



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C737 Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-943-1

DOI 10.22533/at.ed.431202201

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A competência técnica aliada a responsabilidade social e ambiental é imprescindível para uma atuação profissional com excelência em determinada atividade ou função. Nas Ciências Agrárias, esta demanda tem ganhando destaque em função do crescimento do setor nos últimos anos e da grande necessidade por profissionais tecnicamente qualificados, com conhecimentos e habilidades sólidas na área com vistas à otimização dos sistemas produtivos. É importante ressaltar, ainda, que a atuação com uma ótica social e ambiental são extremamente importantes para o desenvolvimento sustentável das atividades voltadas às Ciências Agrárias.

Neste sentido, surgiu-se a necessidade de idealização desta obra, “Competência Técnica e responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias”, que foi estruturada em dois volumes, 1 e 2. Em ambos os volumes são tratados estudos relacionados à caracterização e manejo de solos, otimização do desenvolvimento de plantas, produção de alimentos envolvendo técnicas inovadoras, utilização de resíduos de forma ecologicamente sustentável, dentre outros assuntos, visando contribuir com o desenvolvimento das Ciências Agrárias.

Agradecemos a contribuição dos autores dos diversos capítulos que compõe a presente obra. Desejamos ainda, que este trabalho possa informar e promover reflexões significativas acerca da responsabilidade social e ambiental associada às competências técnicas voltadas às Ciências Agrárias.

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO SOLO NO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PORTO SEGURO, MARABÁ - PA

Karina Miranda de Almeida
Gleidson Marques Pereira
João Paulo Soares da Silva
João Pedro Silva da Silva
Luana Mariza Moraes dos Santos
Nathália Cordeiro Fidelis dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4312022011

CAPÍTULO 2 8

SUBSTRATO BOVINO NO DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA

Antônio Gabriel Ataíde Soares
Elis Cristina Bandeira da Mota Silva
Ruthanna Isabelle de Oliveira
Taianny Matias da Silva
Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo
Maria Jany Kátia Loiola Andrade
Gustavo Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4312022012

CAPÍTULO 3 16

USO DE RESÍDUOS AGROFLORESTAIS E AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE COGUMELOS
DA ESPÉCIE PLEUROTUS PULMONARIUS EM FRAGMENTO FLORESTAL

Giseudo Aparecido de Paiva
Grace Queiroz David
Adriana Matheus da Costa Sorato
Ana Paula Rodrigues da Silva
Ostenildo Ribeiro Campos
Luana Souza Silva
Tainara Rafaely de Medeiros
Walmor Moya Peres
Wesley dos Santos
Ana Paula Roveda
Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida
Laiza Almeida Dutra

DOI 10.22533/at.ed.4312022013

CAPÍTULO 4 22

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO) DIÁRIA EM BALSAS/MA BASEADA APENAS NA TEMPERATURA DO AR

Elton Ferreira Lima
Rafael Guimarães Silva Moraes
Karolayne dos Santos Costa Sousa
Bryann Lynconn Araujo Silva Fonseca
Jossimara Ferreira Damascena
Mickaelle Alves de Sousa Lima
Maria Ivanessa Duarte Ribeiro
Wesley Marques de Miranda Pereira Ferreira
Edson Araújo de Amorim
Layane Cruz dos Santos
Kalyne Pereira Miranda Nascimento
Kainan Riedson Oliveira Brito

DOI 10.22533/at.ed.4312022014

CAPÍTULO 5 29

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2013 NA BACIA DO RIO PERUÍPE, BAHIA

Emilly da Silva Farias
Raquel Viana Quinelato
João Batista Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4312022015

CAPÍTULO 6 37

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADES ESPECÍFICAS DO CAPIM ELEFANTE CV. PIONEIRO EM CULTIVO DE SEQUEIRO

Emilly da Silva Farias
Murilo Sousa Ramos
João Batista Lopes da Silva
Wanderley de Jesus Souza

DOI 10.22533/at.ed.4312022016

CAPÍTULO 7 43

SELEÇÃO DE DIFERENTES SEMENTES HOSPEDEIRAS POR FÊMEAS *ZABROTES SUBFASCIATUS* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) E DANOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRÃOS PÓS-PREDAÇÃO

Valquíria Dias de Souza
Angel Roberto Barchuk
Isabel Ribeiro do Valle Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.4312022017

CAPÍTULO 8 54

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO UMBUZEIRO COM ENRAIZADORES ALTERNATIVOS

Antônio Gabriel Ataíde Soares
Ruthanna Isabelle de Oliveira
Lailla Sabrina Queiroz Nazareno
Nemilda Pereira Soares
Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo
Thamyres Yara Lima Evangelista
Gustavo Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4312022018

CAPÍTULO 9 62

INFLUÊNCIA DE REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE PLANTAS DE SOJA

Marcelo Ferraz de Campos
Elizabeth Orika Ono

DOI 10.22533/at.ed.4312022019

CAPÍTULO 10 72

SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE CUPUAÇUZEIRO QUANTO À CAPACIDADE PRODUTIVA, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E RESISTÊNCIA À VASSOURA-DE-BRUXA NO MUNICÍPIO DE TERRA ALTA - PA

Paulo Henrique Batista Dias
Bianca Cavalcante da Silva
Daniel Vítor Mesquita da Costa
Lívia Manuele Viana Galvão
Rafael Moysés Alves
Raiana Rocha Pereira
Cristiane da Paixão Barroso
Wendy Vieira Medeiros
José Itabirici de Souza e Silva Junior
Nayra Silva do Vale
Jonathan Braga da Silva
Bruno Borella Anhê

DOI 10.22533/at.ed.43120220110

CAPÍTULO 11 80

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO PÓLEN COLETADO POR ABELHAS MELÍFERAS EM REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DESTES RECURSO AO LONGO DO ANO

Felipe de Lima Rosa
Natália Vinhal da Silva
Kézia Pereira de Oliveira
Vagner Alves dos Santos
Rômulo Augusto Guedes Rizzardo

DOI 10.22533/at.ed.43120220111

CAPÍTULO 12 89

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO MOSTO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Fátima Rafaela Da Silva Costa
Kennedy Kelvik Oliveira Caminha
Paula Bruna da Silva
Maico da Silva Silveira
Felipe Sousa da Silva
Adricia Raquel Melo Freitas
Rodrigo Gregório Da Silva
Mayara Salgado Silva

DOI 10.22533/at.ed.43120220112

CAPÍTULO 13 97

INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA E DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA NO NDVI EM FLORESTA TROPICAL SAZONALMENTE SECA

Deodato do Nascimento Aquino
Eunice Maia de Andrade
Flávio Jorge Ponzoni

DOI 10.22533/at.ed.43120220113

CAPÍTULO 14 110

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS E SUA RELAÇÃO COM A AGRICULTURA: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DOS ÚLTIMOS 10 ANOS

Greici Joana Parisoto
Samanta Ongaratto Gil
Ivaneli Schreinert dos Santos
Camila Soares Cardoso
Letícia de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.43120220114

CAPÍTULO 15 122

FABRICAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA COM FARINHA DE LINHAÇA (*LINUM USITATISSIMUM*)

Fernanda Izabel Garcia da Rocha Concenço
Rosane Nunes de Lima Gonzales
Marcia Vizzotto
Leonardo Nora

DOI 10.22533/at.ed.43120220115

CAPÍTULO 16 136

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DA MAÇÃ EMPREGANDO ENERGIA ULTRASSÔNICA

Jakeline Dionizio Ferreira
Gabrielly Assunção Félix dos Santos
Raquel Aparecida Loss
Sumária Sousa e Silva
Juliana Maria de Paula
Claudinéia Aparecida Queli Geraldi
Sumaya Ferreira Guedes

DOI 10.22533/at.ed.43120220116

CAPÍTULO 17 144

INFLUÊNCIA DO ULTRASSOM NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO ABACAXI (*ANANAS COMOSUS* (L.) *MERR.*)

Nila Gabriela Ferreira Lopes Freire
Raquel Aparecida Loss
Sumária Sousa e Silva
Juliana Maria de Paula
Claudinéia Aparecida Queli Geraldi
Sumaya Ferreira Guedes

DOI 10.22533/at.ed.43120220117

CAPÍTULO 18 155

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE FILME STRETCH EM CARCAÇAS BOVINAS RESFRIADAS ABATIDAS NO MUNICÍPIO DE IMPERATRIZ-MA

Zaira de Jesus Barros Nascimento
Raimundo Nonato Rabelo
Herlane de Olinda Vieira Barros
Viviane Correa Silva Coimbra
Anna Karoline Amaral Sousa
Bruno Raphael Ribeiro Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.43120220118

CAPÍTULO 19 164

VERTICALIZAÇÃO DO ENSINO E PERSPECTIVAS PROFISSIONAIS E EDUCACIONAIS DO ALUNO DO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFRO – CÂMPUS ARIQUEMES

Quezia da Silva Rosa
Mayko da Silva Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.43120220119

CAPÍTULO 20 174

UTILIZAÇÃO DO SGEV (SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EVENTOS) PARA ATIVIDADES PET-AGRONOMIA – UNIOESTE

Jessyca Vechiato Galassi
Nardel Luiz Soares da Silva
Natália Cardoso dos Santos
Daliana Hisako Uemura Lima
Camila da Cunha Unfried
Jaqueline Vanelli
Aline Rafaela Hasper
Lucas Casarotto
Leonardo Mosconi
Arthur Kinkas
Paula Caroline Bejola
Nathália Cotorelli

DOI 10.22533/at.ed.43120220120

CAPÍTULO 21 180

PESCADOR SEM PEIXE: MEMÓRIAS DOS PESCADORES DA CIDADE DE SÃO RAFAEL/RN

Juce Hermes Soares Lima
Maria do Carmo Ferreira Barbosa
Davi Moura Xavier
Robson Campanerut da Silva

DOI 10.22533/at.ed.43120220121

CAPÍTULO 22 180

PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA PEDREIRA DRISNER, MUNICÍPIO DE MARIPÁ – PARANÁ

Lidiane Kraemer Uhry
Oscar Vicente Quinonez Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.43120220122

CAPÍTULO 23	180
TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU – PR DOI 10.22533/at.ed.43120220123	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	187
ÍNDICE REMISSIVO	188

INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA E DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA NO NDVI EM FLORESTA TROPICAL SAZONALMENTE SECA

Data de Aceite: 03/01/2020

Deodato do Nascimento Aquino

Engo. Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola,
Perito Federal do INCRA, Fone (85) 3299 1387,
deoagro@hotmail.com

Eunice Maia de Andrade

Enga. Agrônoma, Prof.^a Titular, PhD, Engenharia
Agrícola CCA/UFC, Fortaleza – CE. (85)
33669754, eandrade@ufc.br

Flávio Jorge Ponzoni

Engo. Florestal, Doutor em Engenharia Florestal,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,
Divisão de Sensoriamento Remoto, São José dos
Campos - SP. (12) 32086454. flavio@dsr.inpe.br

RESUMO: Este trabalho objetivou caracterizar espectralmente fragmentos florestais no bioma Caatinga e avaliar o efeito da sazonalidade climática e da topografia sobre o comportamento do índice de vegetação NDVI em diferentes estádios de regeneração vegetal. O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do rio Caxitoré com aproximadamente 130 mil ha, localizada na região norte do Estado do Ceará. Para avaliar a influência da geometria de iluminação foram utilizados dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e as condições de iluminação presentes no momento da aquisição da imagem de satélite. As imagens do sensor

OLI/LANDSAT 8 representativas das estações chuvosa (junho) e seca (setembro) de 2013, foram utilizadas para caracterização espectral de duas fitofisionomias do bioma caatinga. Essas imagens foram convertidas para valores físicos (fatores de reflectância de superfície) e encontrada as curvas espectrais, além da obtenção do índice NDVI. Os resultados indicaram que a intensidade de refletância da radiação eletromagnética incidente em dosséis do bioma caatinga é influenciada tanto pela sazonalidade climática quanto pela geometria de iluminação decorrentes das características topográficas do relevo, principalmente na estação chuvosa, onde se observa o maior ângulo zenital solar. O NDVI não se mostrou adequado para detectar alterações no comportamento espectral do bioma caatinga durante a estação chuvosa.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Geometria de Iluminação. Componentes Principais. NDVI.

INFLUENCE OF LANDSCAPE AND CLIMATIC SEASONALITY ON THE NDVI IN A SEASONALLY DRY TROPICAL FOREST

ABSTRACT: The aim of this work was to characterise spectrally forest fragments in the Caatinga biome, and to evaluate the effect of climatic seasonality and topography on the behaviour of the NDVI vegetation index at

different stages of plant regeneration. The study was carried out in the watershed of the Caxitoré River, of approximately 130,000 ha, in the northern region of the State of Ceará. To evaluate the illumination geometry, data from the SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) were used with the lighting conditions present at the time of acquisition of the satellite image. Images from the OLI/Landsat 8 sensor, which were representative of the rainy season (June) and the dry season (September) of 2013 were used for the spectral characterisation of two types of phyto-physiognomy of the Caatinga biome. Images were transformed into physical values (surface reflectance factors) and fitted to spectral curves. Also, NDVI was determined. The results showed that the reflectance intensity of the incident electromagnetic radiation in canopies of the caatinga biome is not only influenced by seasonality, but also by the illumination geometry arising from the topographical characteristics of the terrain mainly during the rainy season, when the greatest value for the solar zenith angle was recorded. The NDVI proved to be unsuitable for detecting changes in the spectral behaviour of the Caatinga biome during the rainy season.

KEYWORDS: Remote sensing. Illumination geometry. Principle Components. NDVI.

1 | INTRODUÇÃO

As florestas secas compreendem pouco menos da metade das florestas tropicais e subtropicais do mundo, além disso, fornecem ampla gama de bens e serviços ambientais, desempenhando papel importante e complexo no apoio aos sistemas agrícolas dos quais milhões de agricultores de subsistência dependem (CHIDUMAYO; GUMBO, 2010). Estão entre os ecossistemas mais ameaçados e degradados em regiões tropicais do mundo (MILES et al., 2006). Corroborando com o supramencionado, tem-se na floresta tropical sazonal seca da Caatinga, uma ecorregião semiárida única. A exploração, feita de forma extrativista pela população local, desde a ocupação do semiárido, tem levado à rápida degradação ambiental. Isso confere, à caatinga, a condição de ecossistema menos preservado e um dos mais degradados do Brasil (ALENCAR; SANTOS, 2014).

Os trabalhos de mapeamento do desmatamento, produtividade de biomassa florestal e estoque de carbono na vegetação demandam tempo, alto investimento, mão de obra especializada, além de algumas metodologias diretas resultarem na eliminação de áreas com vegetação. Diante o exposto as geotecnologias, sobretudo as técnicas de sensoriamento remoto, têm sido alternativa viável em estudos de monitoramento florestais (CANAVESI, 2008; FRANCISCO et al., 2012; PONZONI et al., 2015).

Na prática, muitos fatores podem limitar a acurácia das ferramentas de sensoriamento remoto tais como as resoluções temporal, espacial e espectral do sensor utilizado, a variabilidade espectral dos dosséis analisados, as reflectâncias adicionais à folhagem como, por exemplo, o sub-bosque e o solo, condições de iluminação e o aspecto da topografia (GOODWIN et al., 2005). Das características presentes na curva da reflectância espectral da vegetação, duas têm sido amplamente utilizadas

para seu mapeamento através do sensoriamento remoto: a absorção da energia eletromagnética no intervalo do visível e a reflectância no infravermelho próximo (PONZONI et al., 2012). De acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2010), o processo de interação entre a radiação eletromagnética e uma folha depende de fatores químicos (pigmentos fotossintetizantes e água) e estruturais (organização dos tecidos da folha) e pode ser analisado sob os pontos de vista da absorção, transmissão e reflexão da vegetação.

Outro fator importante e que exerce influência nos resultados da aplicação das técnicas de sensoriamento remoto sobre estudos e ou, avaliação da cobertura florestal refere-se ao relevo (CANAVESI et al., 2010). Essa variação de relevo implica, então, diferenças nas quantidades de radiação eletromagnética recebida pelos alvos florestais para um mesmo posicionamento solar (LIESENBERG et al., 2007). Essa ambiguidade potencializada pelo relevo, aliada à questão sazonal, principalmente na região semiárida, torna a caracterização espectral da vegetação uma tarefa complexa (PONZONI et al., 2015).

A reflectância dos alvos pode ser utilizada na geração de índices de vegetação, onde esses são analisados com a finalidade de estabelecer classes temáticas dos elementos da vegetação em relação a outros alvos da superfície terrestre, sendo o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) o índice mais utilizado (RODRIGUES; RODRIGUES, 2012). Normalmente, trata-se de um índice mais recomendado para florestas tropicais jovens secundárias, pois o NDVI satura com o aumento da área foliar encontrado em florestas mais densas. No entanto, em regiões semiáridas, há menos possibilidade de saturação do NDVI, por causa da baixa densidade de fitomassa e de folhas, na qual, a sua correlação com o índice de área foliar não tem sido limitado em estágios mais avançados de sucessão vegetal (COSTA et al., 2002).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a sensibilidade de dados radiométricos coletados em nível orbital à alteração topográfica, sazonalidade climática e às variações estruturais florestais verificadas em fragmentos florestais conservados e raleados no bioma caatinga.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do rio Caxitoré, área de aproximadamente 130 mil ha, inserida na macrobacia hidrográfica do rio Curu, entre os quadrantes: 3° 35'45,28" – 4° 06'54,00" S e 39° 16'17,47" – 39° 50'39,88" W, com altitudes médias de 126 m (Figura 1).

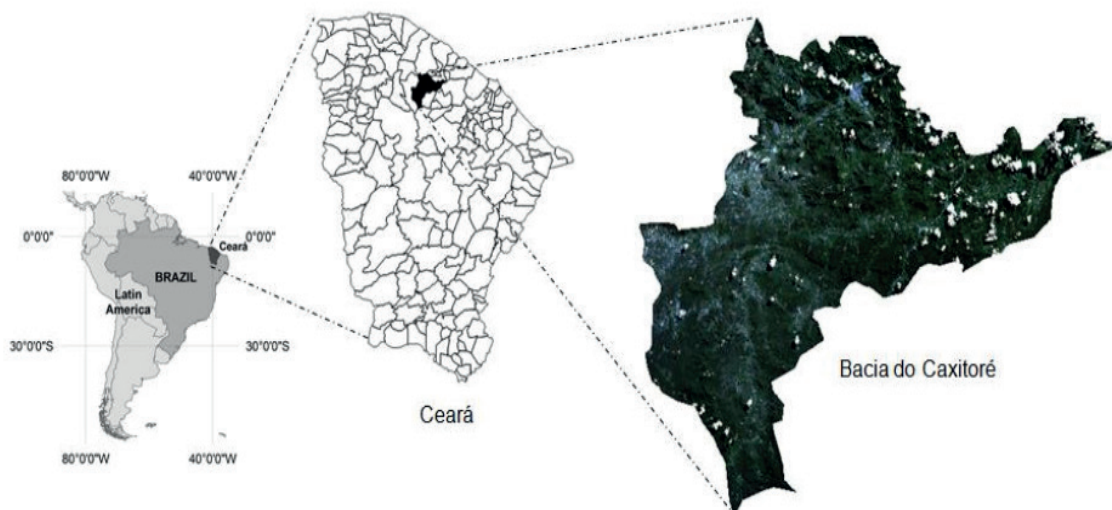


Figura 1 – Localização da área experimental da bacia hidrográfica do rio Caxitoré

Segundo a classificação de Köppen, a zona climática da região é do tipo BSw'h', clima semiárido com precipitações máximas de outono, e temperatura média mensal sempre superior a 18 °C. A precipitação, evapotranspiração e insolação média histórica da região são 817 mm, 2.431 mm e 2.641 h ano⁻¹, respectivamente (CEARÁ, 2015). A vegetação da área em estudo é constituída tipicamente por Caatinga hiperxerófila (Savana estépica), floresta subcaducifólia tropical pluvial, com grande variedade de espécies espinhosas em sucessão ecológica secundária.

Quanto ao relevo da área, este é caracterizado pelas depressões sertanejas, representada por planaltos com variações altimétricas entre 100 a 500 m, destacando solos provenientes da decomposição de minerais primários ricos em gnaisses e quartzitos. Os solos distribuem-se em planaltos formados por processos erosivos, apresentam rochas dispostas paralelamente e subparalelas, dando-lhe forma tabular e de sequências no topo destacando-se os blocos rochosos com altitude em torno de 450 m (SOARES, 2004).

2.2 Definição in loco dos pontos de controles

No georreferenciamento dos pontos de controle representativo de cada estágio sucessional dos fragmentos florestais foi realizado uma expedição preliminar na região no mês de setembro de 2015 (estação seca), estabelecendo-se assim (2) duas diferentes classes: Caatinga em sucessão secundária e Caatinga conservada. Pontos de controle terrestre (PCTs) representativos de ambas as estruturas florestais foram previamente identificados e georreferenciados com auxílio de um Sistema de Posicionamento Global (GPS).

As imagens utilizadas nesta investigação foram obtidas junto ao USGS (United States Geological Survey) na plataforma Earth Explorer. Tratam-se de imagens do satélite OLI/Landsat 8 com as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 no modo ortorretificadas, disponíveis no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, referente a órbita 217 e ponto 63.

Empregou-se imagens representativas dos meses de maio (estação chuvosa) e setembro (seca) de 2013.

2.3 Pré-processamento dos dados OLI/Landsat 8

A correção atmosférica das imagens OLI/Landsat 8 foi realizada a partir da rotina FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) por meio do aplicativo ENVI 4.7 (ADLER-GOLDEN et al., 1999). Os parâmetros da cena, bem como as informações do sensor necessárias para o procedimento da correção atmosférica incluem a coordenada central da cena (-3° 46'48,24" e -39° 36'38,18"), a elevação média da superfície contida na cena (0,126 km), o tipo de sensor (OLI/LANDSAT 8), a altitude do sensor (705 km) e as datas de imageamento (30/05/2013 e 19/09/2013). No processo de classificação da imagem, adotou-se a classificação visual, e para tal além do auxílio do Google Earth pro, empregou-se informações gerais da estrutura da paisagem identificadas durante a fase de visita in loco.

2.4 Dados topográficos

Os dados topográficos da área em estudo foram gerados por Valeriano (2005) a partir da base de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizando-os junto ao banco de dados geomorfométrico do Brasil, disponível no site <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. O projeto TOPODATA oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional na resolução espacial de 30m.

O Fator de Iluminação foi calculado através da Lei dos cossenos, tendo como referência as imagens, declive e orientação da vertente obtidos das cenas 03s405 e 04s405 do projeto TOPODATA, conforme apresentado na equação 1 (SLATER, 1980; VALERIANO, 2011).

$$FI_{cos} = \text{Cos } \theta_{x,y} \text{Cos } \theta_s + \text{Sin } \theta_{x,y} \text{Sin } \theta_s \text{ Cos}(\phi_{x,y} - \phi_s) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

FI_{cos} = Imagem fator de iluminação (escala de 0 a 2); $\theta_{x,y}$ = declividade ou imagem zênite (rad); θ_s = zênite solar (no momento de aquisição da imagem); $\phi_{x,y}$ = orientação das vertentes ou imagem azimute; ϕ_s = azimute solar (no momento de aquisição da imagem).

A equação foi processada no ENVI 4.7, e por meio da ferramenta matemática de bandas, foi gerada a imagem "Fator de Iluminação" conforme metodologia adotada por Canavesi e Ponzoni (2010) e Ponzoni et al. (2015). O processo de fatiamento foi efetivado no aplicativo ENVI 4.7, gerando uma imagem com três classes de iluminação, as quais foram definidas de acordo com a iluminação que o terreno estava recebendo no momento de aquisição, considerando o aspecto do relevo.

A classe com vegetação situada em terreno inclinado, recebendo iluminação

indireta ou difusa denomina-se pouco iluminada (0,627 – 0,764); enquanto a classe com vegetação recebendo raios solares de maneira uniforme apresentou intervalo do fator de iluminação entre 0,764 e 0,854, e por fim uma classe com predominância de vegetação em terreno inclinado, porém recebendo iluminação direta, denominada iluminada (0,854 – 0,999).

2.5 Caracterização espectral dos estádios de sucessão ecológica

Uma análise a priori da imagem classificada foi feita para selecionar as classes fitofisionômicas que possuíam um número de pixels representativo em termo de área, e posteriormente delimitados, aleatoriamente, parcelas com área de aproximadamente 5 a 40 hectares.

Na definição de amostragem dos fatores de reflectância de superfície (FR) estabeleceu-se o seguinte arranjo experimental: dois estádios de estrutura fitofisionômica da vegetação (caatinga em sucessão secundária x caatinga conservada), 2(duas) estações climáticas e 3(três) fatores de iluminação (iluminada - plana - pouco iluminada). Em cada estrutura fitofisionômica foram delimitadas 30 áreas amostrais, sendo 10 para cada condição de iluminação topográfica. Em cada uma das 10 áreas amostrais extraiu-se informações de fator de reflectância de superfície em 10 pixels distintos totalizando coletas em 1.200 pixels quando se consideraram as duas estações climáticas.

2.6 Índice de vegetação (NDVI)

Uma vez extraídos os valores de reflectância de superfície referente às bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) do OLI/LANDSAT 8, calcularam-se as médias do índice de vegetação NDVI (ROUSE et al., 1973), para cada fator de iluminação da respectiva estrutura fitofisionômica, conforme equação 2:

$$NDVI = \left(\frac{\rho_5 - \rho_4}{\rho_5 + \rho_4} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: ρ_5 é o fator de refletância no infravermelho próximo [canal 5 (0,85 – 0,88 μ m)]; e ρ_4 é o fator de refletância na região do visível (vermelho) [canal 4 (0,64 – 0,67 μ m) no OLI/Landsat 8].

Os dados médios de NDVI nas respectivas estruturas fitofisionômicas (caatinga conservada x caatinga em sucessão secundária) foram submetidos à análise de teste de média e confrontados pelo Teste T ($p < 0,05$), através do programa SPSS 16.0 for Windows, e análises gráficas - box-plot.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento das curvas de reflectância das fitofisionomias da caatinga

De maneira geral, independentemente da estação climática e do fator de iluminação topográfico, a resposta espectral do dossel de ambas fitofisionomias apresentou padrão de comportamento caracterizado pela baixa reflectância nas regiões do azul e vermelho ($0,64 - 0,67\mu\text{m}$) (Pontos P1 e P3; P7 e P8 das Figuras 2a e 2b, respectivamente).

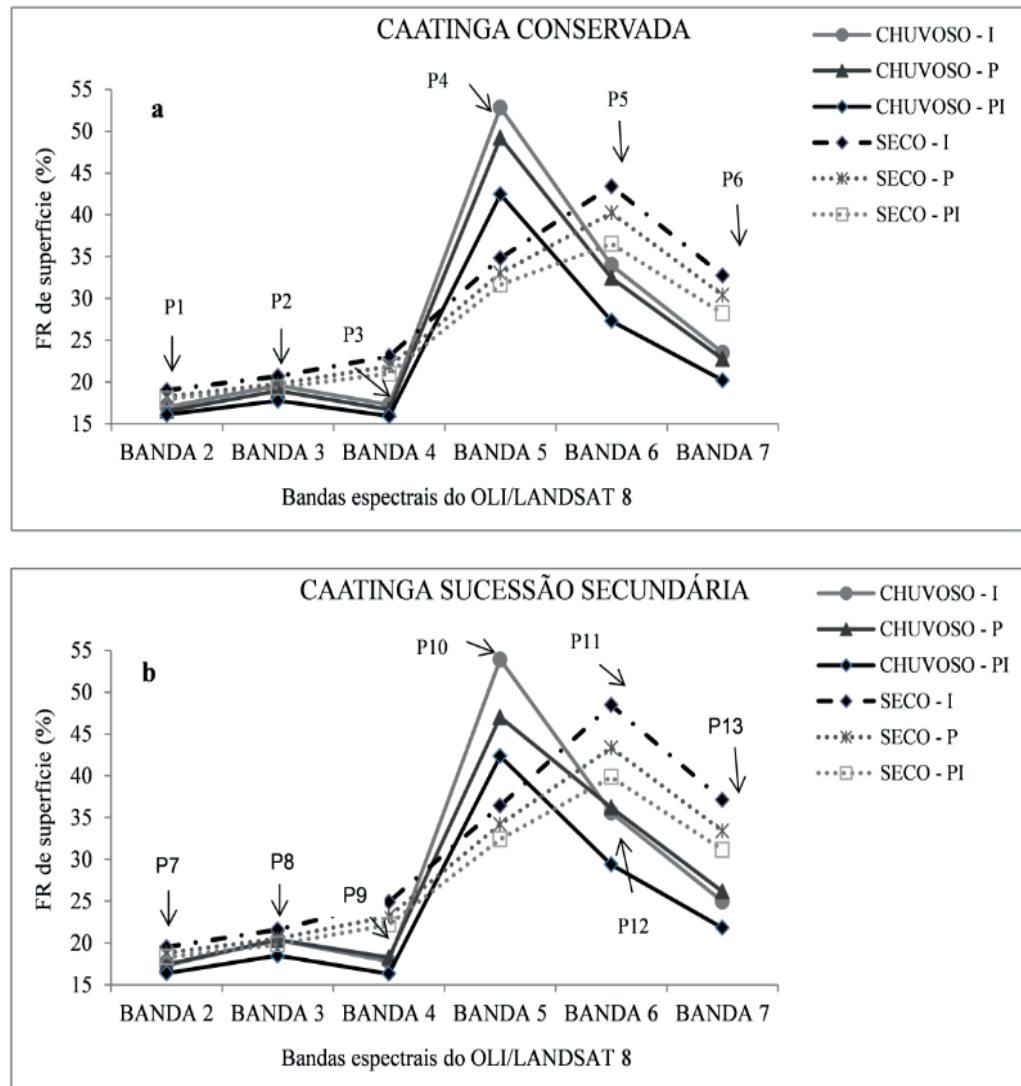


Figura 2 – Curvas do fator de reflectância médio (100 pixels) da caatinga conservada (a) e em sucessão secundária (b), considerando o fator de iluminação na estação chuvosa e seca. I (iluminada); P (Plana) e PI (pouco iluminada).

Observa-se ainda nas Figuras 2a e 2b pequeno aumento da energia refletida na região do verde essencialmente na estação chuvosa (Pontos P2 e P8), além do elevado pico de reflexão no infravermelho próximo ($0,85 - 0,88\mu\text{m}$). O fator de reflectância neste intervalo espectral durante a estação chuvosa foi de 52,8% para vegetação mantida conservada e 53,9% da radiação eletromagnética incidente sobre a superfície da vegetação em sucessão secundária, para condição de topografia submetida à

máxima iluminação (Pontos P4 e P10 das figuras 2a e 2b, respectivamente).

Os pigmentos foliares (comprimentos azul e vermelho do espectro visível) são os principais responsáveis pelo comportamento da reflectância na superfície da vegetação (PONZONI et al., 2012). Portanto, são eles que definem a forma da curva dos fatores de reflectância nessa região espectral. Esses pigmentos, geralmente encontrados nos cloroplastos de folhas fotossinteticamente ativas – clorofila, carotenos e xantofilas – absorvem seletivamente a energia, reduzindo a reflectância. Esta energia é convertida em calor, fluorescência ou em energia armazenada na forma de componentes orgânicos por meio da fotossíntese, conforme destacado por Ponzoni et al. (2012).

Com relação ao ponto na curva do fator de reflectância na região do vermelho (banda 4), em ambas fitofisionomias da caatinga (região acima dos pontos P3 e P9 das figuras 2a e 2b, respectivamente), constatou-se maior quantitativo de energia refletida durante a estação seca quando comparado com a estação chuvosa. Tal comportamento, foi evidenciado, independentemente da cobertura florestal e do fator topográfico. Este comportamento é justificado pela baixa disponibilidade de água no solo durante a estação seca, logo o déficit hídrico interfere nos processos metabólicos das plantas, gerando o fechamento estomático, a redução dos pigmentos fotossintetizantes, além da redução da área foliar em decorrência da queda das folhas e exposição dos elementos de paisagem sub-bosque (PORTES et al., 2006). Portanto, uma vez que no bioma caatinga predominam espécies decíduas, a queda das folhas durante a estação seca resulta em mosaicos espaciais de vegetação com redução de folhagem verde, e consequente redução dos pigmentos fotossintetizantes durante a estação seca (JUSTINIANO; FREDERICSEN, 2000).

Logo, a redução da área foliar durante a estação seca resulta na exposição dos galhos secos, da serrapilheira e do solo, consequente interação destes alvos com a radiação eletromagnética. Assim, o sinal que chegará ao sensor será uma mistura das propriedades espectrais de todos esses elementos participantes no “brilho” do dossel (GOODWIN et al., 2005). De acordo com Jensen (2011), a ocorrência de áreas com solo nu ou com galhos e necromassa misturados à vegetação verde contribuem para o aumento da reflectância na região do visível, principalmente na região da banda 4. Tal comportamento foi evidenciado neste estudo durante a estação seca (Figuras 2a e 2b).

No entanto, quando se consideram diferentes condições de iluminação, estes espectros crescem em magnitudes diferentes na região do infravermelho próximo (banda 5) durante a estação chuvosa, e na região do infravermelho médio, banda 6 (1,57 – 1,65 μ m) para a estação seca. Tal comportamento foi evidenciado para ambas as fitofisionomias estudadas (Pontos P4 e P5; P10 e P11 das Figuras 2a e 2b, respectivamente). Esse fato, no entanto, não se deve apenas a diferenças estruturais da vegetação, mas sim a diferenças nas condições de iluminação, decorrentes das variações do relevo no momento em que a imagem foi adquirida.

Na condição de maior exposição à iluminação solar durante a estação chuvosa,

constatou-se os maiores fatores de reflectância em ambas as estruturas vegetacionais na região do infravermelho próximo (banda 5), tal comportamento não foi evidenciado para a estação seca. Nesta estação climática, o espalhamento na região do infravermelho médio SWIR (bandas 6 e 7) foi mais evidente, as diferenças em função da topografia foram mais intensas (P5 e P6; P11 e P13). Observa-se ainda nas Figuras 2a e 2b maior diferença entre os espectros da estação chuvosa em decorrência do fator de iluminação (pontos P4 e P10), principalmente no infravermelho próximo (banda 5), fato não evidenciado na região do espectro vermelho (banda 4).

De acordo com Clark et al. (2005), na região do infravermelho próximo, a estrutura interna das folhas, como os espaços de ar e múltiplas camadas de folhas, é quem controla a reflectância, portanto nessa região ocorre absorção pequena da radiação eletromagnética e considerável espalhamento interno da radiação no mesófilo foliar. Sabe-se que quanto mais lacunosa for à estrutura interna foliar, maior será o espalhamento interno da radiação incidente e, conseqüentemente, maiores serão também os valores dos fatores de reflectância (PONZONI et al., 2012).

3.3 Influência da topografia na resposta do NDVI

As alterações espectrais, decorrentes da sazonalidade climática, da geometria de iluminação e visada, da orientação da topografia e características físicas adversas do semiárido brasileiro, determinam a amplitude das curvas do fator de reflectância. Ademais, interferem também na variabilidade nos índices de vegetação em relação a cada tipo, estrutura vegetal e estação climática (NORA; SANTOS, 2010).

A grande diferença nos valores de NDVI entre as estações climáticas monitoradas (Figuras 3a e 3b), é justificado pelos baixos índices pluviométricos do segundo semestre da região e a perda total da biomassa foliar. Comportamento já constatado em vários estudos desenvolvidos em florestas tropicais secas, a exemplo de Ferreira et al. (2012).

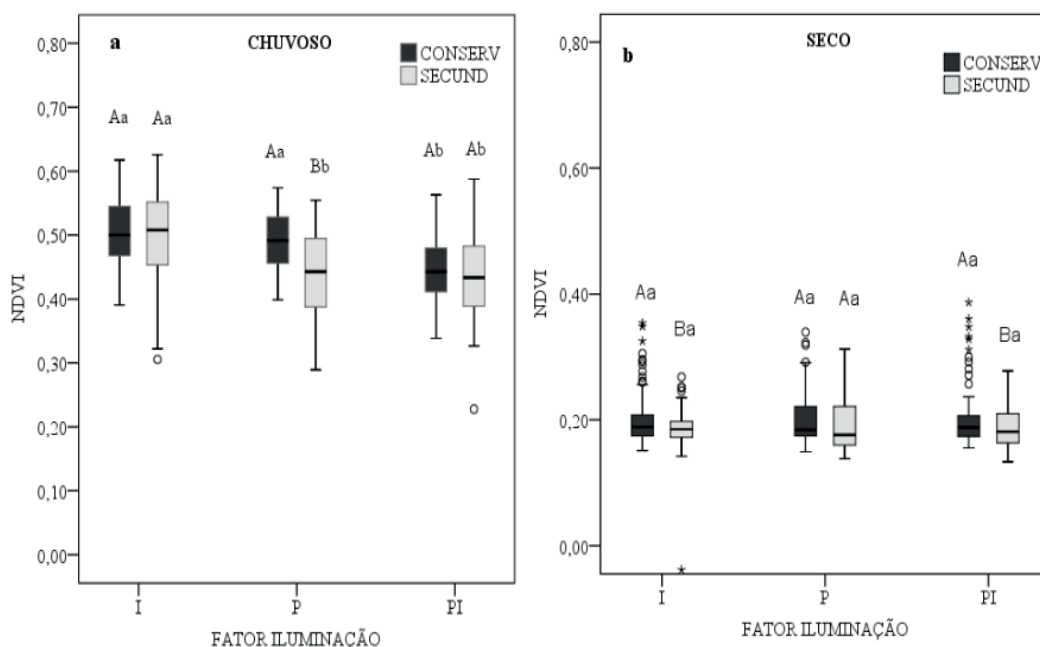


Figura 3 – Valores de NDVI para as três condições de iluminação topográfica (I – iluminada, P – plana, PI – pouco iluminada) em duas fitofisionomias da caatinga (conservada x sucessão secundária) na estação chuvosa (a) e seca (b). Letras maiúsculas iguais dentro de cada fator de iluminação, e minúsculas em cada cobertura vegetal (CONSERV, SECUND) não diferem estatisticamente através do Test T a 5% de significância

De acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2010), o NDVI apresenta alta correlação com a quantidade de clorofila presente na vegetação. Em períodos de alta atividade fotossintetizante os valores de NDVI tendem a aumentar, o contrário ocorre quando as espécies da caatinga perdem suas folhas na estação seca.

Para a imagem investigada durante a estação chuvosa (maio/2013), os valores de NDVI entre a vegetação conservada e em sucessão secundária não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$), tanto para a classe iluminada quanto para pouco iluminada (Figura 3a).

Portanto, esta é uma evidência de que a estrutura variável do dossel da caatinga em estágio sucessional, possivelmente armazena uma grande parte de sua biomassa fotossinteticamente ativa na camada inferior do estrato durante o período chuvoso. Áreas amostrais em condições de intensa luminosidade com espécies vegetais herbáceas e arbustivas localizadas em maior intensidade no sub-bosque herbáceo, apesar de ser individualmente em menores portes são, todavia, semelhantes espectralmente às áreas com árvores de porte médio a alto encontradas na caatinga conservada (CASTILHO et al., 2012).

No entanto, para o período seco, o padrão de resposta espectral com o uso de NDVI diminuiu a similaridade de pixel com alvos de vegetação distintas (Figura 3b), fato também encontrado por Francisco et al. (2012). Liesenberg et al. (2007), estudando o efeito da sazonalidade e da geometria de visualização na discriminação de cinco fitofisionomias da savana brasileira, constataram, assim como evidenciado na Figura 3, que a precisão na separação de vegetação melhorou da estação chuvosa

para a estação seca.

Tal comprovação inviabiliza o uso isoladamente do NDVI na inferência da estrutura do dossel e/ou estoque de biomassa no bioma caatinga, principalmente durante a estação chuvosa. Uma opção seria o emprego de outros índices de vegetação e umidade, além da combinação de imagens multiespectrais ou hiperespectrais com dados de altimetria de varredura a laser através do emprego de sensores ativos, tais como radares (também conhecido como LIDAR).

A diferenciação espectral entre as estruturas vegetacionais foi mais evidente na estação seca (classes iluminada e pouco iluminada), bem como na classe plana na estação chuvosa (Figuras 3a e 3b). Observa-se que apenas na estação chuvosa, o fator de iluminação decorrente da ondulação topográfica e geometria de iluminação atuaram negativamente no comportamento espectral da vegetação, justificado pela diferenciação através do Test T a 5% de significância entre os valores de NDVI das fitofisionomias florestais.

4 | CONCLUSÕES

Mesmo em condições de latitudes inferiores a 5° Sul, a intensidade de reflectância da radiação eletromagnética incidente em dosséis do bioma caatinga é influenciada tanto pela sazonalidade climática quanto pela geometria de iluminação decorrentes das características topográficas do relevo principalmente no período chuvoso;

A maior reflectância na região do infravermelho próximo durante o período chuvoso em magnitudes não proporcionais à absorção na região do vermelho, não se deveu apenas a diferenças estruturais da vegetação, mas principalmente a diferença nas condições de iluminação decorrentes das variações do relevo;

O NDVI não se mostrou adequado para detectar alterações no comportamento espectral do bioma caatinga durante o período chuvoso. Isto se deve ao fato deste índice envolver em suas fórmulas a banda relativa ao vermelho (banda 4), que foi a menos sensível às alterações estudadas. Tal comprovação inviabiliza o uso isoladamente do NDVI na inferência da estrutura do dossel e/ou estoque de biomassa no bioma caatinga, principalmente durante o período chuvoso;

A consistência dos resultados entre as estações chuvosa e seca conferiu grau de confiabilidade à interpretação dos resultados. Essa informação é relevante, pois dá maior segurança àqueles interessados na caracterização espectral da vegetação ao longo do tempo e no uso do NDVI para estimativa do acúmulo da biomassa e estoque de carbono em florestas secas do semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ADLER-GOLDEN, S.M.; MATTHEW, M.W.; BERNSTEIN, L.S.; LEVINE, R.Y.; BERK, A.; RICHTSMIEIER, S.C.; ACHARYA, P.K.; ANDERSON, G.P.; FELDE, G.; GARDNER, J.; HIKE, M.; JEONG, L.S.; PUKALL, B.; MELLO, J.; RATKOWSKI, A.; BURKE, H. Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. **SPIE Proceeding Imaging Spectrometry**, v.

3753, p. 61-69, 1999.

ALENCAR, M. L. S.; SANTOS, E. I. Uso de SIG na análise qualitativa do uso do bioma caatinga na bacia do rio Sucuru. **Anais... I Seminário Regional Sobre Potencialidades do Bioma Caatinga**, Sumé – PB, p. 52-56, 2014.

CANAVESI, V.; PONZONI, F. J. Caracterização espectral de plantios de Eucalyptus utilizando dados Hyperion EO-1 e SRTM. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, edição especial, 2010.

CEARÁ, Governo do Estado do Ceará. **Municípios Cearenses**. Disponível em: <http://www.ceara.gov.br/municipios-cearenses/802-municipios-com-a-letrap#munic-pio-pentecoste>. Acesso em: 22 de out 2015.

CHIDUMAYO, E.; GUMBO, D. **The Dry Forests and Woodlands of Africa: Managing for Products and Services**. London: 2010, Earthscan. Disponível: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGumbo1001.pdf. Acesso em: 11 de Nov. 2015.

CLARK, M.L.; ROBERTS, D.A.; CLARK, D.B. Hyperspectral discrimination of tropical rain forest tree species at leaf to crown scale. **Remote Sensing of Environment**, v. 96, n.3, p. 357-398, 2005.

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the “Seridó Caatinga” vegetation by the plant area and the normalized indices. **Scientia Agricola**, v.59, p.707-715, 2002.

FERREIRA, J. M. S.; FERREIRA, H. S.; SILVA, H. A.; SANTOS, A. M.; GALVÍNIO, J. D. Análise Espaço-Temporal da Dinâmica da Vegetação de Caatinga no Município de Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 904-922, 2012.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L.H.G.; LIMA, E.R.V.; BRANDÃO, Z.N.; SILVA, B.B. Análise espectral e avaliação de índices de vegetação para o mapeamento da caatinga. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEONORDESTE, 6, 2012. Aracaju. **Anais... Aracaju – SE**.

GOODWIN, N.; TURNER, R.; MERTON, R. Classifying Eucalyptus forests with high spatial and spectral resolution imagery: an investigation of individual species and vegetation communities. **Australian Journal of Botany**, v. 53, n. 4, p. 337-345, 2005.

HOEKSTRA, J. M.; BOUCHER, T. M.; RICKETTS, T. H.; ROBERTS, C. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. **Ecology Letters**, v. 8, p.23-29, 2005.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São Paulo: Editora Parêntese, 2011. 672 p.

LIESENBERG, V.; GALVÃO, L. S.; PONZONI, F. J. Variations in reflectance with seasonality and viewing geometry: Implications for classification of Brazilian savana physiognomies with MISR/Terra data. **Remote Sensing of Environment**, v.107, p.276-286, 2007.

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOV, V.; GORDON, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v.33, p.491-505, 2006.

NORA, E. L. D.; SANTOS, J. E. Análise da dinâmica sazonal de duas formações florestais do bioma mata atlântica com base em índices de vegetação. **PERSPECTIVA, Erechim**. v.34, n.125, p. 41-51, 2010.

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

edição – atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160p.

PONZONI, F. J. SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010, 127p.

PONZONI, F. J.; PACHECO, L. R. F.; SANTOS, S. B.; ANDRADES FILHO, C. O. Caracterização espectro-temporal de dosséis de *Eucalyptus* spp. mediante dados radiométricos TM/LANDSAT5. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 267-275, 2015.

PORTES, M. T.; THIAGO H. ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 491-512, 2006.

RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, B. T. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em imagens CBERS 2B no município de Botucatu-SP. **BioEng**, v.6 n.3, p. 139-147, 2012.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In Earth Resources Technology Satellite- 1 Symposium,3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec. A, p. 309-317.

SLATER, P. N. **Remote Sensing: Optics and Optical Systems**. Addison-Wesley, Reading MA, USA. 1980.

SOARES, F. M. Levantamento dos Aspectos Físicos-Naturais da Bacia do Rio Curu – CE. **Revista de Geologia**, v. 17, n. 1, 52-73, 2004.

VALERIANO, M. D. M. Cálculo do fator topográfico de iluminação solar para modelagem ecofisiológica a partir do processamento de Modelos Digitais de Elevação (MDE). In: INPE (Ed.), **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Curitiba PR, Brazil, p. 5933–5940, 2011.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 16 a 21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...São José dos Campos: INPE**, 2005. Artigos. p. 3595-3602.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acerola 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15
Alimento funcional 122, 123, 134
Apis mellifera 80, 81, 82, 84, 87, 88
Área foliar 62, 65, 66, 67, 70, 99, 104

B

Barra de cereal 122, 130, 131
Biorreguladores 62

C

Capacitação 175
Caruncho 43, 45
Conservação 2, 3, 4, 35, 91, 110, 111, 112, 115, 135, 138, 145, 146, 162, 163, 199, 210, 217
Consumo 52, 88, 122, 123, 156, 162, 198
Continuidade na educação 164

D

Desmatamento 29, 98
Diagnóstico rápido 1, 2, 6, 7

E

Educação profissionalizante 164
Estrutura dinâmica 1
Extratos alternativos 54

F

Flores 62, 63, 64, 65, 67, 68, 70, 77
Fruteira nativa 73

G

Germinação 43, 48, 49, 50, 51, 55, 61, 96
Glycine max 47, 62, 63, 64, 70

H

Hospedeiros 43, 46, 47, 48, 51

I

Informática 175
Interdisciplinaridade 171, 175
Inversão 89, 91, 94, 95

Irrigação 12, 14, 23, 37, 42, 55

Isolamento 89, 91, 93

M

Malus domestica 137, 138

Mata Atlântica 29, 30, 35, 108, 210, 219

Melhoramento vegetal 73

Modelos simplificados 23

O

Osmose 136, 145

P

Palinologia 80, 82

Penman-Monteith 23, 24, 25, 26, 27

Perfil do aluno 164, 166, 168

Phaseolus vulgaris 43, 44, 45, 46, 51, 52, 63, 71

Pólen apícola 80, 83, 85, 86, 87

Processamento 79, 101, 109, 122, 124, 125, 135, 162, 177, 206

Produção 8, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 47, 49, 51, 54, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 110, 111, 113, 120, 122, 135, 142, 156, 157, 161, 162, 165, 181, 186, 188, 189, 190, 195, 196, 197, 200, 203, 207, 211, 213, 214, 216, 220, 222

Produção de mudas 8, 15, 54, 56, 57, 61, 74

Progênies 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Propagação vegetativa 8, 9, 54, 60, 61

Q

Qualidade do solo 1

R

Rendimento 70, 89, 95

S

Sensoriamento remoto 29, 97, 98, 99, 108, 109

Spondias tuberosa L. 54, 55

Substrato 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 48, 55, 57, 91, 192

T

Theobroma grandiflorum 72, 73, 78, 79

U

Ultrassom 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 153

Umidade 6, 24, 47, 75, 82, 107, 122, 126, 128, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 160, 216

V

Vagens 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71

Viabilidade 16, 17, 18, 90, 91, 92, 93, 155, 157

 **Atena**
Editora

2 0 2 0