



**Leonardo Tullio
(Organizador)**

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A642 Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 3 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-637-9

DOI 10.22533/at.ed.379192309

1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo.

CDD 621.3678

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Neste 3ª e-book de Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto, buscamos apresentar as mais recentes pesquisas na área abordando o uso das tecnologias. Essas pesquisas nos ajudam a planejar e tomar decisões em diversas áreas de atuação, tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Trabalhar o Sensoriamento Remoto requer cuidados e atenção, principalmente na aquisição de imagens e suas resoluções, o que podem ser decisivos para uma boa análise. Assim no âmbito da qualidade, necessita-se estudos aprofundados e métodos que proporcionem as análises mais confiáveis e precisas, pois estamos passando por mudanças que acontecem muito rapidamente e verificar o problema em tempo real é quase que uma necessidade.

Portanto, nesta obra encontram-se diversos métodos e resultados que ajudam na tomada de decisão quanto ao planejamento ideal e com rapidez e confiança.

Desejo uma boa leitura desta obra.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SENSORIAMENTO REMOTO E ANÁLISE ESPACIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	
Patrick Calvano Kuchler Margareth Simões Agnès Begué Rodrigo Peçanha Damien Arvor	
DOI 10.22533/at.ed.3791923091	
CAPÍTULO 2	11
APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS	
Mateus Benchimol Ferreira de Almeida Margareth Simões Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz	
DOI 10.22533/at.ed.3791923092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE BORDAS DE FLORESTAS DE EUCALIPTO NO VALE DO JEQUITINHONHA EM IMAGENS DO GOOGLE EARTH®	
Lais Barbosa Teodoro Gadioli Vinícius Leonardo Gadioli da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3791923093	
CAPÍTULO 4	34
USO DE IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT NO ESTUDO TEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA NO RASO DA CATARINA	
Uldérico Rios Oliveira Patrícia Lustosa Brito Mauro José Alixandrini Júnior Júlio César Pedrassoli Ricardo Lustosa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.3791923094	
CAPÍTULO 5	46
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO	
Madjany Modesto Pereira José Eduardo de Carvalho Lima Sávio de Brito Fontenele	
DOI 10.22533/at.ed.3791923095	
CAPÍTULO 6	56
MODAL ÔNIBUS NA CIDADE DE MOGI GUAÇU/SP - ESTUDO E PROPOSIÇÕES	
Antoniane Arantes de Oliveira Roque Luiz Carlos Rossi	
DOI 10.22533/at.ed.3791923096	
CAPÍTULO 7	69
VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ALTITUDES EM LEVANTAMENTO DE DEFEITOS EM	

PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM AUXÍLIO DE VANT

Paulo de Souza Lima Neto
Francisco Heber Lacerda de Oliveira
Arielle Elias Arantes
Daniel Dantas Moreira Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923097

CAPÍTULO 8 78

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE URBANA PELO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA E PROGRAMAÇÃO POR COMPROMISSO

Camila Frandi Cecagno
Vinícius Marques Müller Pessôa
Danilo Mangaba de Camargo
Mara Lúcia Marques

DOI 10.22533/at.ed.3791923098

CAPÍTULO 9 89

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO E A TRANSMISSÃO DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR NO MUNICÍPIO DE ULIANÓPOLIS – PARÁ

Alcione Ferreira Pinheiro
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães
Gabriella Ferreira Damasceno Santiago
Sergio Luís Barbosa da Silva
Edna Aoba Yassui Ishikawa
Alessandra Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923099

CAPÍTULO 10 97

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E O NÚMERO DE CASOS DE DOENÇA DE CHAGAS NO AMAZONAS, BRASIL

Eric Delgado dos Santos Mafra Lino
Raquel Aparecida Abrahão Costa e Oliveira
Samanta Cristina das Chagas Xavier

DOI 10.22533/at.ed.37919230910

CAPÍTULO 11 108

CONFIGURAÇÃO E SIGNIFICADO DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS MAIORES DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

William Medina Leite Féres
Pedro Angelo Almeida Abreu

DOI 10.22533/at.ed.37919230911

CAPÍTULO 12 121

USO DE PROJEÇÕES RCP 4.5 / RCP 8.5 E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA (IVC) PARA MONITORAMENTO DA DESERTIFICAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO SERTÃO PERNAMBUCANO, BRASIL

Rayanna Barroso de Oliveira Alves
Hernande Pereira da Silva
José Coelho de Araújo Filho
Marco Antonio de Oliveira Domingues
Jones Oliveira de Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.37919230912

CAPÍTULO 13	132
ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE 2008 A 2017	
Clodoaldo Marques da Costa Paulo Rodrigues de Melo Neto Yara Soares Sales de Barros Brenda Cunha Pereira Cinthia Pereira de Oliveira Bianca Caterine Piedade Pinho Beatrice Christine Piedade Pinho Débora Aquino Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37919230913	
CAPÍTULO 14	141
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA INCIDÊNCIA DE FOCOS DE QUEIMADA NO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE OS ANOS DE 2008 A 2017	
Paulo Rodrigues de Melo Neto Clodoaldo Marques da Costa Yara Soares Sales de Barros Brenda Cunha Pereira Cinthia Pereira de Oliveira Bianca Caterine Piedade Pinho Beatrice Christine Piedade Pinho Débora Aquino Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37919230914	
CAPÍTULO 15	152
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM PALMAS-TO	
Érika Gonçalves Pires Gabriel Alves Veloso	
DOI 10.22533/at.ed.37919230915	
SOBRE O ORGANIZADOR	161
ÍNDICE REMISSIVO	162

APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS

Mateus Benchimol Ferreira de Almeida

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA), Doutorado Multidisciplinar
Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Margareth Simões

Embrapa Solos. Rio de Janeiro – RJ, Brasil
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação UERJ/FEN/DESC/PPGMA. Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz

Embrapa Solos. Rio de Janeiro – RJ, Brasil

RESUMO: A degradação de pastagens é um problema global, porém tem particular importância no Brasil, considerando que o país afigura-se o título de um dos maiores produtores de carne do mundo. Desse modo, a localização, detecção e identificação para a posterior recuperação das pastagens degradadas é uma mais-valia para a pecuária, podendo contribuir significativamente nas receitas econômicas do país (PIB), além de apresentar também um viés ecológico, pois pastagens recuperadas se traduzem em florestas em pé, garantindo um meio ambiente equilibrado e propício para a própria pecuária. O presente estudo objetiva elaborar uma metodologia sistemática e coerente, com a finalidade de localizar, detectar,

identificar e mapear os diferentes níveis de degradação de pastagens por meio de técnicas advindas de Sensoriamento Remoto, com o uso de imagens de satélite Sentinel-2, dadas as suas características espectrais bastante promissoras. A área de estudo localiza-se no município de Valença, Vale do Paraíba, sendo uma região marcada por fortes degradações nas áreas de pastagens. De acordo com as características da área de estudo e com base na confrontação com a bibliografia consultada, as pastagens degradadas se classificam nos níveis N1, N2, N3 e N4, respectivamente leve, moderado, forte e muito forte. No presente estudo realizou-se correção atmosférica, NDVI, SAVI e Análise de Mistura Espectral (AME). Contudo, o NDVI e o SAVI apresentaram perfis temporais muito similares, não proporcionando separabilidade satisfatória entre os níveis de degradação das pastagens. A AME apresentou resultados bastante promissores, no entanto o grau de confiança somente será estabelecido após validação em campo. Essa validação ocorrerá tanto em período úmido como em período seco para que se compreendam os aspectos sazonais e fonológicos das pastagens degradadas.

PALAVRAS-CHAVE: Pastagens degradadas, Sentinel-2, NDVI, SAVI, Análise de Mistura Espectral (AME).

REMOTE SENSING APLICATION IN THE PASTURE DEGRADATION LEVELS STUDY

ABSTRACT: Degraded pastures are a global problem, but they have particular importance in Brazil, considering that the country has the title of one of the largest meat producers in the world. Thus, localization, detection and identification for the subsequent recovery of degraded pastures is an added value for livestock, and can contribute significantly to the country's economic income (GDP), as well as an ecological bias, as recovered pastures are translated in standing forests, ensuring a balanced environment conducive to livestock farming itself. The present study aims to develop a systematic and coherent methodology to locate, detect, identify and map the different levels of pasture degradation through Remote Sensing techniques using Sentinel-2 satellite images, given its spectral characteristics quite promising. The study area is located in the municipality of Valença, Paraíba Valley, being a region marked by strong degradations in pasture areas. According to the characteristics of the study area and based on the comparison with the bibliography consulted, the degraded pastures are classified as N1, N2, N3 and N4, respectively mild, moderate, strong and very strong. In the present study, atmospheric correction, NDVI, SAVI and Spectral Mixing Analysis (AME) were performed. However, NDVI and SAVI showed very similar temporal profiles, not providing satisfactory separability between levels of pasture degradation. The AME presented very promising results, however the degree of confidence will only be established after validation in the field. This validation will occur in both wet and dry periods to understand the seasonal and phonological aspects of degraded pastures.

KEYWORDS: Degraded Pastures, Sentinel-2, NDVI, SAVI, Spectral Mixture Analysis (SMA).

1 | INTRODUÇÃO

As pastagens degradadas têm sido uma grande preocupação no setor da pecuária a nível global, impactando diretamente na produtividade de carne, face a demanda alimentar que tem sido um problema cada vez mais evidente na atualidade. Estima-se que até o ano 2050 a população humana na Terra será de cerca de 9 bilhões de habitantes (UN, 2009). Segundo a FAO, a demanda de alimentos de origem animal a nível mundial aumentará nos próximos anos, devido o crescimento populacional e o aumento do consumo per capita (FAO, 2009). Em uma pastagem degradada a produção animal pode ser seis vezes menor do que numa pastagem em bom estado ou recuperada (MACEDO *et al.*, 2000). No Brasil, o pasto constitui a principal fonte de nutrição do gado (DIAS-FILHO *et al.*, 2015).

Assim, saber onde as pastagens degradadas estão localizadas e a que nível de degradação se encontram, é de grande importância em nível de planejamento agropecuário, pois constituirá numa ferramenta essencial aos tomadores de decisão, permitindo a execução de projetos de recuperação de pastagens, identificando zonas

prioritárias à intervenção. Desse modo, o Sensoriamento Remoto se apresenta como uma ferramenta indicada para essa tarefa, pois algoritmos de processamento digital de imagens mais eficazes e sensores cada vez mais poderosos têm revolucionado essa área do conhecimento científico. A presente pesquisa está inserida no projeto GeoABC (Metodologias e Inovações Tecnológicas e o Planejamento da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono em Apoio à Governança do Plano ABC) que atua na problemática do Plano ABC (Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura), e tem como objetivo avaliar métodos e técnicas inovadoras na área do Sensoriamento Remoto e integração de dados espaciais para o norteamo de sistemas de produção agrícola alinhados às políticas de baixa emissão de carbono na agricultura.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da presente pesquisa foram necessários os seguintes materiais:

11 imagens Sentinel-2 livres de nuvens ou com baixa ocorrência, do período de dezembro de 2016 a setembro de 2018; Dados vetoriais (formato shapefile) do Brasil (fonte: IBGE, 2013); 12 pontos georreferenciados de coleta de pastagens degradadas nos níveis N1, N2, N3 e N4 (conforme a Figura 1), respectivamente, leve, moderado, forte e muito forte, da área de estudo, levantados nos períodos de 28 a 31 de agosto de 2017 (N1 e N4) e de 17 a 19 de outubro de 2017 (N2 e N3) (Cortesia do Dr. Fabiano Balieiro e do Dr. Guilherme Donagemma, Pesquisadores da Embrapa Solos); Software ArcGIS 10.5; Software ENVI 5.5; Microsoft Office Excel 2007.

A área de estudo da presente pesquisa corresponde a uma região de pastagens cultivadas no Vale do Paraíba, no município de Valença, no Estado do Rio de Janeiro (RJ), conforme a Figura 2. Nesta área encontra-se a Fazenda Santa Mônica (Fazenda Experimental da Embrapa) situada no distrito Barão de Juparanã, município de Valença (RJ) na qual já se encontra instalado um experimento de campo para a calibração das pastagens na respectiva área de estudo.

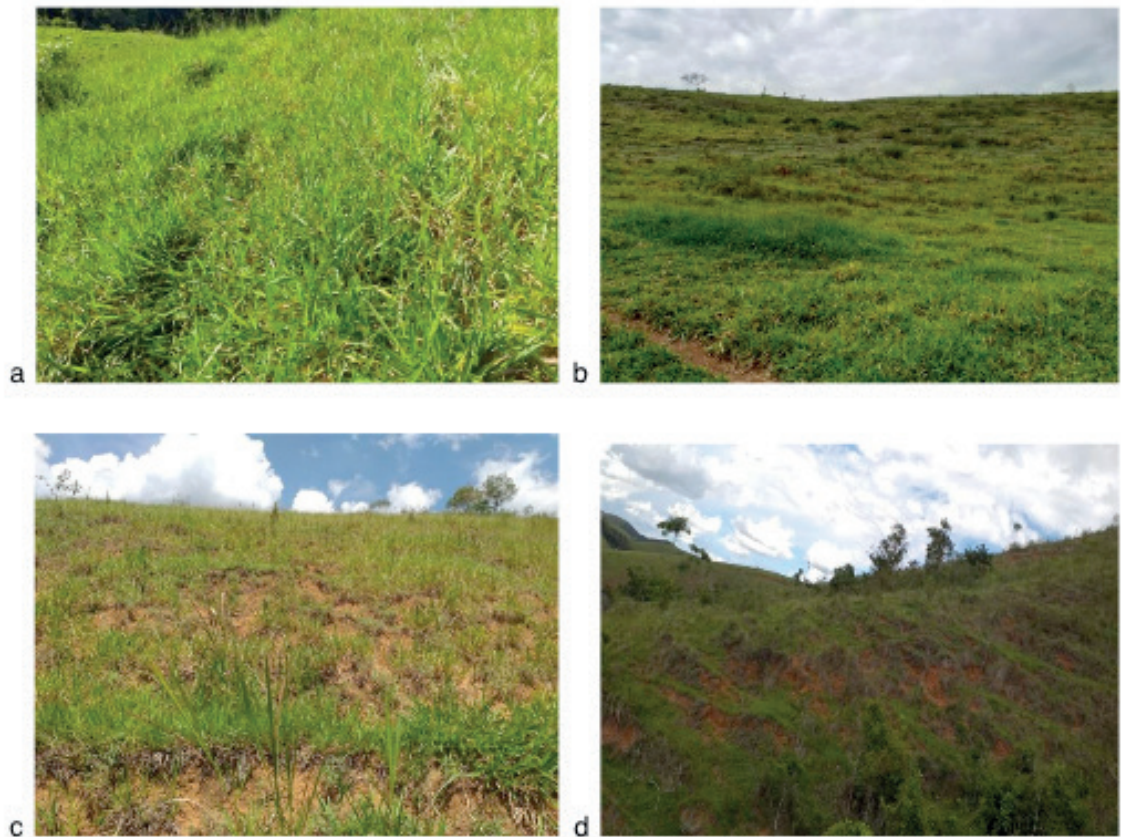


Figura 1: Níveis de degradação de pastagens – a) N1. b) N2. c) N3. d) N4.

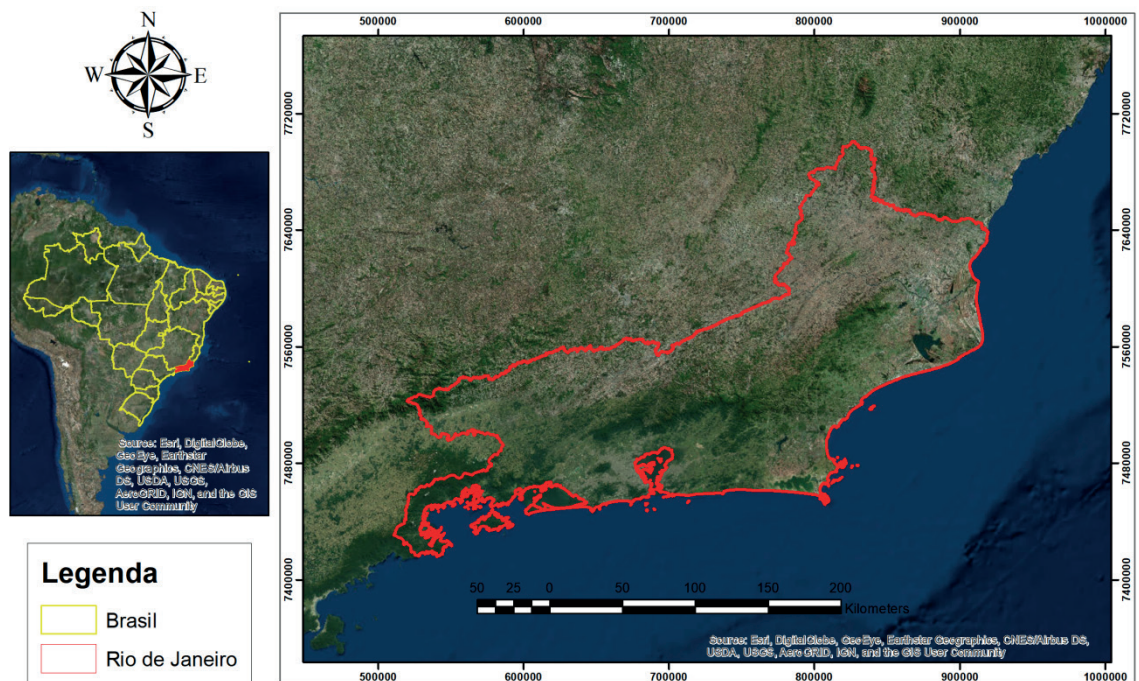


Figura 2: Mapa de localização da área de Estudo, situada no município de Valença, no Estado do Rio de Janeiro – Mapa elaborado pelos autores a partir das fontes: Globo digital do ArcGIS.

Na presente pesquisa utilizaram-se os seguintes métodos:

- Correção atmosférica das imagens Sentinel-2 pelo *plugin* Sen2Cor da Agência Espacial Europeia (ESA);

A correção atmosférica pelo Sen2Cor corresponde a um modelo de transferência radiativa que processa as imagens Sentinel-2 do nível L1C (ortoimagem em reflectância no topo da atmosfera) ao nível L2A (ortoimagem em reflectância de superfície) (ESA, 2018). O Sen2Cor realiza a correção atmosférica, a correção do terreno e a correção das nuvens cirros das imagens L1C para as imagens L2A (ESA, 2018). A correção atmosférica do Sen2Cor resulta como produto as seguintes bandas: B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8A, B11 e B12; sendo que na presente pesquisa, para uma melhor separabilidade dos alvos do terreno, selecionaram-se as seguintes bandas: B4, B5, B6, B7, B8A, B11 e B12. A correção atmosférica do Sen2Cor exige a reamostragem das imagens de saída para uma única resolução, quer seja, 10m, 20m ou 60m; sendo que na presente pesquisa selecionou-se a resolução de saída de 20m.

- Níveis de degradação de pastagens:

Os níveis de degradação de pastagens N1, N2, N3 e N4 são definidos em função das características das pastagens descritas por (DIAS-FILHO, 2015):

ED	Parâmetro limitante	QCS (%)	Nível
1	Vigor e solo descoberto	Até 20	Leve
2	Estádio 1 agravado + plantas invasoras	21 - 50	Moderado
3	Estádio 2 agravado ou morte das forrageiras (degradação agrícola)	51 - 80	Forte
4	Solo descoberto + erosão (degradação biológica)	> 80	Muito forte

Tabela 1 – estádios de degradação (ED) de pastagens segundo parâmetros limitantes, indicadores de queda na capacidade de suporte (QCS), e nível de degradação (Nível).

Fonte : (DIAS-FILHO, 2015)

- Cálculo do NDVI;

O NDVI é um índice de vegetação relevante que permite representar a sazonalidade, fenologia, período de crescimento, pico de verde, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência da vegetação (PONZONI *et al.*, 2012). O NDVI se expressa pela seguinte fórmula matemática:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad ; \quad NDVI = \frac{B8A - B4}{B8A + B4}$$

onde a banda B8A corresponde à imagem na região do infravermelho-próximo e a banda B4 corresponde à imagem na região do vermelho do Sentinel-2. O NDVI é sensível em ecossistemas com baixa biomassa (como as pastagens), porém é

bastante afetado pelo solo (JENSEN, 2011). Por isso, achou-se útil calcular também o SAVI.

- Cálculo do SAVI;

O SAVI se expressa matematicamente pela seguinte fórmula:

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_{nir}-\rho_{red})}{\rho_{nir}+\rho_{red}+L} ; SAVI = \frac{(1+1)(B8A-B4)}{B8A+B4+1}$$

onde L é uma constante com a finalidade de minimizar o efeito do solo, os valores variam de 0 a 1, sendo 1 para baixas densidades de vegetação, 0.5 para médias densidades e 0.25 altas densidades. Na presente pesquisa selecionou-se L=1, pois pastagens possuem baixas densidades de vegetação (PONZONI *et al.*, 2012; JENSEN, 2011).

- Análise de Mistura Espectral (AME).

A mistura espectral resulta devido a heterogeneidade dos alvos no terreno, sendo que a resposta dos pixel é uma média da resposta espectral dos alvos que estes cobrem no terreno. Análise de Mistura Espectral (AME) tem a finalidade de estimar a proporção dos componentes (pixels puros) da mistura espectral, para cada pixel das bandas selecionadas do sensor em questão, resultando assim, nas imagens-fração com o mesmo nome dos pixels puros. A AME requer a satisfação de duas condições básicas:

$$\sum_{i=1}^N F_i = F_1 + F_2 + \dots + F_N = 1 \quad (\text{EQ. 2.1})$$

$$DN_{\lambda} = F_1 DN_{\lambda,1} + F_2 DN_{\lambda,2} + \dots + F_N DN_{\lambda,N} + E_{\lambda} \quad (\text{EQ. 2.2})$$

onde DN_{λ} é o número digital de um determinado pixel na banda ; F_i são as proporções dos componentes puros no respectivo pixel; $DN_{\lambda,i}$ são os componentes puros do respectivo pixel; e E_{λ} é o termo de erro (PONZONI *et al.*, 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas 11 imagens Sentinel-2 corrigidas atmosféricamente pelo *plugin* Sen2Cor da ESA, foi possível elaborar o perfil temporal da Figura 3, a partir do qual observou-se o comportamento espectral e temporal dos diferentes níveis de degradação de pastagens (N1, N2, N3 e N4). A partir desse perfil temporal foi possível observar em que período havia uma melhor separabilidade dos diferentes

níveis de degradação de pastagens. Desse modo, observou-se que a imagem de 18 de fevereiro de 2017 apresentava uma melhor separabilidade dos diferentes níveis de degradação de pastagens. Assim, realizou-se o processamento da imagem de 18 de fevereiro de 2017 e da imagem de 06 setembro de 2017, essa última a mais próxima da data de coleta dos dados de campo, isto é, de 28 a 31 de agosto.

As fases posteriores de processamento dos dados consistiram no cálculo do NDVI, do SAVI e da Análise de Mistura Espectral (AME). A partir do cálculo do NDVI foi possível gerar um outro perfil temporal (Figura 4), permitindo uma observação de uma outra perspectiva dos níveis de degradação de pastagens, porém a separabilidade não foi muito eficiente. Uma vez que as pastagens são ecossistemas de baixa densidade de vegetação, achou-se oportuno calcular o SAVI, uma vez que esse índice de vegetação reduz a influência do solo nos valores das pastagens, porém o perfil temporal do SAVI foi muito similar ao perfil temporal do NDVI, não sendo ambos eficientes na separabilidade dos níveis de degradação de pastagens.

Posteriormente, com base nas imagens Sentinel-2 de fevereiro e de setembro, realizou-se a AME (de cada uma delas separadamente) que teve como componentes puros 3 pixel de pastagens degradadas no nível N1, 3 pixel no nível N4, 3 pixel de solo exposto e 3 pixel de água/sombra, com a finalidade de realizarem uma boa separabilidade dos diferentes alvos terrestres de interesse para a presente pesquisa. Desse modo, obtiveram-se as imagem-fração N1, N4, solo exposto e água/sombra. Assim, a imagem-fração N4 foi importada num SIG, onde se realizaram operações de análises espaciais com a ferramenta *Raster Calculator*, de modo a se localizar as regiões que apresentam maiores índices de degradação de pastagens no nível N4, vide Figura 5. Observou-se uma grande similaridade relativamente aos padrões das regiões degradadas nas imagens de fevereiro e de setembro.

A presente pesquisa ainda se encontra em andamento e os resultados ainda são preliminares, precisando estes últimos serem validados em campo para a apuração do grau de confiança dos mesmos. A validação ocorrerá no período úmido de outubro de 2018 e no período seco de julho de 2019, na área de estudo localizada no município de Valença, Vale do Paraíba, onde há ocorrência de degradações de pastagens nos diferentes níveis. Contudo, os estudos continuam, pois é necessário encontrar-se uma metodologia mais refinada que permita separar as pastagens nos níveis de degradação N1, N2, N3 e N4, algo que ainda não foi alcançado até o momento.

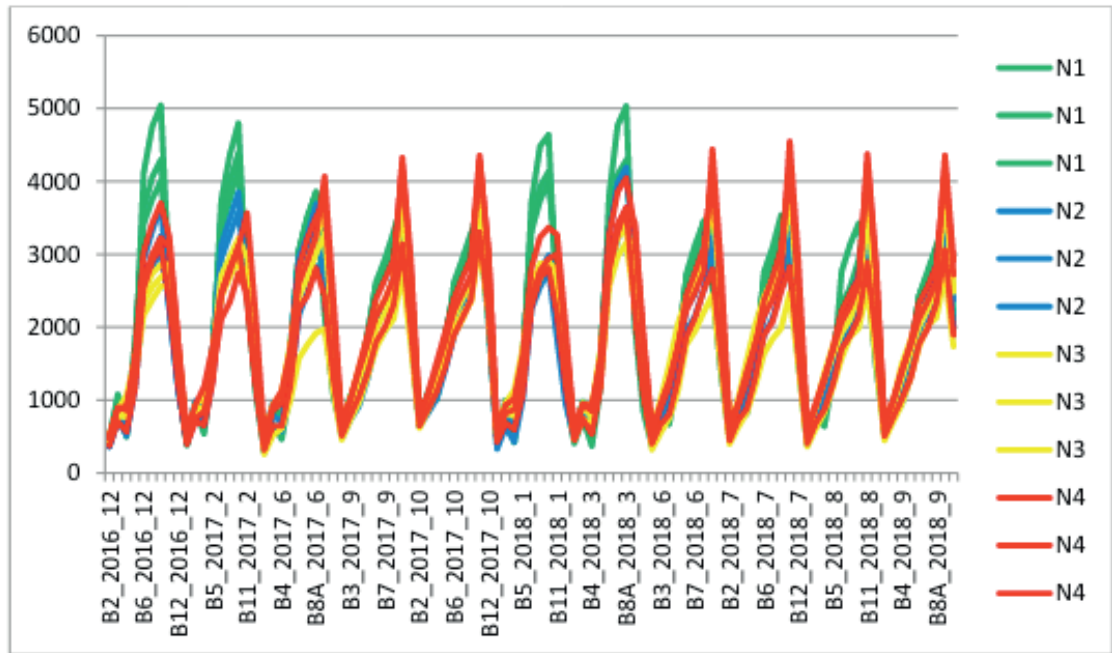


Figura 3: Perfil temporal das imagens Sentinel-2 corrigidas atmosféricamente pelo Sen2Cor no período de 2016/12 a 2018/09.

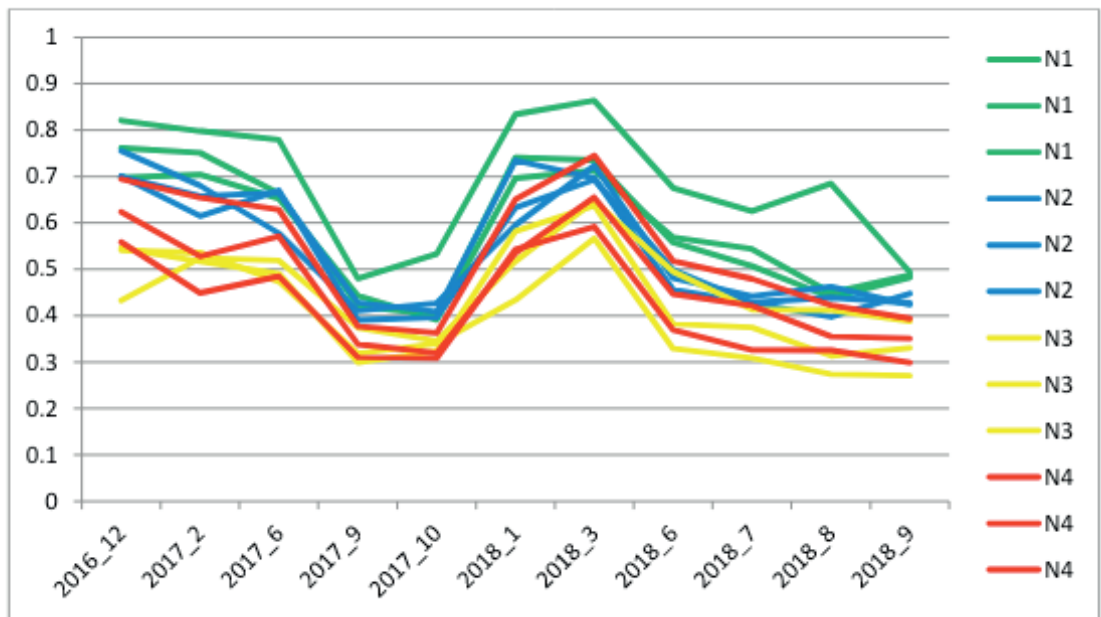


Figura 4: Perfil temporal do NDVI.

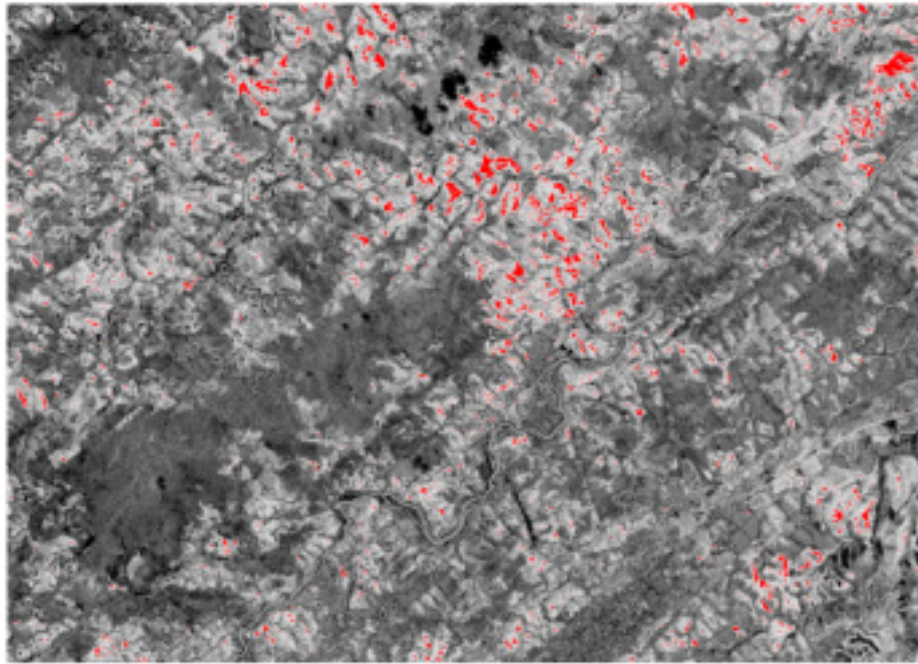


Figura 5. Imagem-fração N4 com as possíveis áreas de degradação de pastagens. As pastagens degradadas estão representadas em vermelho. Imagem original obtida no dia 06/09/2017.

4 | CONCLUSÕES

No presente estudo, a metodologia proposta permitiu alcançar até o momento resultados promissores para a separabilidade dos diferentes níveis de degradação de pastagens N1, N2, N3 e N4, respectivamente leve, moderado, forte e muito forte, por meio da Análise de Mistura Espectral, com posterior validação em campo.

O NDVI e o SAVI (índices de vegetação) apresentaram perfis temporais muito similares entre si e, por si só, não apresentaram resultados eficientes na separabilidade dos níveis de degradação de pastagens, podendo estes, na continuidade dos estudos, serem cruzados com outros índices para a melhoria dos resultados. Estudos mais elaborados da percepção do fenômeno através da Análise de Mistura Espectral (AME) estão sendo realizados para uma melhor separabilidade da degradação das pastagens. As bandas da região do *red edge* B5, B6 e B7 do Sentinel-2, nas quais a vegetação verde apresenta um forte declive ascendente no seu comportamento espectral, estão sendo exploradas para a melhoria da separabilidade dos níveis de degradação de pastagens, assim como as bandas B11 e B12 que apresentam uma resposta espectral forte da vegetação seca.

O presente estudo ainda se encontra em fase de desenvolvimento, porém os resultados se mostram bastante promissores, principalmente pelos resultados alcançados pela Análise de Mistura Espectral.

Apesar de até o momento os resultados com os índices de vegetação não serem muito satisfatórios, pretende-se cruzá-los com outros índices biofísicos, de modo a permitirem a observação do problema a partir de outras perspectivas, podendo estes

virem a ser potencialmente interessantes, conforme apontam determinados estudos publicados em artigos científicos de revistas especializadas em Sensoriamento Remoto.

Além disso, sensores hiperespectrais como o EO-1 Hyperion (NASA) e o CHRIS-PROBA (ESA) possuem bancos de imagens que têm permitido o cálculo de índices hiperespectrais tais como o CAI (Índice de Absorção da Celulose) que cruzado com o NDVI permite a separabilidade da vegetação seca, vegetação verde e solo exposto, sendo que a vegetação seca é um forte indicador de pastagens degradadas.

Por fim, outras gerações vindouras de sensores hiperespectrais estão sendo desenvolvidas por agências espaciais, já tendo sido anunciadas pelas mesmas, de que num futuro próximo esses sensores estarão em órbita fornecendo imagens hiperespectrais. Esse feito permitirá a quebra de paradigma das barreiras limitantes da atualidade em Sensoriamento Remoto, abrindo novas janelas de possibilidades, impulsionando o desenvolvimento de novas técnicas de processamento digital de imagens, proporcionando uma maior diversidade de soluções em Sensoriamento Remoto.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de reconhecer o apoio financeiro do Programa Capes/Cofecub para o Projeto GeoABC (Nº845/15). Os autores também gostariam de reconhecer o apoio financeiro do Projeto BID Rural Sustentável. O autor principal gostaria de agradecer o Governo de Angola por intermédio do Ministério do Ensino Superior e do Consulado de Angola no Rio de Janeiro pela concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de Pastagens: Processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. Ed. Pará: Ed. do Autor, 2015.

ESA. European Spacial Agency. **Sen2Cor**. Disponível em: <<http://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/sen2cor/>> acesso em 11 out. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of food and agriculture: Livestock in the balance**. Roma, 2009.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. Ed. São Paulo: Parêntese, 2011, 598 p.

MACEDO, M.C.M., KICHER, A.N., ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens (Comunicado técnico)**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, 2000.

PONZONI, F. J., SHIMABUKURO, Y. E., KUPLISH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2.

ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012. 160 p.

UN. UNITED NATIONS. **World population prospects: The 2008 revision**. New York, 2009.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO: Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agropecuária 2, 7, 93, 102, 104, 121, 132, 133, 136, 137, 139, 141, 146

Amazônia 89, 95, 96, 103, 106, 133, 134, 136, 138, 139, 140, 142, 146, 148, 149, 150

Análise Espacial 109, 151

Anomalias Climáticas 121

Antropização 34, 41, 44, 98

B

Bilhete Único 56, 58, 64, 67

C

Compartimentação Tectônica 108

Corredor de Ônibus 56

D

Defeitos 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77

Desenvolvimento Sustentável 78, 84, 150

Desertificação 121, 122, 123, 130, 131

Detecção de Mudança 34

Doença de Chagas 97, 98, 99, 103, 104

E

Epidemiologia 89, 92, 96, 97

F

Fotogrametria 69

G

Geoprocessamento 22, 23, 33, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 56, 89, 123, 134, 139, 141, 142, 143

Gestão Pública 46, 47, 48, 52, 54

I

Imagem Termal 152

Incêndio 142

Infraestrutura 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 84, 132, 136, 138

M

Matriz de Transição 94, 133, 135

Método 22, 23, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 38, 43, 67, 69, 77, 78, 79, 81, 82, 84, 86, 87,

141, 144, 148

Modelo Multicriterial 78

Mudanças Do Clima 122, 130

N

NDVI 9, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 44

P

Pastagens Degradadas 2, 11, 12, 13, 17, 19, 20

Processamento Digital de Imagens 13, 20, 22, 23, 34, 37, 108, 113

R

Rodovias 48, 69, 70, 77, 80

S

SAVI 11, 12, 16, 17, 19

Segmentação 22, 23, 24, 30, 38

Sensoriamento Remoto 5, 1, 8, 11, 13, 20, 23, 34, 36, 43, 44, 45, 56, 60, 68, 87, 89, 90, 92, 102, 109, 112, 119, 120, 123, 133, 134, 140, 153, 160

SIG 17, 46, 47, 48, 52, 54, 59, 78, 132, 135, 144, 151

T

Transporte Público 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

U

Uso do Solo 7, 79, 82, 83, 84, 87, 89, 95, 134, 139, 152

V

Vetorização 56, 59, 60, 108, 109

Vulnerabilidade 44, 52, 81, 82, 83, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-637-9



9 788572 476379