

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Volume V



Pantanal Editora

2021

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
VOLUME V



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora
Copyright do Texto© 2021 Os Autores
Copyright da Edição© 2021 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capa: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – UFESSPA
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza – UFF
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela – IFPR
- Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann – UFJF
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos – FAQ
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior

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

Ficha Catalográfica

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

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume V / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 191p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-70-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319703>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume V” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: construção de habitação popular para pessoas de baixa renda, modelos baseados em processos aplicados à ciência florestal, efeito alelopático de *Ateleia glazioveana* Baill na germinação de picão-preto e soja, análise da viabilidade econômica de reconstituição de pastagens no sistema tradicional e consorciado, utilização do resíduo do mamão em processos biotecnológicos para produção de ração animal, valorização do coproduto do melão para a ração animal, seletividade de inseticidas a *Trichogramma Pretiosum* em ovos de *Helicoverpa Armigera*, efeito da temperatura base para emissão de nós e soma térmica do feijão-de-porco, efeito da temperatura no trigo, análise multitemporal da cobertura vegetal no município de Paracambi, caracterização e modelos estatísticos para estimativa do volume de frutos de babaçu, desempenho agrônômico de cultivares de alface crespa em duas épocas de cultivo, marcadores moleculares utilizados para estudo da diversidade genética de plantas ameaçadas de extinção no Brasil, análise de transição do uso e cobertura do solo em área de preservação permanente, coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* associada à aplicação de estimulantes na soja, sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo para residências familiares. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume V, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	7
Construção de habitação popular para pessoas de baixa renda com blocos estruturais ecológicos.....	7
Capítulo II	15
Modelos baseados em processos aplicados à ciência florestal: uma revisão do estado da arte.....	15
Capítulo III	28
Contribuição ao estudo alelopático de <i>Ateleia glazjoveana</i> Baill na germinação de picão-preto e soja.....	28
Capítulo IV	37
Análise da viabilidade econômica de reconstituição de pastagens no sistema tradicional e consorciado: estudo de caso	37
Capítulo V	49
Utilização do resíduo do mamão (<i>Carica papaya</i> L.) em processos biotecnológicos para produção de ração animal.....	49
Capítulo VI	59
Valorização do coproduto do melão (<i>Cucumis melo</i> L.) através de bioprocessos destinados a ração animal	59
Capítulo VII	68
Temperatura base para emissão de nós e soma térmica do feijão-de-porco.....	68
Capítulo VIII	77
Heatwave implications in wheat during heading phenophase	77
Capítulo IX	85
Análise multitemporal da cobertura vegetal no município de Paracambi – RJ	85
Capítulo X	110
Caracterização e modelos estatísticos para estimativa do volume de frutos de babaçu (<i>Attalea</i> sp.) de duas populações	110
Capítulo XI	121
Desempenho agrônômico de cultivares de alface crespa em duas épocas de cultivo no município de Uruçuí-PI	121
Capítulo XII	133
Marcadores moleculares utilizados para estudo da diversidade genética de plantas ameaçadas de extinção no Brasil.....	133
Capítulo XIII	142
Análise de transição do uso e cobertura do solo em área de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Maguari-açu/PA.....	142
Capítulo XIV	153

Coinoculação de <i>Bradyrhizobium</i> e <i>Azospirillum</i> associada à aplicação de estimulantes melhora o desenvolvimento inicial de plantas de soja.....	153
Capítulo XV	161
Sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo para residências familiares na região semiárida potiguar.....	161
Capítulo XVI	175
Análise biométrica e trocas gasosas na fase de floração da berinjela submetida às fontes e doses de potássio.....	175
Índice Remissivo	189
Sobre os organizadores	191

Modelos baseados em processos aplicados à ciência florestal: uma revisão do estado da arte

Recebido em: 09/04/2021

Aceito em: 13/04/2021

 10.46420/9786588319703cap2

Anny Francielly Ataíde Gonçalves^{1*}

Luciano Cavalcante de Jesus França¹

Juscelina Arcanjo dos Santos¹

Thiza Falqueto Altoé¹

Otávio Camargo Campoe¹

Jose Roberto Soares Scolforo¹

VISÃO GERAL

Atualmente o mundo contabiliza 4,06 bilhões de hectares de florestas, o que equivale a uma ocupação de 31% da área terrestre. As florestas naturais representam 93% ou 3,7 bilhões de hectares da área total de floresta. Apesar disso, nos últimos 30 anos houve redução de 178 milhões de hectares de florestas naturais. Os demais 7% de área está ocupada por florestas plantadas, que aumentaram em 123 milhões de hectares desde 1990 (FAO, 2020).

O aumento na concentração de dióxido de carbono na atmosfera, a ocorrência de extremos de temperatura, a elevação da temperatura média global e variações na quantidade e distribuição de precipitação, afetam diretamente os processos de trocas de energia, carbono, água e nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera (Cramer et al., 2001; Lenihan et al., 2003; Matthews et al., 2004; Euskirchen, et al., 2009; Maia et al., 2020; Chen et al., 2021). Estas alterações resultam em modificações no padrão de crescimento, sobrevivência e estrutura das formações florestais (Chmura et al., 2011). Portanto, os ecossistemas florestais e sua complexidade se tornaram pontos chave de diferentes pesquisas e análises que atentam em apresentar o impacto das alterações climáticas na sua composição, crescimento e produtividade (Castillo et al., 2019; Härkönen et al., 2019; Zhao et al., 2019).

Compreender as respostas ecofisiológicas das árvores e florestas frente à ocorrência das variações climáticas, e com isso, prever essa nova realidade por meio da modelagem, tornou-se uma necessidade de investigação para pesquisadores e gestores florestais. Muitos estudos têm desenvolvido simulações com modelos que incorporam variáveis edáficas e climáticas para projetar o efeito das mudanças climáticas sobre estes sistemas (Prentice et al., 1992; Ise et al., 2010; Chmura et al., 2011; Lo et al., 2011; Gustafson et al., 2014).

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA.

* Autora correspondente: annyfrancielly@gmail.com

Os principais modelos utilizados para esse tipo de pesquisa são os nomeados Modelos Baseados em Processos (MBP). Esses modelos realizam simulações de diferentes processos relacionados a produtividade florestal baseados em mecanismos ecofisiológicos, tais como a fotossíntese, a alocação do carbono, transpiração e, ciclagem de nutrientes (Baesso et al., 2010). Alinhado a isso, esses modelos também requerem dados climáticos compatíveis com a data das coletas das informações ecofisiológicas (Palma et al., 2018).

Os MBP por suas inúmeras possibilidades de aplicação, ao contemplarem mecanismos e condições ambientais diversos relacionados ao desenvolvimento da árvore, resultam na geração de conhecimentos importantes para o setor florestal (Xi et al., 2009; Jin et al., 2016; Gupta et al., 2019). Härkönen et al. (2011) utilizaram de uma abordagem para estimar fluxos de carbono florestal para grandes regiões a partir de um modelo baseado em processos sensíveis ao clima, aliados a dados de inventário florestal nacional e imagens de satélite; Collalti et al. (2014) desenvolveram um modelo baseado em processos para simular o crescimento em florestas com estrutura complexa, nomeadamente floresta mista de carvalhos na Itália, com avaliação e uso do modelo de ecossistema florestal 3D-CMCC e; Palma et al. (2018), avaliaram o uso do clima modelado em substituição a dados observacionais, e compararam o desempenho de um modelo baseado no processo de crescimento florestal (3-PG, *Physiological Principles Predicting Growth*) quando as entradas dos dados climáticos observacionais foram substituídos por dados climáticos modelados.

O MBP mais conhecido na literatura por 3-PG (Landsberg et al., 2003) é um dos mais amplamente utilizados para o manejo florestal, tendo sido desenvolvido por Landsberg et al. (1997). O MBP 3-PG é baseado em uma abordagem de modelagem em processos fisiológicos de ecossistema. As várias aplicações e a natureza flexível do modelo 3-PG resultaram em sua adoção e utilização em várias regiões do mundo. Avanços têm sido demonstrados quanto a este MBP, com o desenvolvimento do modelo 3-PGS (*Physiological Principles in Predicting Growth with Satellite*), que se trata de uma versão modificada e espacial do modelo 3-PG, que aproveitou as vantagens do sensoriamento remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) para estimativa de variáveis biofísicas (Gupta et al., 2019).

De maneira geral, o fato é que as pesquisas florestais com o uso de MBP em todo o mundo caracterizam-se por serem interdisciplinares e com vasto campo de aplicação. Justifica-se aqui, portanto, o levantamento e análise crítica do estado da arte quanto a essa temática.

O principal questionamento levantado para o desenvolvimento desta revisão foi sobre quais as tendências apresentadas nas pesquisas florestais com o uso dos MBP em termos de foco temático e abordagem científica aplicada. Desta forma, o objetivo principal deste capítulo foi realizar um levantamento do estado da arte sobre os modelos matemáticos baseados em processos e aplicados à ciência florestal.

MBP: ANÁLISE SOBRE O USO E APLICAÇÃO NOS ESTUDOS FLORESTAIS

A modelagem de dados nas pesquisas florestais encontra-se em desenvolvimento constante, e entre os modelos utilizados têm-se os biométricos, os MBP, e a categoria dos modelos híbridos (Scolforo, 2006; Landsberg et al., 2011), que consistem na fusão dos pontos fortes dos modelos biométricos e MBP.

Os modelos biométricos são utilizados para resumir e simular informações de grandes bases de dados advindas dos inventários florestais e/ou informações de atividades silviculturais. Sua principal limitação é considerar que a qualidade do local é invariante, dessa forma, não possui poder de extrapolação, pois não permite que o efeito do clima seja considerado (Weiskittel et al., 2010), mas, com o objetivo de superar esta limitação, os MBP foram desenvolvidos. Os MBP baseiam-se em processos do sistema solo-planta-atmosfera, e é aplicado em pesquisas pautadas em simular o comportamento de florestas nativas ou plantadas em resposta à disponibilidade de radiação solar, água e nutrientes, que são os três fatores responsáveis pelo crescimento das árvores (Landsberg et al., 2011). Outra categoria de modelos utilizados em pesquisas florestais são os modelos híbridos, estes são usados para simular variáveis florestais como o crescimento das árvores por meio da união de informações dendrométricas e ecofisiológicas (Scolforo et al., 2017; Landsberg et al., 2011; Pretzsch, et al., 2015).

Os MBP os quais se concentram na descrição detalhada dos processos fisiológicos oferecem a vantagem de incorporar os principais mecanismos ecofisiológicos que impulsionam o crescimento da floresta, produzindo extrapolações mais robustas para condições não testadas e sob diferentes regimes de manejo florestal (Weiskittel et al., 2010; Landsberg et al., 2011). Os avanços de tecnologias geoespaciais, como do SIG e SR, têm sido facilitadoras nas extrapolações e aplicabilidade desses MBP no setor florestal (Gupta et al., 2019) para as condições não testadas, já que permitem que avaliações de variações espaço-temporais de diferentes atributos florestais sejam realizadas (Kumar et al., 2015; Kumar et al., 2017).

O modelo C-Fix é um exemplo de MBP que utiliza ferramentas de SIG e SR para auxiliar na estimativa dos fluxos de massa de carbono em escalas locais, regionais e continentais fazendo uso de pequenos números de variáveis meteorológicas de entrada, incluindo observações de satélite (Veroustraete et al., 2004). Outros exemplos de MBP que fazem interface com as ferramentas de SIG e SR são o BIOME-BGC (Coops et al., 2001), modelo G'DAY (Marsden et al., 2013) e o modelo SBDART (Zhang et al., 2021).

Com o uso dos MBP é possível realizar o gerenciamento dos recursos naturais e prever informações futuras sobre determinada variável de interesse (como a biomassa, estoque de carbono ou crescimento das árvores). Isso é possível devido ao uso de informações de outras variáveis que são mais fáceis de serem obtidas (como variáveis climáticas ou do solo) (Vacchiano et al., 2012). O uso do MBP é, portanto, uma valiosa ferramenta para os tomadores de decisões operacionais no setor florestal e já vem sendo usada por empresas florestais no Brasil (Campoe et al., 2013a; Campoe et al., 2013b). Os MBP

podem ser utilizados para diferentes finalidades dentro dos estudos florestais, com diferentes níveis de detalhamento, escala espacial e temporal. São utilizados, por exemplo, para simulações dos processos de crescimento de uma única árvore, de uma paisagem florestal ou de um ecossistema altamente complexo, e em escala temporal de minutos a anos.

Classificamos neste tópico os MBP em nível de escala espacial, dos quais se destacam o modelo de *ecossistema*, modelo de *paisagem*, modelo *regional* (Xi et al., 2009) (Tabela 1). Dentro do grupo de modelo de ecossistema, Jin et al. (2016) propõem uma subclassificação a nível de detalhamento fisiológico (Tabela 2).

Tabela 1. Classes dos modelos baseados em processo, nome do modelo e referências. Fonte: Autoria própria.

Classe dos MBP	Nome do modelo	Referências
Modelo de Paisagem	LANDIS-II	Scheller et al. (2007).
Modelo de Paisagem / Modelo Regional	LANDIS PRO	Wang et al. (2014).
Modelo de Paisagem	FORECE	Kienast (1987);
	FORCLIN	Bugmann (1996);
	DRYADES	Maily et al. (2000).
Modelo de Ecossistema	CBM-CFS	Kurz et al. (1999);
	FORECAST	Kimmins et al. (1999);
	ForNBM	Zhu et al. (2004);
	LINKAGES v2.2	Post et al. (1996);
	PnET-II	Aber et al. (1992); Aber et al. (1995);
	Ecosystem Demography model version 2	Medvigy et al. (2009);
	FULCAM	Waterworth et al. (2007);
Modelo Regional	DF.HGS	Weiskittel et al. (2010);
	FOREST v5.1	Schwalm et al. (2004).
	3PG	Landsberg et al. (1997).
	Landscape DNDC	Haas et al. (2013);
	FOREST-BGC	Running et al. (1988).

Os MBP pertencentes a categoria de paisagem como o próprio nome é sugestivo trabalham com simulações em escala da paisagem florestal. Possibilitam desta forma a simulação dos processos florestais de dispersão, estabelecimento, competição, distúrbios, manejo e seus efeitos interativos na composição e biomassa da floresta (He, 2008; Huang et al., 2017). Essa classe de modelo permite a simulação das mudanças ao longo dos anos e usam dados referenciados espacialmente, e a interação desses fatores é o ponto chave no uso do modelo de paisagem. Nesse tipo de simulação a escala temporal varia de décadas a centenas de anos e a escala espacial fica entre 100 a 10.000 km². De forma geral, os estudos com esta classe de MBP são direcionados para a simulação da paisagem e da estrutura espacial do ecossistema.

Processos espaço-temporais de ocorrência natural (como queimadas) ou processos antrópicos (como os desbastes) podem ser incorporados nesse tipo de simulação (Xi et al., 2009).

Á exemplo, os modelos de paisagem podem fornecer informações sobre a relação entre os distúrbios e a biomassa acima do solo no nível da paisagem (Scheller et al., 2007; He, 2008; Huang et al., 2017; Jager et al., 2017). Entretanto, a desvantagem é que alguns modelos desta classe não realizam simulações relacionadas a processos dos ecossistemas florestais, por exemplo, os processos biogeoquímicos. Essa característica limita sua capacidade de prever a dinâmica de carbono abaixo do solo (Huang et al., 2017).

O MBP LANDIS-II é um exemplo de modelo de paisagem que foi desenvolvido para realizar simulações de sucessão florestal, dispersão de sementes, distúrbios florestais e tratamentos silviculturais em diferentes escalas espaciais e temporais (Scheller et al., 2007). Thompson et al. (2016) estudaram o LANDIS-II FLM e utilizaram uma extensão denominada de Land Use Plus (LU+). Essa extensão aumentou significativamente a amplitude das pesquisas, e permitiu que os usuários integrassem mapas de uso da terra ou de mudança na cobertura do solo, e assim, possibilitou a realização da modelagem dos efeitos imediatos de distúrbios sobre a composição das espécies e na biomassa da floresta.

O grupo de MBP em nível de ecossistema tem apresentado destaque em estudos aplicados ao funcionamento do ecossistema, de forma que a modelagem de dados florestais tem sido utilizada, por exemplo, para realizar simulações dos fluxos de carbono e da produtividade para diferentes biomas e espécies em todo o planeta (Bagnara et al., 2018). Dentre as características dos modelos de ecossistemas florestais cabe citar que essa categoria de modelos apresenta forte ligação entre os processos físicos e biológicos (como fotossíntese, crescimento, mortalidade e decomposição) na simulação da dinâmica do carbono acima do solo (Huang et al., 2017).

Os MBP em nível de ecossistema utilizam abordagens físicas generalizadas para modelar os fluxos de massa e energia que controlam os principais processos ecológicos (He, 2008), e oferecem informações valiosas sobre os efeitos das mudanças climáticas em longo prazo na dinâmica do carbono. O estoque de carbono dos ecossistemas florestais são o resultado de interações entre o crescimento da floresta, o clima, o solo e os processos de paisagem da floresta (Huang et al., 2017). Entre os modelos em nível de ecossistemas florestais desenvolvidos para simulação de estoque de carbono, cabe citar o CBM-CFS (Kurz et al., 1999), FORECAST (Kimmins et al., 1999), ForNBM (Zhu et al., 2004) e o LINKAGES v2.2 (Post et al., 1996). Estes modelos são amplamente utilizados para estudar a dinâmica do carbono em importantes formações florestais, como as florestas boreais, que são florestas altamente sensíveis às mudanças climáticas. Visto que alterações no estoque de carbono destas florestas podem alterar significativamente o balanço de carbono de todo o ecossistema terrestre (Huang et al., 2017).

O modelo LINKAGES v2.2 é utilizado para simular o fluxo e armazenamento de carbono, e o nitrogênio em ecossistemas florestais. Este modelo considera as interações entre quatro grupos de

processos: os fisiológicos, determinantes para o crescimento individual das árvores; os demográficos, que determinam a dinâmica da floresta; os microbianos, que determinam a disponibilidade de nitrogênio e; os processos hídricos, ligados a disponibilidade de água no ecossistema (Post et al., 1996).

De acordo com o nível de detalhamento dos processos fisiológicos que os MBP florestais em escala ecossistêmica consideram, Jin et al., (2016) definiram as seguintes classificações: (i) modelos fisiológicos simples (MFS), (ii) modelos fisiológicos complexos (MFC) e (iii) modelos empírico-fisiológicos híbridos (MFH), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos MBP em escala de ecossistema florestal baseados no nível de detalhamento dos processos fisiológicos. Fonte: Jin et al., (2016) e editado pelos autores.

Classes	Descrição
MBP	
(i) MFS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizam relações mais simples entre a fotossíntese e variáveis ambientais e biológicas. ▪ A parametrização é mais simplificada, requer menor esforço computacional, no entanto, as informações geradas são em nível de ecossistema florestal.
(ii) MFC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvem maior número de variáveis, e esse tipo de modelo faz simulações da dinâmica de carbono para os ecossistemas florestais relacionando as condições edafoclimáticas com os processos fisiológicos. ▪ Possibilita a simulação de processos, como a dinâmica sucessional de espécies de forma simplificada. Pode ser utilizado também para representar a composição e estrutura das florestas, mas, não fornecem informações por espécies, limitando o seu uso nesse sentido, como no entendimento da dinâmica do carbono de uma única espécie.
(iii) MFH	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabalham com relações empíricas de tamanho versus idade para realizarem as simulações da dinâmica da biomassa lenhosa acima do solo para as árvores de forma individual, ao invés de simular por meio de processos fisiológicos. Esse tipo de modelo pode implementar processos mecanicistas, como troca de carbono atmosfera-solo.

O modelo PnET-II pertence à classe MFS e realiza simulações do balanço de carbono e da água em ecossistemas florestais (Aber et al., 1992; Aber et al., 1995). Esse modelo tem sido empregado em estudos como o de Wu et al., (2020) desenvolvidos na China. Esses pesquisadores calcularam a produtividade primária líquida máxima acima do solo e a probabilidade de estabelecimento de diferentes espécies em uma floresta subtropical.

Em relação aos MFC, o Ecosystem Demography model version 2 (ED2) é um exemplo de MBP que representa essa classe. Esse modelo foi utilizado na pesquisa de Paul-Limoges et al., (2020) que objetivou particionar o valor da evapotranspiração em cotas de transpiração e de evaporação em uma floresta mista temperada, localizada na Suíça.

Sobre a classe MFH temos como exemplo o FULCAM (Waterworth et al., 2007), o DF.HGS (Weiskittel et al., 2010) e o LINKAGES v2.2 (Post et al., 1996). Em relação ao modelo DF.HGS, ele foi desenvolvido para manejar florestas de coníferas no noroeste do Pacífico, localizadas nos EUA. Em sua estruturação foi incorporado um modelo empírico de crescimento das árvores, componentes que representam os processos fisiológicos fundamentais, e a alometria detalhada das árvores para projeção do desenvolvimento individual e dos talhões. Além disso, o modelo DF.HGS conta com informações detalhadas sobre: a estrutura da copa, tamanho, localização e massa das folhas dos ramos primários; representação dos principais processos fisiológicos, como estimativas de fotossíntese respiração, produção primária líquida e disponibilidade hídrica no solo e; caracterização do local e do índice do local. Como resultado da sua aplicação, foi observado previsões de crescimento em volume de madeira com média aproximada de 36% menos de viés, quando comparado às estimativas de outros modelos do tipo empírico (Weiskittel et al., 2010).

Embora os modelos híbridos tenham algumas limitações quando comparados aos modelos de base puramente fisiológica, eles fornecem uma estrutura simples vinculada ao crescimento que produzem dados e conhecimento empírico sobre o gerenciamento florestal. E ainda, fornecem uma base sólida para melhorar as projeções de crescimento e estimar os estoques de carbono da floresta (Waterworth et al., 2007).

Alguns MBP em nível de ecossistema utilizam parâmetros globais constantes durante a simulação. No entanto, algumas aplicações da modelagem requerem variabilidade no uso dos parâmetros dentro de um domínio, por exemplo, parâmetros específicos como o uso ou tipo do solo em escala regional (Haas et al., 2013). Assim, existe a classe dos MBP denominada de modelo regional que trabalha em escala regional ou local, e apresentam como característica principal o uso de parâmetros específicos que refletem as diferenças entre espécies e regiões.

O modelo de paisagem LandscapeDNDC representa esta classe. Ele foi desenvolvido por Haas et al. (2013) e é baseado parcialmente no modelo DNDC (Li et al., 1992; Werner et al., 2007; Beheydt et al., 2007; Blagodatsky et al., 2011). O modelo de paisagem LandscapeDNDC é capaz de incorporar vários parâmetros que diferenciam, em seu processo de simulação, diferentes tipos de vegetação e de sistemas para o gerenciamento de fluxos entre a biosfera-atmosfera-hidrosfera, relacionados ao carbono, nitrogênio e água nos ecossistemas florestais. Permite, assim, a simulação da dinâmica de mudanças no uso da terra em escala regional ou local (Haas et al., 2013). Alguns modelos de ecossistemas e de paisagem também podem desenvolver versões que possibilitam trabalhar em escala regional, por exemplo, o LANDIS PRO (Wang et al., 2014) e FOREST-BGC (Running et al., 1988).

Ressalta-se que os diferentes grupos de MBP não são excludentes quanto ao processo da modelagem dos dados florestais. Um exemplo de como tais modelos podem ser aplicados juntos é a pesquisa desenvolvida por Huang et al., (2017). Esses pesquisadores propuseram uma metodologia para

a aplicação do modelo LINKAGES v2.2 (modelo de ecossistema) acoplado ao modelo LANDIS PRO (modelo de paisagem). Foi possível, assim, estimar a quantidade de carbono acima do solo e o carbono orgânico do solo em uma área de floresta boreal localizada na China.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os MBP possibilitam que as florestas e os seus processos de crescimento e desenvolvimento sejam visualizados de forma interligada, facilitando dessa forma, a compreensão do funcionamento dos ecossistemas florestais. O campo de pesquisa relacionado ao uso de MBP é diverso e vem crescendo no setor florestal devido a necessidade de entender, simular e modelar os processos que englobam o sistema solo-planta-atmosfera.

As especificidades e a amplitude espacial que cada MBP faz uso e consegue explicar, fez com que estes fossem categorizados em diferentes classes (a nível de ecossistema, paisagem e regional), de tal forma que é uma das características que facilita aos usuários utilizarem o MBP que melhor se adeque aos seus objetivos e aos tipos de dados que serão analisados.

Além disso, os MBP também fornecem informações e dados importantes que auxiliam nas atividades do manejo e gerenciamento das florestas. Os MBP são amplamente utilizados na predição e simulações de crescimento, gerenciamento dos recursos naturais além de estudar a dinâmica do carbono e prever informações futuras em cenários de mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao Departamento de Ciências Florestais e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aber JD et al. (1992). A generalized, lumped-parameter model of photosynthesis, evapotranspiration and net primary production in temperate and boreal forest ecosystems. *Oecologia*, 92(4): 463-474.
- Aber JD et al. (1995). Predicting the effects of climate change on water yield and forest production in the northeastern United States. *Climate Research*, 5: 207-222.
- Baesso RCE et al. (2010). Impacto das mudanças climáticas na produtividade do eucalipto na região norte do Espírito Santo e sul da Bahia. *Ciência Florestal*, 20(2): 335-344.
- Bagnara M et al. (2018). Bayesian calibration of simple forest models with multiplicative mathematical structure: a case study with two light use efficiency models in an alpine forest. *Ecological Modelling*, 371: 90-100.

- Beheydt D et al. (2007). Validation of DNDC for 22 long-term N₂O field emission measurements. *Atmospheric Environment*, 41(29): 6196-6211.
- Blagodatsky S et al. (2011). Modelling of microbial carbon and nitrogen turnover in soil with special emphasis on N-trace gases emission. *Plant And Soil*, 346 (1-2): 297-330.
- Bugmann HKM et al. (1996). A Simplified Forest Model to Study Species Composition Along Climate Gradients. *Ecology*, 77(7): 2055-2074.
- Campoe OC et al. (2013a). Stem production, light absorption and light use efficiency between dominant and non-dominant trees of *Eucalyptus grandis* across a productivity gradient in Brazil. *Forest Ecology And Management*, 288: 14-20.
- Campoe OC et al. (2013b). Fertilization and irrigation effects on tree level aboveground net primary production, light interception and light use efficiency in a loblolly pine plantation. *Forest Ecology And Management*, 288: 43-48.
- Castillo EMD et al. (2019). Modeling tree-growth: assessing climate suitability of temperate forests growing in moncayo natural park (Spain). *Forest Ecology and Management*, 435:128-137.
- Chen Z et al. (2021). Effects of global warming on pattern dynamics of vegetation: Wuwei in China as a case. *Applied Mathematics and Computation*, 390:125666.
- Chmura DJ et al. (2011). Forest responses to climate change in the northwestern United States: ecophysiological foundations for adaptive management. *Forest Ecology And Management*, 261(7): 1121-1142.
- Collalti A et al. (2014). A process-based model to simulate growth in forests with complex structure: evaluation and use of 3d-cmcc forest ecosystem model in a deciduous forest in central Italy. *Ecological Modelling*, 272: 362-378.
- Coops N et al. (2001). Comparisons of predictions of net primary production and seasonal patterns in water use derived with two forest growth models in Southwestern Oregon. *Ecological Modelling*, 142(1-2): 61-81.
- Cramer W et al. (2001). Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models. *Global Change Biology*, 7(4): 357-373.
- Euskirchen ES et al. (2009). Changes in vegetation in northern Alaska under scenarios of climate change, 2003–2100: implications for climate feedbacks. *Ecological Applications*, 19(4): 1022-1043.
- FAO - Food and Agriculture Organization. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Roma. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA8753EN/CA8753EN.pdf>>. Acesso em: 14/09/2020.
- Gupta R et al. (2019). The process-based forest growth model 3-PG for use in forest management: a review. *Ecological Modelling*, 397: 55-73.

- Gustafson EJ et al. (2015). Integrating ecophysiology and forest landscape models to improve projections of drought effects under climate change. *Global Change Biology*, 21(2): 843-856.
- Haas E et al. (2013). LandscapeDNDC: a process model for simulation of biosphere atmosphere hydrosphere exchange processes at site and regional scale. *Landscape Ecology*, 28(4): 615-636.
- Härkönen S et al. (2011). Estimating forest carbon fluxes for large regions based on process-based modelling, NFI data and Landsat satellite images. *Forest Ecology And Management*, 262(12): 2364-2377.
- Härkönen S et al. (2019). A climate-sensitive forest model for assessing impacts of forest management in Europe. *Environmental Modelling & Software*, 115: 128-143.
- He HS (2008). Forest landscape models: definitions, characterization, and classification. *Forest Ecology And Management*, 254(3): 484-498.
- Huang C et al. (2017). A coupled modeling framework for predicting ecosystem carbon dynamics in boreal forests. *Environmental Modelling & Software*, 93: 332-343.
- Ise T et al. (2010). Simulating boreal forest dynamics from perspectives of ecophysiology, resource availability, and climate change. *Ecological Research*, 25(3): 501-511.
- Jager NR et al. (2017). Simulating ungulate herbivory across forest landscapes: A browsing extension for LANDIS-II. *Ecological Modelling* 350: 11-29.
- Jin W et al. (2016). Are more complex physiological models of forest ecosystems better choices for plot and regional predictions?. *Environmental Modelling & Software*, 75: 1-14.
- Kienast FF (1987). A forest succession model for southern central Europe. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee: ORNL/TM-10575.
- Kimmins JP et al. (1999). Modelling forest ecosystem net primary production: the hybrid simulation approach used in forecast. *Ecological Modelling*, 122(3): 195-224.
- Kumar L et al. (2015). Review of the use of remote sensing for biomass estimation to support renewable energy generation. *Journal Of Applied Remote Sensing*, 9(1): 097696.
- Kumar L et al. (2017). Remote Sensing of Above-Ground Biomass. *Remote Sensing*, 9(9): 935.
- Kurz WA et al. (1999). A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the canadian forest sector. *Ecological Applications*, 9(2): 526-547.
- Landsberg JJ et al. (2011). *Physiological Ecology of Forest Production: Principles, Processes and Models*. Academic Press: London, 331p.
- Landsberg JJ et al. (1997). A generalized model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. *Forest Ecology and Management*, 95(3):209-228.
- Landsberg JJ et al. (2003). Performance of the forest productivity model 3-PG applied to a wide range of forest types. *Forest Ecology And Management*, 172(2-3): 199-214.

- Lenihan JM et al. (2003). Climate change effects on vegetation distribution, carbon, and fire in California. *Ecological Applications*, 13(6): 1667-1681.
- Li C et al. (1992). A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. model structure and sensitivity. *Journal Of Geophysical Research: Atmospheres*, 97(9): 9759-9776.
- Lo Y-H et al. (2011). Linking climate change and forest ecophysiology to project future trends in tree growth: A review of forest models. *Climate change research and technology for adaptation and mitigation*, 63-87.
- Mailly D et al. (2000). Disturbance and succession in a coniferous forest of northwestern North America: simulations with dryades, a spatial gap model. *Ecological Modelling*, 127(2-3): 183-205.
- Marsden C (2013). Modifying the G'DAY process-based model to simulate the spatial variability of Eucalyptus plantation growth on deep tropical soils. *Forest Ecology and Management*, 301(1): 112-128.
- Matthews HD et al. (2004). Natural and anthropogenic climate change: incorporating historical land cover change, vegetation dynamics and the global carbon cycle. *Climate Dynamics*, 22(5): 461-479.
- Medvigy D et al. (2009). Mechanistic scaling of ecosystem function and dynamics in space and time: ecosystem demography model version 2. *Journal Of Geophysical Research*, 114(1): 1-21.
- Muller A et al. (2020). The valuation of forest ecosystem services as a tool for management planning – A choice experiment. *Journal of Environmental Management*, 271.
- Palma JHN et al. (2018). Using high-resolution simulated climate projections in forest process-based modelling. *Agricultural And Forest Meteorology*, 263:100-106.
- Paul-Limoges E et al. (2020). Partitioning evapotranspiration with concurrent eddy covariance measurements in a mixed forest. *Agricultural And Forest Meteorology*, 280: 107786-107798.
- Pommerening A et al. (2020). Democratizing forest management: Applying multiwinner approval voting to tree selection. *Forest Ecology and Management*, 478.
- Post WM et al. (1996). Linkages - an individual-based forest ecosystem model. *Climatic Change*, 34(2): 253-261.
- Prentice IC et al. (1992). Special paper: a global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography*, 19: 117-134.
- Pretzsch H et al. (2015). Representation of species mixing in forest growth models. A review and perspective. *Ecological Modelling*, 313: 276-292.
- Running SW et al. (1988). A general model of forest ecosystem processes for regional applications I. Hydrologic balance, canopy gas exchange and primary production processes. *Ecological Model*, 42: 125–154.

- Scheller RM et al. (2007). Design, development, and application of LANDIS-II, a spatial landscape simulation model with flexible temporal and spatial resolution. *Ecological Modelling*, 201(3-4): 409-419.
- Schulze K et al. (2019). Towards better mapping of forest management patterns: A global allocation approach. *Forest Ecology and Management*, 432: 776-785.
- Schwalm CR et al. (2004). A process-based model of forest ecosystems driven by meteorology. *Ecological Modelling*, 179(3): 317-348.
- Scolforo HF et al. (2017). Incorporating rainfall data to better plan Eucalyptus clones deployment in eastern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 391: 145-153.
- Scolforo JRS (2006). *Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal*. Lavras: FAEPE-UFLA. 393p.
- Thompson JR et al. (2016). A LANDIS-II extension for incorporating land use and other disturbances. *Environmental Modelling & Software*, 75(202-205).
- Vacchiano G et al. (2012). Modeling Italian forests: state of the art and future challenges. *Iforest - Biogeosciences And Forestry*, 5(1): 113-120.
- Veroustraete F et al. (2004). Carbon mass fluxes of forests in Belgium determined with low resolution optical sensors. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 769-792.
- Wang WJ et al. (2014). LANDIS PRO: a landscape model that predicts forest composition and structure changes at regional scales. *Ecography*, 37(3): 225-229.
- Waterworth RM et al. (2007). A generalised hybrid process-empirical model for predicting plantation forest growth. *Forest Ecology And Management*, 238(1-3): 231-243.
- Weiskittel AR et al. (2010). A hybrid model for intensively managed Douglas-fir plantations in the Pacific Northwest, USA. *European Journal Of Forest Research*, 129(3): 325-338.
- Werner C et al. (2007). A global inventory of N₂O emissions from tropical rainforest soils using a detailed biogeochemical model. *Global Biogeochemical Cycles*, 21(3).
- Wu Z et al. (2020). Assessing differences in the response of forest aboveground biomass and composition under climate change in subtropical forest transition zone. *Science Of The Total Environment*, 706: 135746-135760.
- Xi W et al. (2009). Review of forest landscape models: types, methods, development and applications: Types, methods, development and applications. *Acta Ecologica Sinica*, 29(1): 69-78.
- Zhao J et al. (2019). Evaluating impacts of climate change on net ecosystem productivity (NEP) of global different forest types based on an individual tree-based model FORCCHN and remote sensing. *Global and Planetary Change*, 182: 1-10.

Zhang Z et al. (2021). Estimation of aerosol radiative effects on terrestrial gross primary productivity and water use efficiency using process-based model and satellite data. *Atmospheric Research*, 247(1): 105245

Zhu Z et al. (2004). A test and application of the model ForNBM in a northeastern Ontario jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) stand. *Forest Ecology And Management*, 193(3): 385-397.

ÍNDICE REMISSIVO

A

alelopatia, 27, 32, 33, 35
Alto Alegre/RR, 6, 9
altura, 11, 164, 174, 175, 176, 177, 197, 198, 199, 207
área de preservação permanente, 4, 160
Ateleia glazjoveana, 4, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34
atividades antrópicas, 160, 161

B

babaçu, 4, 125, 126, 128, 129, 132, 135, 136, 137
bacias hidrográficas, 100, 121, 123, 160
berinjela, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 203, 204, 206, 207, 208
blocos ecológicos, 9, 10, 11

C

Canavalia ensiformis, 82
cobertura vegetal, 4, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 110, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 165
condições climáticas, 58, 139, 144, 145, 148
controle químico, 70
cultivo, 4, 33, 36, 37, 41, 48, 49, 51, 57, 82, 88, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 172, 195, 196, 203

D

degradação ambiental, 102, 160
dieta, 49, 56, 57, 59, 60, 65, 68

E

espécies ameaçadas de extinção, 151, 154, 155, 156

F

fibra, 53, 55, 64, 184
fisiologia, 136, 203
fotossíntese, 15, 18, 19, 20, 32, 144, 175, 195, 197, 200, 202, 203, 204

G

genética, 4, 49, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156
genótipos, 138
germinação, 4, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 136, 180

H

habitação popular, 4, 6
heading phenophase, 91, 92, 95, 96
Heatwave, 91, 92, 93, 94, 95

I

inibição, 28, 32, 199
inoculante, 172

L

Lactuca sativa L., 29, 34, 138, 148
levedura, 51, 52, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65

M

mamão, 4, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57
marcadores dominantes, 151, 153, 155
massa seca, 30, 32, 139, 144, 174, 177
melão, 4, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65
micro-organismo, 51, 54, 56, 61, 64, 65
modelos estatísticos, 4, 125, 127
mutirão, 6, 8, 9, 10, 12

N

NDVI, 104, 108, 109, 110, 115, 116, 117, 118, 119, 120
nitrogênio, 18, 20, 61, 82, 172, 177, 178, 179

P

parasitoide, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 80
populações naturais, 126, 129, 135, 151, 153
potássio, 59, 89, 173, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209

R

ração, 4, 48, 50, 58, 125
raiz, 29, 30, 32, 178
rendimento, 58, 60, 89, 126, 135, 143, 145, 179

S

seletividade, 4, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76,
78

sementes, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 39,
90, 125, 136, 137, 148, 150, 173, 179, 180,
197

Sensoriamento Remoto, 99, 103, 123, 124, 170

SIG, 15, 16, 100, 103, 120, 163

T

temperature, 89, 91, 92, 94, 98

Trichogramma, 4, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76,
77, 78, 79, 80

V

variabilidade fenotípica, 125

variáveis biométricas, 125, 128, 197

W

wheat, 91, 92, 94, 95, 97, 98

Z

zonas ripárias, 160

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 150 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 52 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 61 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 39 organizações de e-books, 24 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: jorge.aguilera@ufms.br.

ISBN 978-658831970-3



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br

