

Solos nos Biomas Brasileiros

2

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

A close-up photograph of a hand holding a single seed between the thumb and index finger, positioned just above a mound of dark, rich soil. Several other seeds are scattered on the soil surface. In the background, several small green seedlings with purple stems are growing out of the soil. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural, outdoor setting. The overall composition is centered and emphasizes the theme of soil and agriculture.

Atena
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros 2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

S689 Solos nos biomas brasileiros 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-009-4

DOI 10.22533/at.ed.094181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos.
4. Reaproveitamento. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge
González. III. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume II, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DO SOLO EM FUNÇÃO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO	
<i>Fernanda Paula Sousa Fernandes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Debora Oliveira Gomes</i>	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Michel Keisuke Sato</i>	
<i>Augusto José Silva Pedroso</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Herdjania Veras de Lima</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0941814121	
CAPÍTULO 2	8
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0941814122	
CAPÍTULO 3	17
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DO MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO MINERAL EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0941814123	
CAPÍTULO 4	28
DOSES E SISTEMA DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO CULTIVADO COM CAFÉ.	
<i>Danilo Marcelo Aires dos Santos</i>	
<i>Enes Furlani Junior</i>	
<i>Michele Ribeiro Ramos</i>	
<i>Alexandre Marques da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0941814124	
CAPÍTULO 5	37
EFEITO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM SOLOS DE TEXTURAS DISTINTAS	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Débora Oliveira Gomes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	

Michel Keisuke Sato
Fernanda Paula Sousa Fernandes
Augusto José Silva Pedroso
Herdjania Veras de Lima

DOI 10.22533/at.ed.0941814125

CAPÍTULO 6 43

EFEITO RESIDUAL DE PASTAGENS NO FATOR COBERTURA E MANEJO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO

Marcelo Raul Schmidt
Elemar Antonino Cassol
Tiago Stumpf da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0941814126

CAPÍTULO 7 57

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BORO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEAS

Rodrigo Ribeiro Fidelis
Karen Cristina Leite Silva
Ricardo de Oliveira Rocha
Patrícia Sumara Moreira Fernandes
Lucas Xaubet Burin
Lucas Silva Tosta
Natan Angelo Seraglio
Geovane Macedo Soares

DOI 10.22533/at.ed.0941814127

CAPÍTULO 8 66

EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE ANAPURUS-MA ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

Késia Rodrigues Silva Vieira
Yasmin Sampaio Muniz
Erik George Santos Vieira
Marlen Barros e Silva
João Firminiano da Conceição Filho
Deysiele Viana de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.0941814128

CAPÍTULO 9 81

FERTILIDADE DE SOLOS COM A PRESENÇA DA ESPÉCIE *Bambusa vulgaris*: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NA REABILITAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

Maria Elisa Ferreira de Queiroz
Aleksandra Gomes Jácome
Jéssica Lanne Oliveira Coelho
Jheny Borges da Conceição

DOI 10.22533/at.ed.0941814129

CAPÍTULO 10 86

FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DOS SOLOS DE UMA FAZENDA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PALMAS/TO

Michele Ribeiro Ramos
Lucas Felipe Araújo Lima
João Vitor de Medeiros Guizzo
Danilo Marcelo Aires dos Santos
Alexandre Uhlmann

DOI 10.22533/at.ed.09418141210

CAPÍTULO 11 101

GEOESTATÍSTICA APLICADA AO MAPEAMENTO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO E UMIDADE GRAVIMÉTRICA EM PASTAGEM COM *Cynodon spp.*

Crissogno Mesquita dos Santos
Francisca Laila Santos Teixeira
Tiago de Souza Santiago
Daniel Vitor Mesquita da Costa
Kessy Jhonnes Soares da Silva
Nayra Beatriz de Souza Rodrigues
André Luís Macedo Vieira
Ângelo Augusto Ebling
Daiane de Cinque Mariano
Ricardo Shigueru Okumura

DOI 10.22533/at.ed.09418141211

CAPÍTULO 12 115

INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO SOB DIFERENTES USOS DOS SOLOS.

Daniel Alves de Souza Panta
Michele Ribeiro Ramos

DOI 10.22533/at.ed.09418141212

CAPÍTULO 13 125

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE TERMOFOSFATOS EM SOLOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES INICIAIS DE FÓSFORO

Juliana de Lima Moretto
Leonardo Theodoro Büll

DOI 10.22533/at.ed.09418141213

CAPÍTULO 14 130

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE UM CAMBISSOLO AMARELO SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DO FEIJÃO CAUPÍ (*VIGNA UNGUICULATA*) E DO ARROZ (*ORYZA SATIVA*)

Elidineia Lima de Oliveira Mata
Wagner Augusto da Silva Mata
Vitor Barbosa da Costa
Joyce da Costa Dias
Elessandra Laura Nogueira lopes

DOI 10.22533/at.ed.09418141214

CAPÍTULO 15 132

INFLUÊNCIA DAS QUEIMADAS SOB OS TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁREAS DE CAATINGA NO SUL PIAUIENSE

Veronica de Oliveira Costa
Manoel Ribeiro Holanda Neto
Mauricio de Souza Júnior

Mireia Ferreira Alves
Marco Aurélio Barbosa Alves
Wesley dos Santos Souza

DOI 10.22533/at.ed.09418141215

CAPÍTULO 16 137

LEAF INDEX FOR FOLIAR DIAGNOSIS AND CRITICAL LEVELS OF NUTRIENTS FOR *Physalis peruviana*

Enilson de Barros Silva
Maria do Céu Monteiro da Cruz
Ari Medeiros Braga Neto
Emerson Dias Gonçalves
Luiz Fernando de Oliveira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.09418141216

CAPÍTULO 17 150

MESOFAUNA EDÁFICA E QUALIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO CULTIVADO COM GRAMÍNEAS PERENES

Lizete Stumpf
Eloy Antonio Pauletto
Luiz Fernando Spinelli Pinto
Luciano Oliveira Geissler
Lucas da Silva Barbosa
Mateus Fonseca Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.094181412

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 163

EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE ANAPURUS-MA ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

Késia Rodrigues Silva Vieira

Universidade Estadual do Maranhão
São Luís - Maranhão

Yasmin Sampaio Muniz

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Erik George Santos Vieira

Universidade Estadual do Maranhão
São Luís - Maranhão

Marlen Barros e Silva

Universidade Estadual do Maranhão,
Departamento de Engenharia Agrícola
São Luís - Maranhão

João Firminiano da Conceição Filho

Universidade Estadual do Maranhão
São Luís – Maranhão

Deysiele Viana de Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão
São Luís - Maranhão

RESUMO: O município de Anapurus encontra-se na região leste do Estado do Maranhão, inserido no Bioma Cerrado, seriamente ameaçado pela crescente expansão das atividades agrícolas para implantação de grandes monoculturas, entre elas o eucalipto e a soja. A expansão do agronegócio no Bioma Cerrado tem trazido, entretanto, profundas alterações no cenário socioeconômico e ambiental da região, razão pela qual se justifica o presente estudo,

cujo objetivo principal é o de compreender a dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) entre os anos de 1980 e 2015. Para tanto, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise multitemporal da dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal, correlacionando-se tais dados com a evolução socioeconômica do município. Constatou-se que houve a substituição da vegetação nativa do Campo Cerrado – sendo este bioma o mais afetado devido à elevada supressão vegetal para implantação das áreas de soja e eucalipto no município, e também, que houve impactos ambientais negativos, sendo estes resultados da expansão do agronegócio na região. Por fim, o uso de geotecnologias mostrou-se extremamente importante para o planejamento de controle ambiental vinculado ao desenvolvimento socioeconômico.

PALAVRAS - CHAVE: Análise multitemporal, vegetação, mapeamento

ABSTRACT: The municipality of Anapurus is located in the eastern part of the State of Maranhão, within the Cerrado Biome, seriously threatened by the growing expansion of agricultural activities for the implementation of large monocultures, including eucalyptus and soybeans. The expansion of agribusiness in the Cerrado Biome has, however, brought about

profound changes in the socioeconomic and environmental scenario of the region, which is why the present study is justified, whose main objective is to understand the dynamics of soil use and vegetation cover of the municipality of Anapurus (MA) between the years of 1980 and 2015. For this, geoprocessing and remote sensing techniques were used in the multitemporal analysis of soil use dynamics and vegetation cover, correlating such data with the socioeconomic evolution of the municipality. It was verified that with the substitution of the native vegetation of the Cerrado Field - this biome being the most affected due to the high vegetation suppression for implantation of the soybean and eucalyptus areas in the municipality. Negative environmental impacts were the result of agribusiness expansion in the region. Finally, the use of geotechnologies proved to be extremely important for environmental control planning linked to socioeconomic development.

KEYWORDS: Multitemporal analysis, vegetation, mapping

1 | INTRODUÇÃO

A crescente necessidade do homem em conhecer a dinâmica do meio ambiente com o fim de manejá-lo da forma mais racional possível torna o mapeamento do uso do solo e a análise da cobertura vegetal ferramentas extremamente importantes nos processos de preservação e conservação dos recursos naturais. Para diversos pesquisadores (NASCIMENTO & GARCIA, 2004), o mapeamento do uso e cobertura do solo ao longo do tempo possibilita a construção de cenários ambientais e indicadores que servem de subsídios para a avaliação da capacidade de suporte ambiental de uma determinada região de forma a direcionar a adoção de estratégias de manejo com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A avaliação multitemporal do uso e ocupação dos solos de uma determinada região consiste em conhecer a forma com que determinada área vem sendo utilizada ao longo de um determinado período de tempo, permitindo uma caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente e constitui uma representação espacial dessas interações. Além de contribuir para o entendimento da distribuição espacial das principais atividades econômico-produtivas desenvolvidas em uma região, a caracterização do uso e ocupação dos solos ajuda na compreensão das interrelações entre as formas de ocupação e a intensidade dos processos responsáveis pela degradação do meio físico (NASCIMENTO & GARCIA, 2004).

Rosa (1990) postula que a identificação do uso e ocupação da terra é de suma importância para a compreensão do meio natural visando à organização do espaço natural cada vez mais alterado pela ação humana e pelo desenvolvimento de tecnologias que facilitam o trabalho rural. Os constantes registros do monitoramento das formas de uso e seus registros tornam possível a projeção de tendências importantes para o planejamento regional (ROSA, 1990). Assad & Sano (1988) destacam que a realização do monitoramento da paisagem de uma dada região é fator primordial no planejamento

racional de utilização da terra, face principalmente à velocidade de ocupação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nela existentes.

O uso de imagens de sensores remotos tem sido de grande utilidade na medida em que estas fornecem informações acerca dos diversos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, de grande valia na compreensão das dinâmicas dos processos de mudanças no uso e na cobertura da terra, assim como seus impactos socioambientais. Com a sistematização, por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, das informações disponíveis em um banco de dados especial, é possível o planejamento dos recursos naturais considerando as exigências e restrições inerentes a cada território (VIEIRA & TAGLIANI, 2001). Para Brito (2005), o levantamento multitemporal do uso e ocupação dos solos torna-se uma ferramenta importante para planejadores e legisladores, pois, ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso do solo para o desenvolvimento da região. Sebusiani & Bettine (2011) ressaltam, entretanto, que a utilização do espaço geográfico como recurso de gestão ambiental só é possível se os tomadores de decisões sobre a ordenação territorial forem conscientizados de forma a influir decisivamente na melhoria da relação sociedade/espaço. No caso do uso da terra e da cobertura vegetal, a utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto contribui para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, validação de projetos conservacionistas, diagnose de processos de degradação vegetal natural e outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação (ROSENDO & ROSA, 2007). Para Grigio (2003), o sensoriamento remoto é uma ferramenta imprescindível na redução de custos dos mapeamentos e da detecção de mudanças geoambientais. O grande interesse de uso de imagens de Sensoriamento Remoto advém da temporalidade das informações juntamente com seu relativo baixo custo, quando se busca informações de uso e cobertura do solo.

O bioma Cerrado vem sendo encarado como a fronteira agrícola brasileira, principalmente por estar localizado próximo aos grandes centros industriais e por apresentar terras com topografia plana, apresentando-se com as maiores taxas e o mais rápido processo de expansão de fronteiras agrícolas do país, atraindo grande parte da agroindústria nacional (SPÍNOLA et al., 2007).

No Maranhão, a exploração agrícola em áreas de Cerrado teve início a partir da década de 1980 com uma mudança significativa na agricultura da região pela implantação da monocultura da soja em detrimento das lavouras temporárias tradicionais de arroz, milho, feijão e mandioca (LEMOS, 2001).

Dentre os municípios que compõem a nova fronteira agrícola do Estado localizada na microrregião de Chapadinha que já foram incorporados ao processo produtivo agroindustrial, encontra-se o município de Anapurus.

A expansão das áreas de monocultura e pecuária nas áreas de Cerrado no município de Anapurus e seu entorno, entretanto, tem sido uma preocupação constante

diante da velocidade das alterações que vêm transformando rapidamente o cenário produtivo da região, até então baseado em atividades agroextrativistas de baixo padrão tecnológico (ANDRADE et al., 2013).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo geral compreender a dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) entre os anos de 1980 e 2015 através da utilização de técnicas de geoprocessamento.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

2.1.1 Localização

O município de Anapurus está compreendido na microrregião de Chapadinha, no leste Maranhense, entre as coordenadas 03°44'42" e 03°22'56" de Latitude Sul e 43°18'48" e 42°57'29" de Longitude Oeste, distante cerca de 280 km da capital São Luís. O município possui uma área total de aproximadamente 608,296 km² e uma população, segundos dados da mais recente pesquisa do Censo Demográfico (IBGE, 2010) de 13.939 habitantes com uma estimativa de chegar a 15.286 habitantes em 2015.

2.1.2 Clima do Município

O clima que predomina no município é o Aw-tropical úmido, segundo a classificação climática de Köppen, com média pluviométrica anual entre de 1.704mm e duas estações bem definidas: uma seca (inverno) e outra chuvosa (verão). A estação chuvosa, que se estende de dezembro a maio, concentra o maior volume de chuvas em março, com uma média mensal de 357mm, enquanto que a estação seca se estende de junho a novembro, sendo o mês de agosto o que apresenta o menor índice pluviométrico (BDMEP, 2016).

As temperaturas variam entre 26,1°C e 28,3°C, sendo o mês mais quente o de outubro e o de temperaturas mais amenas, o de junho.

2.1.3 Vegetação primária

A vegetação que se destaca é constituída por cerrado com floresta aberta e presença de babaçu e por campos cerrados com pastagem natural, os quais são formações essencialmente campestres com árvores ou arvoretas esparsas. Em certas áreas os campos cerrados apresentam um tapete graminóide com cobertura arbórea esparsa de uma só espécie (ANDRADE et al., 2013).

2.1.4 Hidrografia

O município de Anapurus está localizado geograficamente entre três importantes bacias hidrográficas, a saber: Bacia Hidrográfica do Rio Munim – com maior extensão; Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças e a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

2.1.5 Geologia

De acordo com a GEPLAN (2002), o município de Anapurus encontra-se sobre duas Formações Geológicas: a Formação Itapecuru (Ki), do Cretáceo Inferior e o Grupo Barreiras (TQb), do Terciário.

A Formação Itapecuru (Ki), que aflora na porção norte do município de Anapurus, recobre cerca de 50% do Maranhão, ocupando toda a metade norte do Estado. Constituída quase que exclusivamente por arenitos finos, cinzas, avermelhados e róseos, argilosos, a Formação Itapecuru apresenta estratificações cruzadas e silicificações intercaladas a leitos de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados (BRASIL, 1973).

Sobreposto à Formação Itapecuru e assentado discordantemente sobre esta encontra-se o Grupo Barreiras dominando a porção sul do município, constituído por rochas sedimentares clásticas, mal selecionadas e pouco litificadas, incluindo conglomerados, siltitos a arenitos com cores variando do amarelo ao vermelho (MDA, 2005).

2.1.6 Solos

Segundo a EMBRAPA (1986) a cobertura pedológica de Anapurus é por constituída por Latossolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Plintossolos.

Os Latossolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, profundos, com horizonte B latossólico espesso (> 50 cm) e sequência de horizontes A, B e C com pequena diferenciação entre os mesmos. Formados sob condições de avançado estágio de intemperização, os Latossolos são bem acentuadamente drenados com textura variando de média a muito argilosa no horizonte B. Apresentam fertilidade natural muito baixa, expressa pela baixa capacidade de troca catiônica, acidez elevada, saturação por alumínio comumente alta e valores muito baixos de soma e saturação por bases. Compreendem a classe dominante nas áreas de chapadas, onde as condições de relevo plano e suave ondulado favorecem a sua utilização agrícola, desde que sejam corrigidas as deficiências de nutrientes (OLIVEIRA et al., 1992), o que lhes confere ótimo potencial agrícola.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos compreendem solos minerais não hidromórficos que têm como característica principal a presença de um horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E com argila de atividade baixa,

podendo ainda ter argila de atividade alta desde que conjugada ao caráter alumínico e/ou à saturação por bases menor do que 50% (EMBRAPA, 2013). Com textura média e argilosa, situam-se principalmente nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também topos de chapadas onde ocorrem associados aos Latossolos. Em razão do incremento de argila em profundidade, apresentam suscetibilidade à erosão hídrica requerendo a adoção de práticas conservacionistas a fim de evitar perdas de solos, fertilizantes e de corretivos por erosão.

De menor ocorrência no município, os Plintossolos compreendem solos de textura média a argilosa formados sob condições de restrição à percolação d'água, imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam por apresentar horizonte plíntico no perfil (EMBRAPA, 1986). Na área estudada, os Plintossolos são predominantemente álicos e distróficos, de baixa fertilidade natural e acidez elevada. Sua aptidão agrícola depende sobretudo da reserva de nutrientes e da profundidade e volume da plintita no perfil.

2.2 Análise multip temporal das imagens de 1985, 2005 e 2015

No presente estudo, foi realizada uma análise multitemporal de imagens de satélite TM-LANDSAT 5 referentes à órbita e ponto 220/62. As imagens, datadas de julho/1985, agosto/2000 e outubro 2015 em composição colorida RGB (bandas 3, 4 e 5) (**Figuras 1, 2 e 3**) foram adquiridas gratuitamente no catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, disponíveis para download no formato *Geo Tiff*, sendo o semestre do ano a época escolhida pelo menor recobrimento de nuvens.

Para o georreferenciamento das imagens e processamento digital dos dados, utilizou-se o Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas-SPRING, versão 4.3.3, desenvolvido pelo INPE, onde as imagens foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas geográficas. Por meio do software Spring 4.3.3, realizou-se inicialmente a técnica de Manipulação de Contraste, que consiste em melhorar a qualidade visual das imagens para facilitar o trabalho de interpretação. A partir das imagens obtidas por sensores eletrônicos, originalmente processadas em preto e branco, foram geradas composições coloridas associando duas ou três imagens às cores primárias azul, verde e vermelho. Nas imagens de satélites foram utilizadas composições coloridas com as cores azul (blue), verde (green) e vermelho (red) nas bandas 3, 4 e 5.

Por fim, realizou-se a Classificação Supervisionada das imagens, realizada manualmente por interpretação das imagens em tela, considerando as propriedades básicas das imagens de satélite tais como cor, textura e forma.

A interpretação visual foi realizada inicialmente na imagem de 2015 e posteriormente nas de 2000 e 1985. Para tanto, utilizaram-se as informações colhidas durante uma ida a campo, em março de 2016, quando o município e seu entorno foram

percorridos a fim de coletar informações necessárias para a interpretação visual das imagens, sendo os pontos observados georreferenciados por meio de um receptor de GPS de navegação com precisão de ± 3 metros, segundo o fabricante. Cinco classes temáticas de uso do solo e cobertura vegetal foram identificadas e nomeadas segundo a terminologia da EMBRAPA (2013): Campo Cerrado; Vegetação secundária + Transição Cerrado/ Mata dos Cocais; Zona Ripária; Agropecuária e Núcleo Urbano. A associação das classes de Vegetação Secundária com as áreas de Transição Cerrado/ Mata dos Cocais foi realizada diante da dificuldade de separação das referidas classes em razão da escala trabalhada.

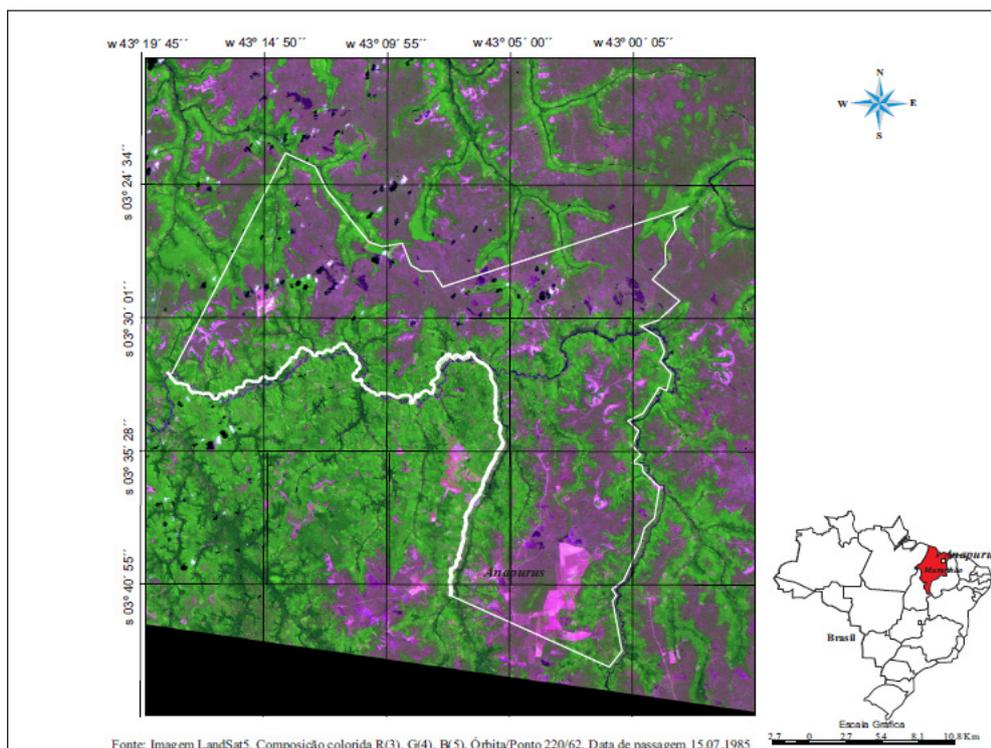


Figura 1 - Composição colorida (bandas 3, 4, e 5) da imagem Landsat 5 do município de Anapurus (MA) no ano de 1985.

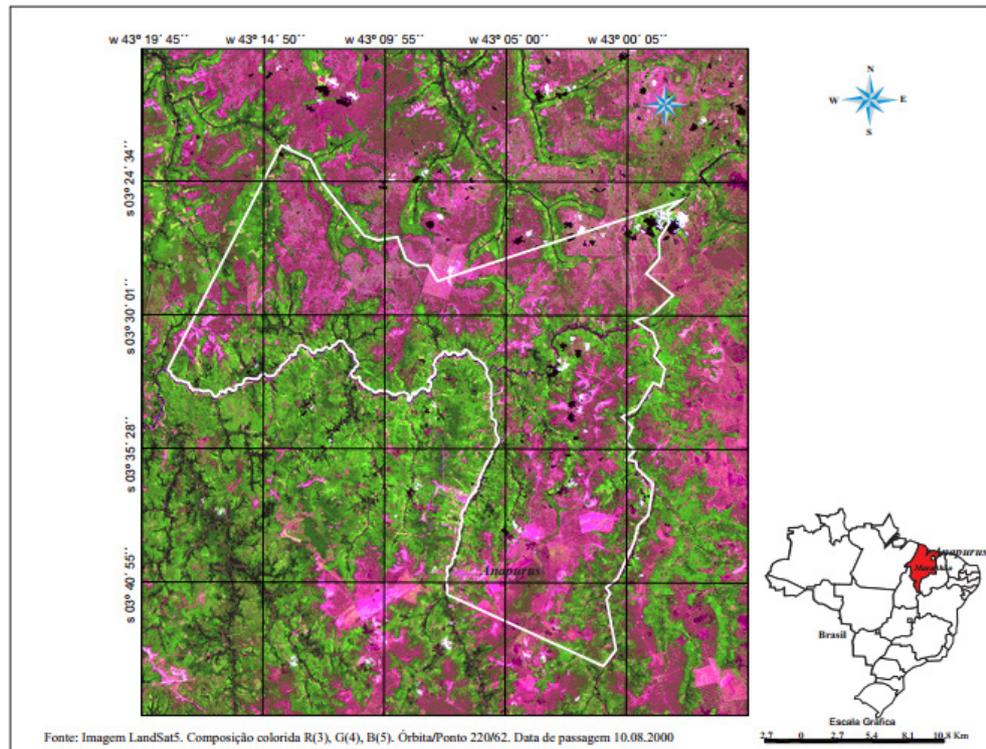


Figura 2 - Composição colorida (bandas 3, 4, e 5) da imagem Landsat 5 do município de Anapurus (MA) no ano de 2000.

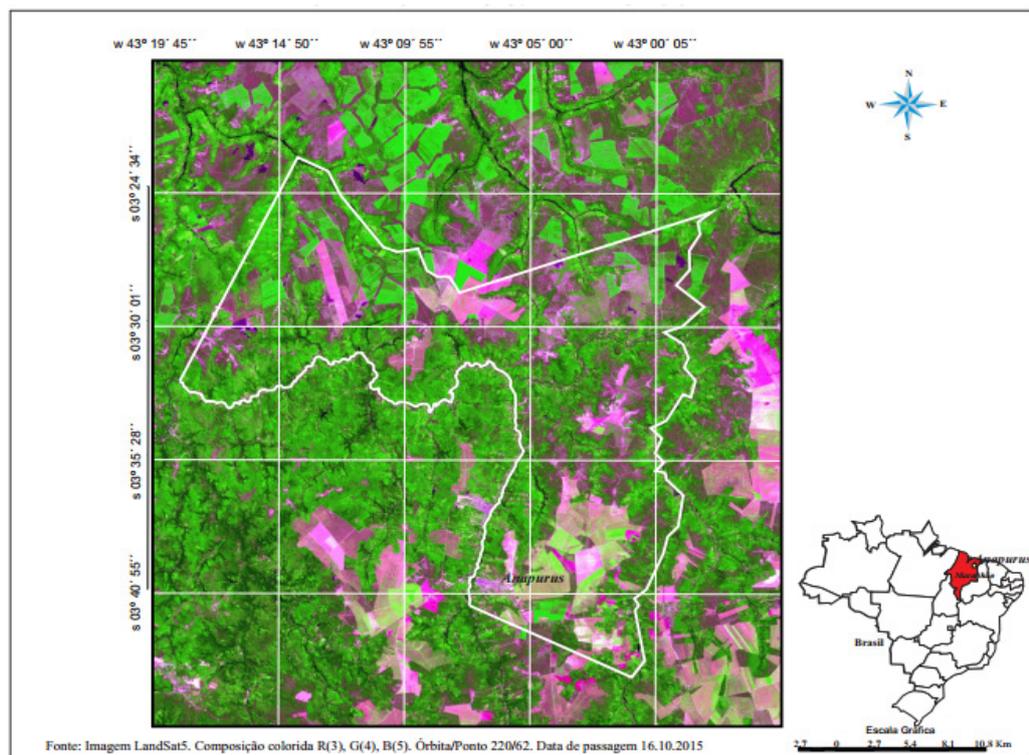


Figura 3 - Composição colorida (bandas 3, 4, e 5) da imagem Landsat 5 do município de Anapurus (MA) no ano de 2015.

Na **Figura 4** encontra-se a chave utilizada para a interpretação das imagens e classificação do uso do solo e cobertura vegetal do município.

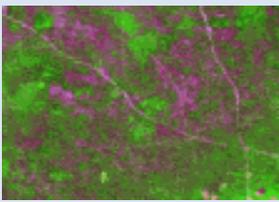
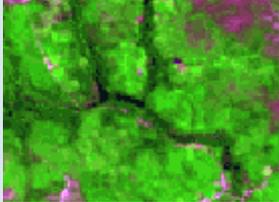
Classe	Imagem Landsat	Coordenadas	Fotografias de campo
Campo Cerrado		Lat: 03° 22' 24" Long: 42° 57' 51"	
Vegetação secundária + Transição Cerrado/ Mata dos Cocais		Lat: 04° 14' 22" Long: 44° 06' 36"	
Zona Ripária		Lat: 03° 30' 25" Long: 43° 13' 56"	
Agropecuária		Lat: 03° 27' 49" Long: 43° 11' 05"	
Núcleo Urbano		Lat: 03° 40' 32" Long: 43° 06' 27"	

Figura 4 - Chave de interpretação para classificação do uso do solo e cobertura vegetal.

Posteriormente, as áreas delimitadas na imagem foram ajustadas e poligonalizadas. Ao término da edição de todas as classes, tornou-se possível o cálculo das Medidas de Classes a fim de comparação de áreas entre os planos de informação (PI's) interpretados nas imagens.

As cartas de uso do solo e cobertura vegetal do município foram confeccionadas no software CorelDraw X6. Os softwares e hardwares utilizados foram os do Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do processamento e classificação digital das imagens do município de Anapurus (MA) nos anos de 1985, 2000 e 2015 foi possível a definição de cinco classes de uso da terra nos 60.847,69 ha da área estudada. (**Tabela 1**).

Classes de uso do solo e cobertura vegetal	1985		2000		2015		Diferença (%) 1985-2015
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Campo Cerrado	24.369,50	40,05	23.176,89	38,09	12.893,63	21,19	-18,86
Vegetação Secundária + Transição Cerrado/ Mata dos Cocais	32.644,79	53,65	32.437,90	53,31	24.618,98	40,46	-13,19
Zona Ripária	1.338,65	2,20	809,27	1,33	571,97	0,94	-1,26
Agropecuária	2.458,25	4,04	4.362,78	7,17	22.544,07	37,05	+ 33,01
Núcleo Urbano	36,51	0,06	60,85	0,10	219,05	0,36	+ 0,30
TOTAL	60.847,69	100,00	60.847,69	100,00	60.847,69	100,00	-

Tabela 1 - Classes de uso do solo e cobertura vegetal de Anapurus (MA) nos anos de 1985, 2000 e 2015.

De acordo com os dados apresentados na tabela acima, verifica-se que a classe de Vegetação Secundária + Transição Cerrado/Mata dos Cocais, a qual engloba as áreas de capoeira e transição entre a mata dos cocais (babaçu) e o cerrado é predominante em Anapurus nos três anos avaliados apresentando, entretanto, redução significativa na ordem de 13%, correspondendo a cerca de 8.025 ha. A redução das áreas de Vegetação Secundária + Transição Cerrado/Mata dos Cocais foi acompanhada também da redução das áreas de Campo Cerrado, as quais passaram de aproximadamente 24.369 ha em 1985 para 12.893 ha em 2015, significando uma retração de quase 20% na área recoberta por essa vegetação. No mesmo período período, houve expansão significativa da classe Agropecuária que passou de 2.458,25 ha para 22.544,07 ha, representando um crescimento de 33%. As alterações nas classes de uso do solo e cobertura vegetal do município podem ser observadas nas **Figuras 5 a 7**, a seguir.

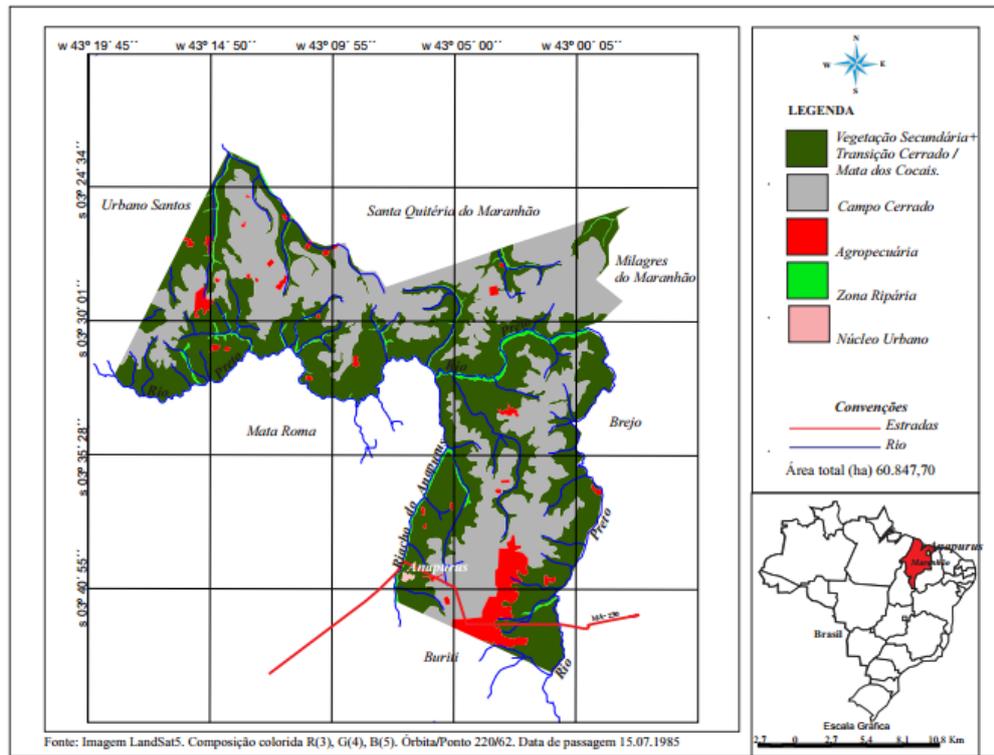


Figura 5 - Carta de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) no ano de 1985.

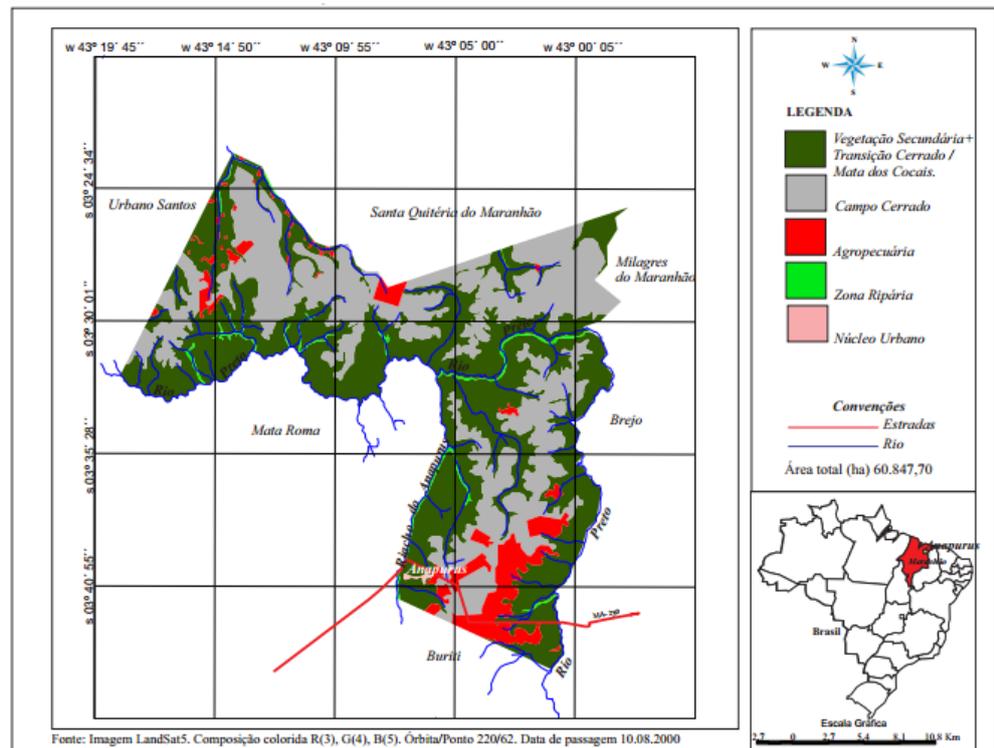


Figura 6 - Carta de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) no ano de 2000.

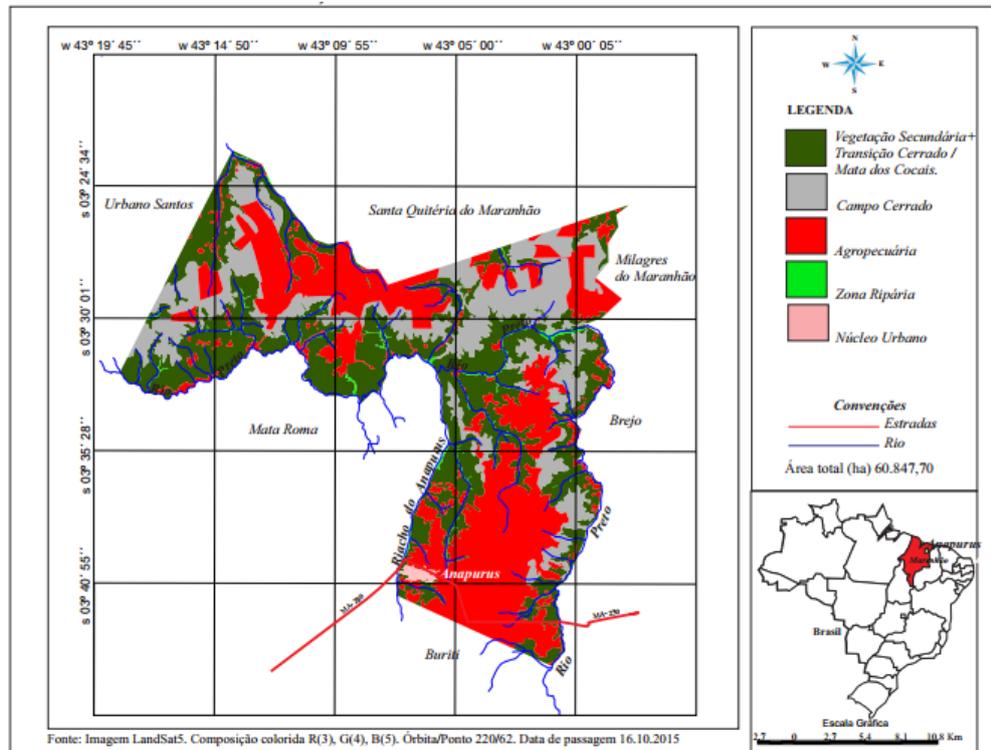


Figura 7 - Carta de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) no ano de 2015.

Como pode ser observado nas cartas de uso do solo e cobertura vegetal (Figuras 5, 6 e 7) a maior expansão da classe Agropecuária, a qual engloba áreas de pastagem e de agricultura (lavouras temporárias e lavouras permanentes) deu-se principalmente pela incorporação de áreas anteriormente cobertas pela vegetação natural de Campo Cerrado, que passaram a ser rapidamente convertidas em áreas agrícolas sobretudo a partir de 1990, quando agricultores chegados em sua maioria do sul do país introduziram no município uma agricultura altamente tecnicizada voltada à produção de soja e eucalipto.

A expansão da cultura da soja nas áreas de Campo Cerrado só foi possível devido a incentivos governamentais como, por exemplo, o Programa de Desenvolvimento Agrícola do Cerrado-PRODECER, criado em 1974 no governo do então Presidente do Brasil Ernesto Geisel. O principal objetivo do PRODECER era o de estimular e desenvolver a implantação de uma agricultura moderna, eficiente e empresarial de médio porte na região dos Cerrados com vistas ao seu desenvolvimento, mediante a incorporação de áreas ao processo produtivo, dentro de um enfoque sustentável. O sucesso alcançado pelo programa levou à sua continuidade fazendo com que em 1995 fosse lançada a sua terceira etapa, o PRODECER III, na qual os estados do Maranhão e Tocantins foram incluídos.

Um dos pilares do propagado desenvolvimento dos Cerrados pelo PRODECER foi o cultivo de grãos baseado em um modelo empresarial, motivado pelo desejo de exportação principalmente da cultura da soja e de ampliação de saldos comerciais, expandindo essa cultura para os municípios do sul e leste maranhense (SCHLESINGER

et al., 2008; CAMPOS, 2010; BOTELHO & DINIZ, 2012; RODRIGUES, 2014).

Para Santos (2008), o desenvolvimento de um conjunto de tecnologias que transformaram o Cerrado (anteriormente improdutivo) em áreas com potencial para o cultivo da soja, foi igualmente essencial para o alavancamento dessa oleaginosa. Entretanto, como não poderia deixar de ser, a substituição da vegetação original de Cerrado pela monocultura da soja trouxe problemas de ordem social e ambiental.

Ainda em relação à evolução do uso do solo e cobertura vegetal, percebe-se que a classe Zona Ripária, como pode ser identificada nas cartas de uso do solo e cobertura vegetal (Figuras 11, 12 e 13), apresentou uma redução ao longo do período dos 30 anos analisados, passando de cerca de 1.338 ha em 1985 para 572 ha em 2015.

No caso da classe Núcleo Urbano, ao se observar as cartas de uso do solo e cobertura vegetal e os dados da Tabela 1, verifica-se uma expansão ao longo do período dos 30 anos analisados, que passou de 36,51 ha em 1985 para 219,05 ha em 2015.

4 | CONCLUSÕES

Através da análise do estudo multitemporal do município de Anapurus ao longo de uma série de 30 anos (entre 1985 e 2015), foi possível comprovar que a grande expansão da agropecuária no município deu-se principalmente pela incorporação de áreas anteriormente cobertas pela vegetação natural de Campo Cerrado e Zona Ripária. A partir dessas evidências, percebe-se o quanto é preocupante o processo de ocupação e uso do solo no Cerrado, visto que este bioma encontra-se atualmente fragilizado e com níveis extremamente elevado de degradação, em decorrência da substituição indiscriminada da cobertura vegetal inicial por extensas áreas de monocultura.

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto se mostraram adequadas aos objetivos propostos, demonstrando serem eficientes no controle ambiental vinculado ao planejamento do desenvolvimento econômico de uma dada região, sendo uma maneira de controle da devastação que ocorre de maneira indiscriminada no município estudado. O planejamento contribui para transformar a natureza de uma forma economicamente viável, através de uma busca de desenvolvimento tecnológico ligado a uma consciência ambiental e social.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.B. de; CARVALHO, A.O. de; REGO, C.A.R.M.; DIAS, C.W.S.; CHAGAS, L.C.; ROCHA, S.F.; MARINHO, T.R.S.; BRITO, D.R.B. Distribuição espacial e temporal da cobertura vegetal e uso do solo do município de Anapurus - MA. Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. 2.ed, rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SP/Embrapa-CPAC, 1998.
- BDMEP - Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 17/05/2016
- BOTELHO, A.C.; DINIZ, J.S. A produção da soja em territórios tradicionais da agricultura familiar na Microrregião de Chapadinha, Maranhão. ISSN 1983-487X. UFU, 2012.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL: Folha SA. 23 São Luís e parte da Folha SA. 24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Minerais, 3).
- BRITO, J.L.S. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/LANDSAT7. Sociedade & Natureza, 17 (32): 37-46, jun de 2005.
- CAMPOS, M.C. O papel do estado brasileiro na expansão do complexo da soja. Colômbia, 2010. XII Coloquio internacional de Geocrítica. Las interdependencias y construcción de estados nacionales: poder, territorialización, siglos XIX-XX.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. 964 p. (Embrapa. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 35); (Brasil. SUDENE. DRN. Série Recursos de Solos, 17).
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª ed. rev. ampl. – Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.: il. color.
- GEPLAN - Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Atlas do Maranhão. Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GEPLAN. 2002.
- GRIGIO, A.M. Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guimarães (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, Natal, 2003. 222 p. (Dissertação de Mestrado).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto do Município de Anapurus, ano 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=210080&idtema=103&search=maranhaolanapurusproduto-interno-bruto-dos-municipios-2010>. Acesso em: 01/06/2016.
- LEMOS, J. de J.S. O Cultivo da soja no sul do Maranhão: Implicações ambientais, sociais e econômicas. Mimeo, 11 p., 2001. Disponível em:< http://www.confear.org.br/media/livro_cerrado.pdf>. Acesso em: 17/04/2016.
- MDA - Ministério de Desenvolvimento Agrário. Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável. São Luís (Ma). Maio, 2005.
- NASCIMENTO, P.S.R.; GARCIA, G.J. Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na

sub bacia do baixo Piracicaba (SP) com o auxílio de imagens TM/Landsat-5. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(2): 31-45, 2004.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 201 p.

RODRIGUES, S.J.D. Dinâmicas territoriais da expansão da fronteira da soja e da organização do trabalho no sul do maranhão. 2014 p. 25. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 9, n. 17, p. 86-110, abr., 2014

ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto. Uberlândia: EDUFU, 1990, 136p.

ROSENDO, J. dos S.; ROSA, R. Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 4209-4216. 2007.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. 2. reimpr. – São Paulo, SP: editora da universidade de São Paulo, 2008.

SCHLESINGER, S.; NUNES, S.P.; CARNEIRO, M.S. Agricultura familiar da soja na região sul e o monocultivo no Maranhão: duas faces do cultivo da soja no Brasil. Rio de Janeiro : FASE, 2008. 148p.

SEBUSIANI, H.R.V.; BETTINE, S. do C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em microbacia urbana. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 7, n. 1, p. 256-285, jan-abr/2011.

SPÍNOLA, C.M.; BECHARA, F.C.; BARRETTO, K.D. Uso de sensoriamento remoto na identificação de fitofisionomias do Cerrado *Lato Sensu*. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 378-380, jul. 2007.

VIEIRA, E; TAGLIANI, C.R. Criação de um banco de dados geográficos para o município de Capão do Leão – RS, Anais X SBSR, Foz do Iguçu, 21-26, Abril 2001, IN

SOBRE OS ORGANIZADORES

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estreses abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-009-4



9 788572 470094