Silva, 2014). Em virtude desse enquadramento, alguns autores criticam a classificação de Gilbués como núcleo de desertificação, como Sales (1997).



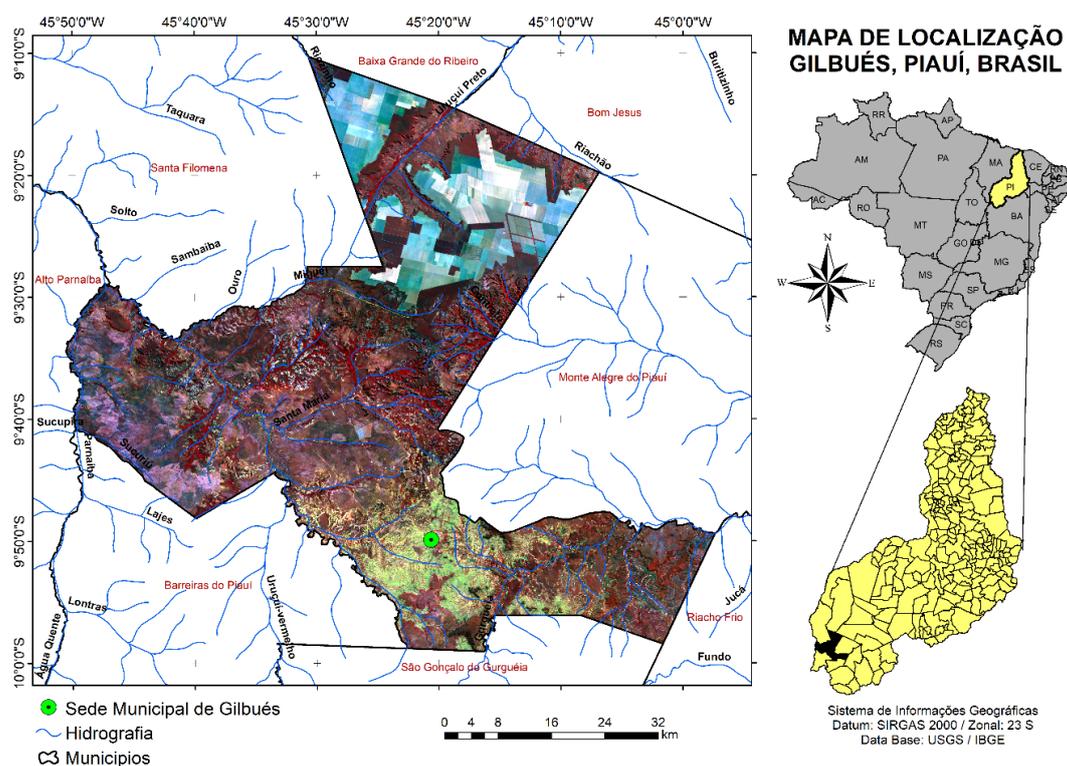
**Figura 1.** Mapa das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil, com os núcleos de desertificação no país e as áreas afetadas pelo processo. Fonte: os autores.

Apesar disso, a possibilidade de expansão da desertificação é evidente e facilitada pelas vulnerabilidades ambientais, aliadas à histórica ocupação desordenada do solo e à realização de atividades antropogênicas degradantes (CGEE, 2016).

O mapa apresentado na Figura 1, destaca as Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD), com as áreas diretamente afetadas pelo processo de degradação, além da localização dos quatro núcleos de desertificação do país, Cabrobró, Seridó, Irauçuba e Gilbués.

### *Núcleo de Gilbués, Piauí: a maior zona desertificada do Brasil*

O município de Gilbués é conhecido mundialmente pela intensa degradação ambiental, sendo considerado pelas organizações nacionais e internacionais, a maior em processo de desertificação do país, chamando atenção, além da extensão, mas também do acelerado nível de degradação (Oliveira Lopes et al., 2011).



**Figura 2.** Mapa de localização do município de Gilbués, Piauí, Brasil, com informação da estrutura hidrográfica local e altimetria do município (Fonte: os autores).

Gilbués tem a área de aproximadamente 3.495,18 km<sup>2</sup>, e está localizado na região Sul do Estado do Piauí, Brasil (Figura 2). Entre as coordenadas geográficas 09°49'55" de latitude Sul e 45° 20' 38" de longitude Oeste e dista cerca de 794 km da capital do estado, Teresina. O município tem densidade demográfica de 2,98 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Baixa Grande do

Ribeiro, Bom Jesus e Santa Filomena, ao Sul com os municípios de Barreiras do Piauí e São Gonçalo do Gurgueia, a Leste com os municípios de Monte Alegre do Piauí e Riacho Frio, e a Oeste com os municípios de Barreiras do Piauí, Santa Filomena e o estado do Maranhão (Figura 2).

De acordo com o sistema de classificação climatológica de Köppen, adaptado por Alvares et al. (2013), o clima predominante na região é o semiúmido (Tropical chuvoso com seca no inverno) com 4 a 5 meses de estiagem e temperaturas que variam de 25° a 36°C. A precipitação pluviométrica média anual é definida no regime equatorial e continental, com regime pluviométrico bastante heterogêneo caracterizado por alta amplitude pluviométrica durante o ano, que pode variar de 820 a 1.840 mm (Silva, 2013; 2014).

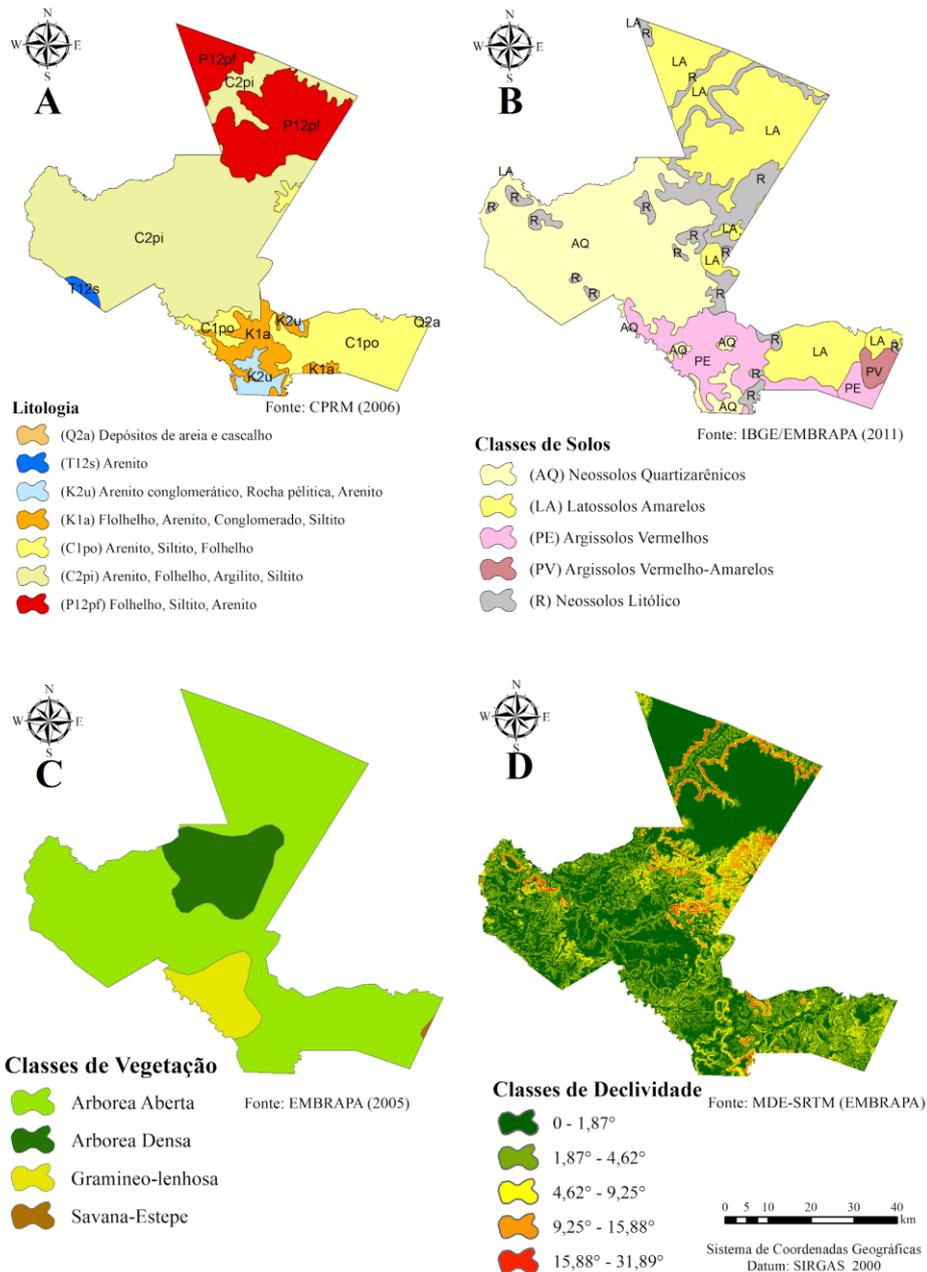
A região de Gilbués tem sua trajetória de ocupação apoiada historicamente pela atividade pecuária (Silva; Barros, 2016), porém, Silva (2014) cita que há registros históricos na literatura científica de que a região foi habitada por populações indígenas que denominavam a região de Jeruboés que significa “Terra Fraca”, ou seja, a paisagem de Gilbués já apresentava aspectos de fragilidade. França et al. (2017), em análise multicritério da fragilidade ambiental potencial e emergente da região, via Sistemas de Informações Geográficas, constataram que Gilbués naturalmente apresenta a tendência à degradação ambiental, com elevadas taxas de mediana e extremamente alta fragilidade ambiental.

A alta incidência de raios solares, com consequentes altas temperaturas, aumento do índice de evapotranspiração, variabilidade climática, assim como, os períodos de seca, a intensidade das chuvas, a erodibilidade dos solos, o escoamento superficial e a derivação antropogênica como o desmatamento indiscriminado, as queimadas e o pastoreio de caprinos e ovinos acima da capacidade de suporte do ambiente, são fatores que aceleram e agravam o processo de desertificação na região do município de Gilbués (Silva et al., 2011). Os autores destacam, ainda, que nos arredores da área do núcleo de Gilbués, os solos degradados apresentam vegetação de Cerrado e Caatinga sob estresse hídrico, sobre uma camada de areia clara que pouco a pouco está sendo erodida, dando lugar a um solo avermelhado, com feições erosivas, e que em regiões onde há uma quantidade maior de vegetação, o processo de erosão não é intenso, e possibilita a formação de “ilhas” de Cerrado e Caatinga em meio ao núcleo. Destaca-se assim, portanto, que a manutenção da cobertura vegetal é fundamental no controle ao avanço da desertificação nesta região.

A região é denominada oficialmente pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca como um dos “núcleos de desertificação” do Nordeste brasileiro, sendo considerado o maior núcleo do país, com extensão, de aproximadamente 6.131 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2004).

Gilbués está inserida no limite de duas províncias geológicas: a Bacia Intracratônica do Parnaíba e pela Bacia do São Francisco, ambas sedimentares fanerozoicas. Idades de deposição datam do Paleozoico Inferior ao Mesozoico Superior. As litologias compreendem arenitos, argilas, siltitos, calcários, sedimentos

quartzo-arenosos e conglomerados distintos bastante vulneráveis à erosão (Figura 3-A) aos quais associam-se, principalmente Latossolos vermelhos, Argilosos amarelos e Neossolos quartzarênicos (Figura 3-B). A topografia possui relevo bastante acidentado, intercalada por áreas planas restritas aos tabuleiros da região (Figura 3-D). O relevo na região exerce funções geoambientais de extrema importância, dada a influência do comprimento da vertente e variações hipsométricas, com superfícies topográficas de altitudes variando entre 298 e 665 m (Figura 2).



**Figura 3.** Caracterização fisiográfica de Gilbués. (A) Litologia; (B) Classes de Solos; (C) Classes de Cobertura Vegetal e (D) Classes de Declividade do terreno (Fonte: os autores).

A vegetação da região se caracteriza por uma variação entre Cerrado e Caatinga (Ecótono), com predomínio, no entanto, espécimes pertencentes ao Cerrado (Carvalho e Almeida Filho, 2007). Apresenta, em sua maior extensão, a classe vegetacional de Campo Cerrado (Sa – Arborizada) ou Cerrado *Strictu Sensu*, predominante em áreas de encostas IBGE (2011) (Figura 3-C).

A degradação ambiental e a configuração dos aspectos físicos têm correlação direta com três fases socioeconômicas da região, sendo elas: pecuária, mineração e agricultura. Os três ciclos econômicos, sobretudo a agricultura mecanizada, proporcionou mudanças ambientais no decorrer de 27 anos a partir de estudo de análise temporal (Silva e Barros, 2016). Este trabalho indicou a ocorrência de mudanças conjunturais na região de Gilbués, tais como, a expansão da área agrícola em áreas de Cerrado denso e consequentemente a subtração da cobertura vegetal na porção Norte, aumento da produtividade, ampliação de áreas de solo exposto e a ocorrência de impactos na paisagem.



**Figura 4.** (A) Caracterização física dos solos com processos erosivos em expansão; (B) Paisagem degradada; (C) Voçoroca em sítio decorrente da extração de Diamantes; (D) Paisagem em mosaico de vegetação e erosão de solos; (E) Paisagem com terreno degradado em primeiro plano e zonas declivosas ao fundo e; (E) Banco de areia em curso de drenagem com assoreamento do leito de drenagem (Fotos: Luciano C. J. França).

Os aspectos ravinas, sulcos e voçorocas são reflexos de processos erosivos e podem ser verificados com frequência em grande parte da extensão territorial de Gilbués (Figuras 4.A.B.C.D). Sítios com essas características são improdutivos e favorecem ainda o assoreamento dos rios e outros cursos d'água na região, por sedimentos oriundos da erosão hídrica e eólica, provocando redução na vazão. Recomenda-se, portanto, que os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), devem ser elaborados e aplicados para diminuir a atenuação da problemática para áreas adjacentes.

### ***Geotecnologias aliadas à avaliação e monitoramento da desertificação.***

A expressiva extensão do território brasileiro e o pouco conhecimento dos recursos naturais em escalas mais detalhadas, aliados ao elevado custo para que se obtenham informações por métodos convencionais constituíram fatores decisivos para que o País entrasse no programa de sensoriamento remoto por satélite. Esta inserção tomou impulso na década de 1960 com o Projeto Radambrasil, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do Brasil. Este programa proporcionou o treinamento e especialização de diversos técnicos brasileiros, que até então só conheciam o manuseio de fotografias aéreas (Gregório, 2007).

Cientistas observam a natureza, fazem medições, e depois tentam aceitar ou rejeitar hipóteses referentes a estes fenômenos. A coleta de dados pode ocorrer diretamente no campo (chamada coleta de dados *in situ* ou *in loco*), ou a alguma distância remota do objeto “sensoriamento remoto” (Jensen, 2009). As geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais interligadas. Suas aplicações nos diferentes campos do conhecimento têm aumentado.

Segundo Florenzano (2011b) os avanços obtidos com os novos sensores remotos, produzindo dados com melhores resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal, permitem mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos e ambientais, por exemplo, com a rapidez e precisão nunca obtidas anteriormente. Atualmente, são obtidos pares estereoscópicos digitais por sensores ópticos, a bordo de satélites, e dados topográficos orbitais de radar como os da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*).

Esses dados permitem visualizar o espaço geográfico em três dimensões e, utilizando um SIG, obter de forma automática variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes etc.) que são essenciais nos estudos geomorfológicos, pedológicos e ambientais (Florenzano, 2011b).

As geotecnologias podem contribuir na elaboração de produtos para fins de planejamentos regionais, envolvendo pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, em uma perspectiva integrada, aliando dados físicos a dados socioeconômicos dos municípios de uma dada região. Convém assinalar que os resultados dos estudos permitem que programas de desenvolvimento sejam estabelecidos para toda a

região, de maneira harmônica, considerando-se as reais necessidades dos municípios e sua vulnerabilidade quanto ao meio ambiente físico (Aquino e Valladares, 2013).

Outra contribuição valiosa do sensoriamento remoto diz respeito ao uso de imagens de satélite como âncora para o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) de regiões onde a ação antropogênica ainda não aconteceu de forma intensa. O ZEE como ferramenta de planejamento ambiental fundamenta-se em análises que objetivam identificar os atributos físicos a fim de conhecer a vocação natural das paisagens e seu nível de suporte para desenvolvimento ou preservação (Sausen, 2012).

O uso de ambientes computacionais de SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e a modelagem dos ambientes permitindo realizar a projeção de cenários futuros. Desta maneira, o recente e rápido desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto e de SIG contribuem para a evolução das próprias ciências da terra e ambientais, ao mesmo tempo em que facilitam a inter-relação entre elas. Como ressaltou Baker (1986), em qualquer ciência o surgimento de novas técnicas não é importante em si mesmo, mas sim por permitir novas descobertas que estimulam o progresso científico.

Entre as Ciências e tecnologias disponíveis e crescentemente utilizadas em estudos acerca da desertificação, destaca-se o Sensoriamento Remoto. O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra por meio do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (Novo, 1998).

A crescente disponibilidade de dados orbitais na Internet de forma gratuita, como aqueles dos satélites CBERS e LANDSAT, além de *Softwares* de processamento, análise e integração de dados como, por exemplo, o SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), justifica a exploração desses dados pelos geógrafos, engenheiros cartógrafos, florestais, agrônomos e outros profissionais (Florenzano, 2011a).

Os Mosaicos Georreferenciados gerados pela NASA (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>), com Imagens TM-LANDSAT Ortorectificadas, vêm sendo utilizados como Base Única de Referência para georreferenciamento de imagens de satélite LANDSAT e CBERS. Isto, principalmente em áreas do território brasileiro de difícil acesso para as quais não existem bases cartográficas atualizadas ou em escalas superiores a 1:100.000. A avaliação da precisão desses mosaicos, pela sobreposição das cartas topográficas da Amazônia na escala de 1:100.000, mostrou que eles são compatíveis com o padrão de exatidão cartográfico planimétrico estabelecido para esta escala (Mello et al., 2005).

Na atualidade, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) aliados ao emprego de imagens orbitais constituem ferramentas indispensáveis à detecção, avaliação e monitoramento dos problemas relacionados ao meio ambiente. Isso ocorre devido à possibilidade de análise temporal de ações antropogênicas, de quantificação, de identificação, e localização das ações antropogênicas que estejam desestruturando o frágil equilíbrio do meio ambiente natural, a exemplo do ambiente da Caatinga brasileira. Destaca-se também a integração e sobreposição de diferentes dados, em diferentes escalas, permitido pelos Sistemas de Informação Geográfica, facilitando a tomada de decisões e reorientações, quando necessárias, de políticas de uso e ocupação do solo (Aquino e Valladares, 2013).

Ao interpretar imagens de satélite, porém, devemos considerar também os fatores que interferem na interação da radiação eletromagnética com os objetos e, conseqüentemente, na radiação captada pelo sensor e no nível de cinza representado na imagem. Segundo Florenzano (2011b) pode-se destacar como principais fatores que interferem no comportamento espectral dos objetos:

a) **nível de aquisição de dados** (altitude da plataforma: campo/laboratório, aéreo e orbital) – influi na dimensão da área observada e/ou imageada, interferência dos fatores ambientais, radiação registrada pelo sensor, resolução/nível de informação e forma de análise dos dados;

b) **método de aquisição de dados** – envolve desde a forma como é detectada a radiação até a transformação e o processamento do sinal recebido pelo sensor;

c) **condições intrínsecas ao alvo** – ou de sua própria natureza, como água em estado sólido (gelo, neve) ou líquido (com ou sem concentração de material sólido em suspensão), biomassa e vigor das culturas (estágio de crescimento) etc.;

d) **condições ambientais** – refere-se às variações externas ao alvo, como iluminação, precipitação e inundação, interferência antropogênica (poluição, desmatamento etc.), entre outras;

e) **localização do alvo em relação à fonte e ao sensor** – refere-se à geometria de aquisição dos dados e implica um determinado ângulo de visada, de azimute etc., entre outros parâmetros. A radiação registrada por um sensor referente a um mesmo tipo de alvo será diferente por causa da sua exposição em relação à fonte. Haverá, por exemplo, diferença espectral entre um tipo de alvo localizado em um topo plano e o mesmo tipo de alvo localizado em uma vertente inclinada;

f) **atmosfera** – dependendo do comprimento de onda, a radiação eletromagnética pode ser absorvida, refletida ou espalhada pelos constituintes da atmosfera (gases, poeira etc.). Essa interferência da atmosfera influi na intensidade da radiação registrada pelo sensor.

O uso de imagens de Sensoriamento Remoto como fonte de informação para a produção de mapas, é um dos grandes impulsionadores de inovações no ramo do Geoprocessamento (Fonseca, 2000). O grande interesse de seu uso advém da temporalidade da informação juntamente com seu relativo baixo custo, quando se busca informações de uso e cobertura do solo. Como a paisagem é mudada

constantemente pela ação do homem, a interpretação de imagens de satélite é uma fonte indireta de se determinar a dinâmica dos processos econômicos e a expansão urbana, em ambiente de Geoprocessamento.

A crescente disponibilidade de dados digitais de sensores remotos demanda o uso de *Softwares* para o processamento e integração desses dados com aqueles provenientes de outras fontes. Pode-se destacar os sistemas gratuitos: SPRING (<http://www.dpi.inpe.br/spring>) e TerraView (<http://www.dpi.inpe.br/terraview>). O SPRING, que além do português, tem versões em espanhol e inglês, é desenvolvido para ambientes Windows, Linux e MacOS. Ele é um *Software* que combina processamento de imagens e SIG, utiliza um modelo de dados orientado a objetos, que melhor reflete a metodologia de trabalho de estudos ambientais e cadastrais, além de oferecer ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos (Câmara et al., 1996).

De acordo com Sales (1998), o cultivo intensivo, superpastoreio e retirada de madeira, assim como o uso de tecnologias inadequadas (principalmente na irrigação de terras), têm sido citados como principais causas da desertificação nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. “Associado a isto, há o problema da existência de uma estrutura fundiária extremamente rígida onde se desenvolvem atividades agropecuárias de baixo nível tecnológico, que inevitavelmente leva a práticas agrícolas predatórias e, conseqüentemente, à degradação ambiental” (Sales, 2002).

Diante desse cenário, a cobertura vegetal se apresenta como um fator extremamente importante na manutenção dos recursos naturais renováveis. “Além de exercer papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduzindo o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica” (Beltrame, 1994). A vegetação funciona como um manto protetor dos recursos naturais, e por essa razão, sua distribuição e densidade definem o estado de conservação do ambiente.

A utilização de índices de vegetação como o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF) facilitam a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo, com destaque para a região do espectro eletromagnético do infravermelho, que pode fornecer importantes informações sobre a evapotranspiração das plantas (Jensen, 2009; Epiphany et al., 1996).

A modelagem dos índices de vegetação baseia-se no comportamento oposto da reflectância da vegetação na região do visível, ou seja, quanto maior a densidade vegetal, menor é a reflectância em função da absorção da radiação pelos pigmentos fotossintetizantes. E quanto maior a densidade vegetal, maior a reflectância devido ao espalhamento nas diferentes camadas das folhas.

Sales (2003) evidenciou que a escassez de estudos com detalhes na região de Gilbués tem dificultado a compreensão das causas e impossibilitado intervenções mais eficientes na região. Sendo assim, as ferramentas de geoprocessamento são complementares no reconhecimento da área estudada, da estrutura populacional dos fragmentos florestais e da evolução de áreas degradadas, dados que colaboram para tomada de decisões mitigadoras.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a revisão aqui apresentada, foi possível verificar as potencialidades do uso das geotecnologias baseadas em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), interligadas ou não, podem auxiliar de forma precisa no monitoramento e avaliação de fenômenos da natureza, tais como o avanço da desertificação. Tais tecnologias, embora já tenham sido aplicadas em estudos para a região semiárida do Brasil, ainda apresentam grande demanda de estudos voltados ao acompanhamento espacial da desertificação nos núcleos brasileiros, sobretudo na região de Gilbués, mundialmente reconhecida como a maior zona desertificada do Brasil.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Andrade-Lima D (1981). The caatinga dominium. *Revista Brasileira Botânica*, 4(2): 149-153.
- Aquino CMS, Valladares GS (2013). *Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental*. Geografia (Londrina), 22(1): 117-138.
- Baker VR (1986) Introduction: Regional Landforms Analysis. In: SHORT, N. M.; Blair, R. W. ed. *Geomorphology from space: A Global Overview of Regional Landforms*. Washington, DC: NASA. (NASA SP-486). 717p.
- Beltrame AV (1994). *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação*. Florianópolis: Ed. da UFSC. 112p.
- BRASIL (2004). Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - PAN-Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 242p.
- Câmara G et al. (1996). SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *J Computers & Graphics*, 20(3): 395-403.

- Costa TCEC et al. (2009). Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13: 961–974.
- Crepani E (2009). O Núcleo de Desertificação de Gilbués observado pelo Sensoriamento Remoto e pelo Geoprocessamento. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE. Artigos, 5185-5192.
- Epiphanyo JCN et al. (1996). Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31(6): 445-454.
- Feng G et al. (2015). What has caused desertification in China? *Nature*, 5: 1-8.
- Florenzano TG (2011a). Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso. *Revista do Departamento de Geografia*, 17: 24-29.
- Florenzano TG (2011b). *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 3a ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Editora Oficinas de textos. 128p.
- Fonseca LMG (2002). *Processamento Digital de Imagens*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (apostila).
- França LCJ et al. (2017). Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí), *Revista Espacios*, 38(31): 1-17.
- Gregório AC (2007). Os caminhos da Geografia Física no Brasil a partir da análise da *Revista Brasileira de Geografia (1939 a 2005)*. Monografia (Conclusão de Curso) — Universidade Federal de Viçosa.
- IBGE (2012). *Censo Brasileiro de 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro: IBGE.
- Jensen JR (2009). *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres* / John R. Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador) ... [et al]. – São José dos Campos, SP: Parêntese. 598p.
- Luetzelburg PV (1923). *Estudo botânico do Nordeste*. Rio de Janeiro: Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 3 (57), Série 1-A: 197-250.
- Mello EMK et al. (2005) Uso de imagens CBERS no monitoramento do desflorestamento da Amazônia Brasileira. *Simp. Bras. de Sens. Remoto*, 12. São José dos Campos, INPE: 1313-1320.
- Novo EMLM (2008). *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 3ed. São Paulo: Blucher, 309p.
- Oliveira LS et al. (2011). Núcleo de desertificação de Gilbués (PI): causas e intervenções. *Revista Geografia (Londrina)*, 20(2): 053-066.
- Pereira P, Bogunovic I (2019). Land degradation neutrality. How to reverse land degradation with conservation agriculture practices? *Proceedings of the 12th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Osijek, Croatia, 27–29 May.

- Perez-Marin AM (2016). Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. *Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*, 21(42).
- Sales MCL (1998). Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI: Reavaliando o “núcleo de desertificação”. São Paulo, USP. Dissertação de Mestrado - Geografia. 181p.
- Sales MCL (2002). Evolução dos estudos de desertificação no nordeste brasileiro. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, 11: 115–126.
- Sales MCL (2003). Degradação Ambiental em Gilbués, Piauí. *Revista Mercator*, 2(4): 115-124.
- Santos FDA, Aquino CMS (2017). Panorama da desertificação no nordeste do Brasil: características e suscetibilidades. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, 2(7): 144p.
- Sausen TM (2012). Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais. Disponível em: <[http://www.politecnico.ufsm.br/cursos/tecnicos/images/geo/sr/sr\\_t05.pdf](http://www.politecnico.ufsm.br/cursos/tecnicos/images/geo/sr/sr_t05.pdf)>.
- Silva FGC, Pacheco JS (2016). Processo de desertificação: estudo de caso em Irauçuba-CE. *Revista Eletrônica TECCEN*, 9(1): 47p.
- Silva HP (2009). Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 153p.
- Silva IAS (2014). Clima e arenização em Gilbués-Piauí: dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos. Dissertação de Mestrado em Geografia: Programa de Pós-Graduação em Geografia - IESA/UFG. 185p.
- Silva IAS (2014). Clima e arenização em Gilbués-Piauí: dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 185p.
- Silva IAS (2017). Núcleos de desertificação do nordeste brasileiro: suscetibilidade e dinâmica pluviométrica. In: *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. [s.l.] Instituto de Geociências - UNICAMP. p. 1768–1776.
- Silva IAS, Barros JR (2016). Degradação ambiental, cobertura e uso das terras: uma análise geográfica do município de Gilbués - PI. *Revista Equador*, 5(2): 190-204.
- Silva IAS, Barros JR (2016). Degradação ambiental, cobertura e uso das terras: uma análise geográfica do município de Gilbués – PI. *Revista Equador*, 5(2): 190-204.
- Silva IAS et al. (2011). Estudo da desertificação em Gilbués-Piauí: caracterização física, variabilidade climática e impactos ambientais. *Revista de Geografia (UFPE)*, 28(2): 95-108.
- Tomasella J et al. (2028). Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000-2016. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, (73): 197-20

Vasconcelos Sobrinho J (1978). Identificação de processos de desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro. Recife. SUDENE.

Vasconcelos Sobrinho J (2018). O deserto brasileiro: projeto do trópico árido. UFRPE, 24p.

Vieira RMSP et al. (2021). Land degradation mapping in the MATOPIBA region (Brazil) using remote sensing data and decision-tree analysis. Science of the Total Environment, 782: 1-12.

**Índice Remissivo**

**C**

canafístula, 92, 93, 94, 95, 96, 97  
Cokrigagem, 80  
conforto térmico, 59, 60, 61, 62, 71  
Coriza, 17

**D**

Desertificação, 43, 44, 45, 46, 47, 48

**E**

Efeitos mistos, 10

**G**

Geoestatística, 91  
Geoprocessamento, 53  
Gilbués, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55

**I**

índice de qualidade de Diskson, 94  
índice de temperatura de globo e umidade, 62

**K**

Krigagem, 79

**M**

metabasalto, 98, 100, 101, 102, 103  
milho, 98, 99, 100, 101, 102, 103

**N**

nitrogênio, 92, 95, 96

**R**

rochagem, 98

## 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 (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 126 resumos simples/expandidos, 63 organizações de e-books, 39 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto: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 na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 67 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 44 organizações de e-books, 32 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](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

