

GEOTECNOLOGIAS

Aplicações na Cadeia Produtiva do Leite

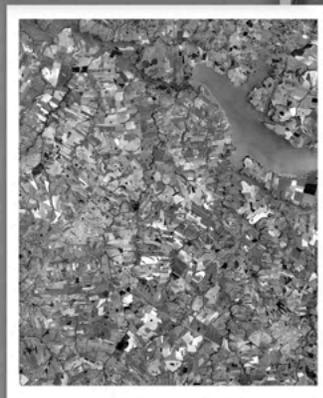
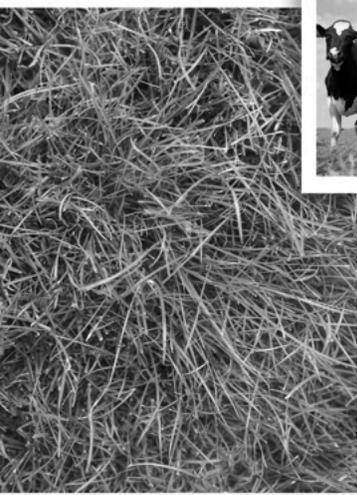


Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022

GEOTECNOLOGIAS

Aplicações na Cadeia Produtiva do Leite



Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Geotecnologias: aplicações na cadeia produtiva do leite

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G352 Geotecnologias: aplicações na cadeia produtiva do leite / Organizadores Marcos Cicarini Hott, Ricardo Guimarães Andrade, Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-840-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.400221901>

1. Leite - Produção. 2. Gestão territorial. 3. Socioeconomia. 4. Clima. 5. Avanços no mapeamento dos recursos forrageiros. I. Hott, Marcos Cicarini (Organizador). II. Andrade, Ricardo Guimarães (Organizador). III. Magalhães Junior, Walter Coelho Pereira de (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1771

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Desde as primeiras aplicações tecnológicas de mapeamento do meio ambiente em larga escala com a aerofotogrametria no pós-guerra, passando pelos lançamentos de satélites na órbita terrestre para imageamento da superfície e popularização do sensoriamento remoto, o gerenciamento da produção agropecuária obteve enormes benefícios com o surgimento de softwares e equipamentos dedicados à gestão territorial. Na linha de obter dados e informações acerca do meio ambiente e setor rural, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e diversos outros mecanismos de processamento e aquisição de vetores e imagens, permitem na atualidade que as geotecnologias estejam ao alcance de todos. O setor leiteiro se beneficia da inteligência territorial na medida em que avanços geotecnológicos podem ser diretamente aplicados na geração de ativos cartográficos, úteis no manejo agropecuário.

Hoje em dia, a tecnologia de posicionamento global (GPS), assim como imagens atualizadas em plataformas de navegação, como da Google, permite que diversos segmentos de usuários utilizem a geoinformação, seja de forma recreativa ou comercial. Contudo, a gestão territorial demanda o uso de uma gama complexa de ferramentas tais como algoritmos de classificação, inteligência artificial e imageamento em tempo real para subsídio à tomada de decisão em grandes empreendimentos.

Avanços no imageamento de alta resolução espacial, orbital ou aéreo, e em equipamentos e aplicativos em agropecuária de precisão têm sido fundamentais na melhoria da produção, sendo adotados por milhares de produtores no País, nas diversas escalas. Um retrato dessas aplicações geotecnológicas ao setor leiteiro e áreas correlatas, oriundas de pesquisas, análises e relatórios serão apresentados neste livro, cujos capítulos denotam o quão as técnicas, equipamentos e softwares geográficos estão presentes na socioeconomia, produção vegetal e animal, ligados ao segmento lácteo, com aplicações que remontam desde o mapeamento no setor primário até a derivação de biomassa forrageira por meio de técnicas de sensoriamento remoto.

Marcos Cicarini Hott

Ricardo Guimarães Andrade

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Organizadores

(Editores Técnicos)

PREFÁCIO

Esta obra visa abordar aspectos relacionados à gestão territorial, socioeconomia, clima e avanços no mapeamento dos recursos forrageiros e da produção de leite no Brasil, reunindo textos inéditos, reestruturações e atualizações de artigos publicados em diversos veículos técnico-científicos.

O advento de novas geotecnologias e aplicações ao setor leiteiro enseja a pesquisa de dados produtivos e de meios para melhor gerir recursos e formular políticas, em razão da dinâmica e heterogeneidade de sua cadeia. Os novos mecanismos de gerenciamento por geotecnologias colocam bancos de dados e a inteligência territorial ao alcance de todos no setor agropecuário, viabilizando consultas diversas no campo das ciências da Terra frente aos cenários reais, e em multiescalas.

Como fator fundamental, a análise climática é basilar na tomada de decisões na agropecuária, e as previsões geradas nos últimos anos fornecem o desenho do panorama que ora se apresenta, sendo de suma importância a revisita do que fora previsto. Diante de avanços no levantamento dos recursos forrageiros, no uso de veículos aéreos não-tripulados, remotamente pilotados, e de dispositivos móveis, como smartphones, estes se mostram, sobremaneira, úteis na avaliação de pastagens e das condições produtivas, conforme ensaios apresentados neste livro.

Na primeira seção são tratados temas afeitos ao gerenciamento de dados e informações voltados à gestão geográfica, técnicas em geoprocessamento e socioeconomia, apresentando conceitos geoespaciais e suas aplicações na análise da produção. Na seção sobre clima e sua relação com a produção são apresentados estudos de caso envolvendo o ferramental utilizado em sensoriamento remoto e suas implicações na geração de informações geográficas sobre a biofísica da vegetação, evapotranspiração e avaliação de risco climático. Por fim, na última seção, são apresentados alguns trabalhos e estudos de casos em termos de avanços no uso das geotecnologias em segmentos agropecuários relacionados à cadeia leiteira e correlatos.

Dessa forma, o livro tem por objetivo oferecer exemplos das aplicações geotecnológicas, além de uma abordagem conceitual, e, com isso, ampliar os horizontes na adoção dessas técnicas e ilustrar alguns caminhos percorridos no desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas, voltadas ao setor leiteiro.

SUMÁRIO

SEÇÃO I - GESTÃO TERRITORIAL SOCIOECONÔMICA DO LEITE E AMBIENTAL

CAPÍTULO 1..... 1

GESTÃO TERRITORIAL NA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219011>

CAPÍTULO 2..... 7

LEITE NO BRASIL: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CONCENTRAÇÃO

Marcos Cicarini Hott
Denis Teixeira da Rocha
Glauco Rodrigues Carvalho
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219012>

CAPÍTULO 3..... 11

GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE LEITE

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219013>

CAPÍTULO 4..... 15

TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO APLICADAS À PECUÁRIA LEITEIRA

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219014>

CAPÍTULO 5..... 20

GEOTECNOLOGIAS NA AGROPECUÁRIA: TÉCNICAS E APLICAÇÕES

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219015>

CAPÍTULO 6..... 25

GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CASO DA BACIA DO RIO PARAIBUNA

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Letícia D'Agosto Miguel Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219016>

CAPÍTULO 7..... 29

GESTÃO TERRITORIAL APLICADA AO CADASTRO DE UNIDADES ILPF

Marcos Cicarini Hott
Carlos Eugênio Martins
Victor Muiños Barroso Lima
Daniel de Oliveira Lopes
Pedro Cosme de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219017>

CAPÍTULO 8..... 33

PRODUÇÃO DE LEITE NA MESORREGIÃO NOROESTE RIO-GRANDENSE

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219018>

CAPÍTULO 9..... 38

CONCENTRAÇÃO E AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL NA CADEIA LEITEIRA

Marcos Cicarini Hott
Glaucio Rodrigues Carvalho
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4002219019>

CAPÍTULO 10..... 43

PRODUÇÃO LEITEIRA E VACAS ORDENHADAS EM BASE GEOGRÁFICA MUNICIPAL

Marcos Cicarini Hott
Glaucio Rodrigues Carvalho
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190110>

SEÇÃO II- AGROPECUÁRIA E CLIMA

CAPÍTULO 11..... 49

ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO NA PECUÁRIA LEITEIRA

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Glaucio Rodrigues Carvalho
Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190111>

CAPÍTULO 12..... 54

EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM PASTAGENS USANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190112>

CAPÍTULO 13..... 60

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS SOBRE A PECUÁRIA LEITEIRA

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Glaucio Rodrigues Carvalho
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190113>

CAPÍTULO 14..... 65

MAPEAMENTO DAS PASTAGENS USANDO SENSORIAMENTO REMOTO

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190114>

CAPÍTULO 15..... 68

ANÁLISE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA USANDO SIG E DADOS MODIS

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Celso Bandeira de Melo Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190115>

CAPÍTULO 16..... 73

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS USANDO IMAGENS DE SATÉLITES

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190116>

CAPÍTULO 17..... 77

PRODUÇÃO DE LEITE NO CERRADO: CONJUNTURA E ANÁLISES

Duarte Vilela
Ricardo Guimarães Andrade
José Luiz Bellini Leite
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190117>

SEÇÃO III - AVANÇOS GEOTECNOLÓGICOS

CAPÍTULO 18..... 83

A REVOLUÇÃO MUNDIAL PELA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: MITO OU REALIDADE PARA O PRODUTOR RURAL?

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190118>

CAPÍTULO 19..... 91

MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO POR MEIO DE VANT

Ricardo Guimarães Andrade
Marcos Cicarini Hott
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Pérsio Sandir D'Oliveira
Jackson Silva e Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190119>

CAPÍTULO 20..... 96

ESTIMATIVA DE VIGOR VEGETATIVO EM EXPERIMENTOS DE CAPIM *CYNODON* COM O USO DE VANT

Marcos Cicarini Hott
Ricardo Guimarães Andrade
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior
Flávio Rodrigo Gandolfi Benites

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190120>

CAPÍTULO 21.....	102
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE PASTAGENS	
Victor Rezende Franco	
Ricardo Guimarães Andrade	
Marcos Cicarini Hott	
Leonardo Goliatt da Fonseca	
Domingos Sávio Campos Paciullo	
Carlos Augusto de Miranda Gomide	
Guilherme Morais Barbosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190121	
CAPÍTULO 22.....	108
GEORRASTREABILIDADE APLICADA À GESTÃO DO REBANHO	
Ricardo Guimarães Andrade	
Marcos Cicarini Hott	
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior	
Mateus Batistella	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190122	
CAPÍTULO 23.....	113
APLICAÇÃO DO SIG À SANIDADE ANIMAL: CASO DA ANEMIA INFECCIOSA EQUINA	
Astrid Paola Mattheis Cruz	
Maria Helena Cosendey de Aquino	
Michel José Sales Abdalla Helayael	
Márcio Roberto Silva	
João Batista Ribeiro	
Marcos Cicarini Hott	
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior	
Juliana França Monteiro de Mendonça	
Fúlvia de Fátima Almeida de Castro	
Guilherme Nunes de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190123	
CAPÍTULO 24.....	119
APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA FENOTIPAGEM DE FORRAGEIRAS	
Ricardo Guimarães Andrade	
Marcos Cicarini Hott	
Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior	
Juarez Campolina Machado	
Domingos Sávio Campos Paciullo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.40022190124	
SOBRE OS AUTORES	124
SOBRE OS ORGNIZADORES	127

SEÇÃO I

GESTÃO TERRITORIAL SOCIOECONÔMICA DO LEITE E AMBIENTAL

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA FENOTIPAGEM DE FORRAGEIRAS*

Data de aceite: 15/12/2021

Ricardo Guimarães Andrade

Marcos Cicarini Hott

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Juarez Campolina Machado

Domingos Sávio Campos Paciullo

A avaliação de fenótipos em programas de melhoramento genético vegetal avança vertiginosamente em conjunto com as tecnologias de sensoriamento remoto e da informação (RAHAMAN et al., 2015; FENG et al., 2021). Verifica-se uma gama de possibilidades nos levantamentos de precisão e de alto rendimento em benefício da fenotipagem de forrageiras, objetivando-se o melhoramento genético das plantas em resposta aos cenários demográficos e climáticos presentes e futuros (CHEN et al., 2014; LI et al., 2014; RAHAMAN et al., 2015; SWAEF et al., 2021). À luz da genômica se torna de fundamental importância a fenotipagem em larga escala, onde o levantamento de características desejáveis produz grande volume de dados relacionáveis à genes de interesse, configurando-se na ciência fenômica (SANTOS; YASSITEPE, 2014). Esta ciência pode sobremaneira reverter-se em ganhos e evoluir com o surgimento de

equipamentos de sensoriamento remoto aéreo e terrestre, em termos de maior agilidade e menor custo nos levantamentos de estresses (DEERY et al., 2014), bem como na avaliação do estado nutricional, vigor e produtividade das plantas (XUE e SU, 2017; SILVA JUNIOR et al., 2018; SILVA et al., 2020). Plataformas de fenotipagem em larga escala (terrestre ou aérea, por exemplo) são implantadas de forma a fornecerem dados em diferentes escalas espaciais e temporais com possibilidade de obter respostas às diversas questões biológicas com precisão, agilidade e rigor científico. Para tanto, um grande volume de dados pode ser gerado e muitas das vezes se faz necessário a aplicação de técnicas mais robustas para análise dos dados, tais como algoritmos de aprendizagem de máquinas (SINGH et al., 2016). No entanto, há inúmeras opções de ferramentas de aprendizagem de máquinas, sendo que a seleção do método vai depender do tipo de problema ou questão a ser respondida, envolvendo esforços multidisciplinares na verificação da melhor configuração do sistema em virtude do alto custo. Experimentos de campo, em maior extensão territorial, demandam enorme custo nos estudos de fenotipagem, e com isto o ferramental em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e sensoriamento remoto pode apoiar na melhoria das análises e na redução de custos. A necessidade de experimentação não destrutiva, econômica e em grande escala torna as tecnologias de sensoriamento remoto e de

processamento de dados fundamentais para a melhoria da performance e eficiência da fenotipagem vegetal (SOUSA et al., 2015). A partir dos dados de sensoriamento remoto pode-se reconstruir ambientes e até espécimes de plantas no plano computacional, por meio de avançados softwares de processamento de imagens (LI et al., 2014). Aliado ao melhoramento genético, no manejo agropecuário são muito úteis os SIG's que operam atribuindo localização geográfica ao objeto de estudo, contribuindo assim para a incorporação de inteligência na tomada de decisão, formando grandes bancos de dados, os quais podem ser dispostos em Big Data, disponíveis para um grande conjunto de procedimentos analíticos na avaliação da vegetação.

As espécies forrageiras, normalmente, se localizam em extrato herbáceo-arbustivo complexo formado por gramíneas e leguminosas, cuja estrutura anatômica aumenta a demanda por precisão, atrelada à dificuldade inserida no sistema produtivo pela ocorrência de invasoras, pragas, degradação e superpastejo animal. Todas essas variáveis tornam o sensoriamento remoto e a análise acurada das faixas eletromagnéticas indispensáveis para a implantação de um projeto de fenotipagem em larga escala para as forrageiras utilizadas no Brasil. Nas Figura 1A e 1B têm-se exemplo da aplicação da tecnologia de plataformas Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para monitoramento de parcelas experimentais de capim-elefante.



Figura 1 – Imagem mosaico RGB (A) e o NDVI (B) estimado para área central de parcelas experimentais de capim-elefante, para o dia 26 de fevereiro de 2019.

Na imagem-mosaico RGB (Figura 1A) observa-se variabilidades nos tons de verde e a exposição de solo de fundo em algumas parcelas. Já na imagem com estimativa do índice NDVI (Figura 1B) fica evidente as variações do índice tanto dentro de cada parcela quanto entre as parcelas. Essas variações podem estar relacionadas a diferenças de vigor,

exposição de solo dentro de cada área útil das parcelas e que podem ser imperceptíveis por um observador no campo, mas sobretudo à diferenças de caracteres morfo-fisiológicos e adaptativos de cada genótipo. A Figura 2A mostra uma imagem-mosaico RGB de área com *Brachiaria ruziziensis* (cv. Kennedy) em que é possível observar espacialmente a variabilidade da forrageira com regiões mais esverdeadas indicando maior biomassa ou com maior vigor e regiões com manchas em tons de marrom que podem apresentar exposição de solo ou vegetação seca ou estressada. Na Figura 2B tem-se o mapa do índice NDRE (*Normalized Difference Red Edge*). Nota-se a boa sensibilidade do índice na identificação de regiões com vegetação vigorosa ou maior concentração de biomassa, bem como das regiões onde há exposição de solo e vegetação seca ou estressada e que apresentam os menores valores de NDRE.

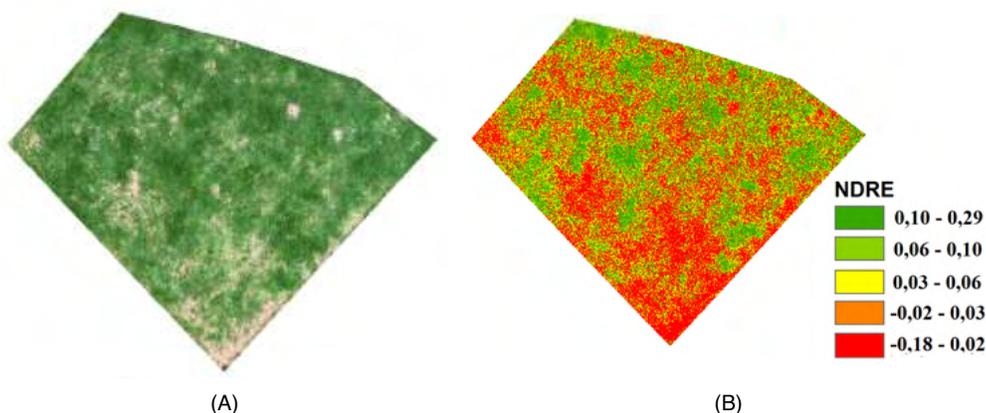


Figura 2 – Imagem mosaico RGB (A) de área com *Brachiaria ruziziensis* - cultivar Kennedy e mapa do índice NDRE (B), para o dia 14 de novembro de 2018.

A descrição de aspectos fenotípicos em forrageiras, em grande escala, perpassa pela capacidade, acuidade e agilidade na derivação de variáveis biofísicas por meio das novas geotecnologias e excelência no treinamento de equipes multidisciplinares, pois a forma expedita na condução de experimentos e extração de informações por meio de sensores pode influenciar na acurácia dos resultados obtidos, e conseqüentemente os ganhos de seleção (ARAUS et al., 2021). Destaca-se ainda que aplicação das imagens de sensores remotos e a implementação de algoritmos/modelos, possibilita a obtenção rápida de um grande volume de dados, o que abre caminho para a estratificação de extensas áreas destinadas a fenotipagem, as quais podem ser objeto de investigações acuradas, em etapas posteriores (FENG et al, 2021). As novas tecnologias disponíveis em sensoriamento remoto e a popularização de equipamentos de geolocalização abrem espaço para a fenotipagem de forrageiras em grande escala, desde os procedimentos de campo de alto rendimento

até levantamentos preliminares, os quais norteiam a utilização de equipamentos de maior precisão, equilibrando os custos e investimentos na detecção de fenótipos de interesse de forrageiras, dispostas em extensas pastagens, piquetes e capineiras ou em pequenas parcelas experimentais, manejados de acordo com os sistemas de produção adotados. O desenvolvimento de procedimentos em SIG, sensores e equipamentos de campo aplicados à biofísica vegetal é constante, e a pesquisa em fenotipagem de forrageiras com o uso de geotecnologias para levantamentos em larga escala, provavelmente, se valerá de novas abordagens em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

*ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P. Fenotipagem de forrageiras a campo em larga escala. In: MACHADO, J. C., AZEVEDO, A. L. S., PEREIRA, J. F. Melhoria de forrageiras na era genômica. Brasília: Embrapa, 2019. 207-238.

ARAUS, J. L.; KEFAUVER, S. C.; ZAMAN-ALLAH, M.; OLSEN, M. S.; CAIRNS, J. E. Translating high-throughput phenotyping into genetic gain. **Trends in Plant Science**, v. 23, n. 5, p. 451-466, 2018.

CHEN, D.; NEUMANN, K.; FRIEDEL, S.; KILIAN, B.; CHEN, M.; ALTMANN, T.; KLUKAS, C. Dissecting the phenotypic components of crop plant growth and drought responses based on high-throughput image analysis. **The Plant Cell**, v. 26, p. 4636-4655, 2014.

DEERY, D.; JIMENEZ-BERNI, J.; JONES, H.; SIRAULT, X.; FURBANK, R. Proximal Remote Sensing Buggies and Potential Applications for Field-Based Phenotyping. **Agronomy**, v. 4, n. 3, p. 349-379, 2014.

FENG, L.; CHEN, S.; ZHANG, C.; ZHANG, Y.; HE, Y. A comprehensive review on recent applications of unmanned aerial vehicle remote sensing with various sensors for high-throughput plant phenotyping. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 182, 106033, 2021.

LI, L.; ZHANG, Q.; HUANG, D. A review of imaging techniques for plant phenotyping. **Sensors**, v. 14, n. 11, p. 20078-20111, 2014.

RAHAMAN, M. M.; CHEN, D.; GILLANI, Z.; KLUKAS, C.; CHEN, M. Advanced phenotyping and phenotype data analysis for the study of plant growth and development. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, article 619, p. 1-15, 2015.

SANTOS, T. T.; YASSITEPE, J. E. C. **Fenotipagem de plantas em larga escala: um novo campo de aplicação para a visão computacional na agricultura**. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (Ed.). *Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Cap. 5. p. 85-100.

SINGH, A.; GANAPATHYSUBRAMANIAN, B.; SINGH, A. K.; SARKAR, S. Machine Learning for High-Throughput Stress Phenotyping in Plants. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 2, p. 110-124, 2016.

SILVA, E. E.; BAILO, F. H. R.; TEODORO, L. P. R.; DA SILVA JUNIOR, C. A.; BORGES, R. S.; TEODORO, P. E. UAV-multispectral and vegetation indices in soybean grain yield prediction based on situ observation. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 18, 100318, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100318>

SILVA JUNIOR, C. A.; NANNI, M. R.; SHAKIR, M.; TEODORO, P. E.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; CEZAR, E.; GOIS, G.; LIMA, M.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; SHIRATSUCHI, L. S. Soybean varieties discrimination using non-imaging hyperspectral sensor. **Infrared Physics & Technology**, v. 89, p. 338-350, 2018.

SOUSA, C. A.; CUNHA, B. A. D. B.; MARTINS, P. K.; MOLINARI, H. B. C.; KOBAYASHI, A. K.; SOUZA JUNIOR, M. T. Nova abordagem para a fenotipagem de plantas: conceitos, ferramentas e perspectivas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, número especial, p. 660-672, 2015.

SWAEF, T.; MAES, W.; APER, J.; BAERT, J.; COUGNON, M.; REHEUL, D.; STEPPE, K.; ROLDÁN-RUIZ, I.; LOOTENS, P. Applying RGB-and Thermal-Based Vegetation Indices from UAVs for High-Throughput Field Phenotyping of Drought Tolerance in Forage Grasses. **Remote Sensing**, v. 13, n. 1, 147, 2021. doi: 10.3390/rs13010147.

XUE, J.; SU, B. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications. **Journal of Sensors**, v. 2017, 1353691, 2017. doi: 10.1155/2017/1353691.

SOBRE OS AUTORES

ASTRID PAOLA MATTHEIS CRUZ - Médica veterinária, mestre em Medicina Veterinária na área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Serviço Veterinário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Niterói, RJ

CARLOS AUGUSTO DE MIRANDA GOMIDE - Engenheiro Agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

CARLOS EUGÊNIO MARTINS - Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

CELSO BANDEIRA DE MELO RIBEIRO - Engenheiro Civil, doutor em Engenharia Agrícola, professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

DANIEL DE OLIVEIRA LOPES - Estudante de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

DENIS TEIXEIRA DA ROCHA - Zootecnista, mestre em Economia Aplicada, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

DOMINGOS SÁVIO CAMPOS PACIULLO - Engenheiro Agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

DUARTE VILELA - Engenheiro Agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

FLÁVIO RODRIGO GANDOLFI BENITES - Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

FÚLVIA DE FÁTIMA ALMEIDA DE CASTRO - Estudante de medicina veterinária, Universidade Presidente Antônio Carlos, Juiz de Fora, MG

GLAUCO RODRIGUES CARVALHO - Economista, PhD em Economia Agrícola, pesquisador na Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

GUILHERME DE MORAIS BARBOSA - Estudante de Ciência da Computação, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG

GUILHERME NUNES DE SOUZA - Médico veterinário, doutor em Epidemiologia Veterinária, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, Professor do Programa de Pós-graduação em Clínica e Reprodução Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

JACKSON SILVA E OLIVEIRA - Engenheiro Agrônomo, PhD em Nutrição, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

JOÃO BATISTA RIBEIRO - Biólogo, doutor em Microbiologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

JOSÉ LUIZ BELLINI LEITE - Engenheiro Civil, PhD em Economia Rural, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

JUAREZ CAMPOLINA MACHADO - Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

JULIANA FRANÇA MONTEIRO DE MENDONÇA - Médica veterinária, mestre em Medicina Veterinária na área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Faculdade de Medicina Veterinária UNIVERSO, Juiz de Fora, MG

LEONARDO GOLIATT DA FONSECA - Engenheiro Civil, doutor em Modelagem Computacional, professor da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

LETÍCIA D'AGOSTO MIGUEL FONSECA - Geógrafa, mestre em Agronomia, doutora em Ciência do Sistema Terrestre, analista na Empresa Imagem – Soluções de Inteligência Geográfica, São José dos Campos, SP

MÁRCIO ROBERTO SILVA - Médico veterinário, doutor em Epidemiologia e Saúde Pública, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

MARCOS CICARINI HOTT - Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

MARIA GABRIELA CAMPOLINA DINIZ PEIXOTO - Médica Veterinária, doutora em Ciência Animal, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

MARIA HELENA COSENDEY DE AQUINO - Médica veterinária, doutora em Microbiologia, Professora do Programa de Pós-graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

MATEUS BATISTELLA - Biólogo, PhD em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP

MICHEL JOSÉ SALES ABDALLA HELAYAEL - Médico veterinário, doutor em Sanidade Animal, Professor do Programa de Pós-graduação em Clínica e Reprodução Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

PEDRO COSME DE ARAÚJO - Estudante de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

PÉRSIO SANDIR D'OLIVEIRA - Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

RICARDO GUIMARÃES ANDRADE - Engenheiro Agrícola, doutor em Agronomia (Meteorologia Aplicada), pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

VICTOR MUIÑOS BARROSO LIMA - Bacharel em Informática, mestre em Engenharia de Sistemas e Computação, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

VICTOR REZENDE FRANCO - Estudante de doutorado em Modelagem Computacional, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

WALTER COELHO PEREIRA DE MAGALHÃES JUNIOR - Economista, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

SOBRE OS ORGNIZADORES

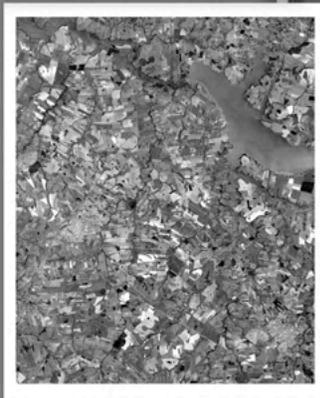
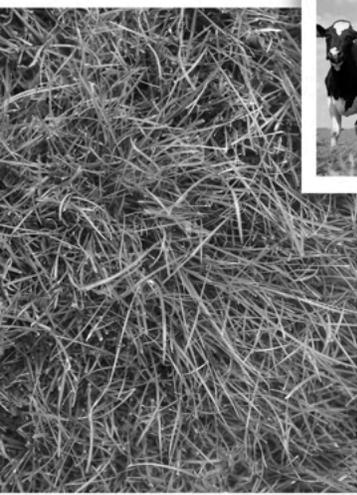
MARCOS CICARINI HOTT - Doutor em Engenharia Florestal e pesquisador da Embrapa desde 2004, desenvolveu projetos de pesquisa em gestão territorial e meio ambiente, com ênfase em geoprocessamento e cenários em mapeamento de Áreas de Preservação Permanente. Atualmente lidera projetos e atividades de pesquisa na área de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à avaliação das condições de pastagens, inteligência territorial e em áreas correlatas aos estudos da cadeia leiteira.

RICARDO GUIMARÃES ANDRADE - Doutor em Agronomia (Meteorologia Aplicada) e pesquisador da Embrapa desde 2008. Na pesquisa, tem experiência em Agrometeorologia, Climatologia Agrícola, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Trabalha, atualmente, em projetos de pesquisas envolvendo agrometeorologia, recursos hídricos e aplicação de geotecnologias voltadas para a identificação, mapeamento e monitoramento da agricultura e pecuária em diferentes escalas.

WALTER COELHO PEREIRA DE MAGALHÃES JUNIOR - Mestre em Ciência da Computação e analista da Embrapa Gado de Leite desde 1989, trabalhou em diversos projetos na área de banco de dados, desenvolvimento de softwares e redes de computação. Desde 2016 atua na área de banco de dados geográficos, sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens orbitais e por VANT, com ênfase na pesquisa aplicada à agricultura e cadeia do leite.

GEOTECNOLOGIAS

Aplicações na Cadeia Produtiva do Leite



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

GEOTECNOLOGIAS

Aplicações na Cadeia Produtiva do Leite



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br