

Ciência em Foco

VOLUME V

**BRUNO RODRIGUES DE OLIVEIRA
ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ARIS VERDECIA PEÑA
ROSALINA EUFRAUSINO L. ZUFFO**

ORGANIZADORES



Pantanal Editora

2021

Bruno Rodrigues de Oliveira
Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Aris Verdecia Peña
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Organizadores

Ciência em Foco
Volume V



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
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. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
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
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
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)	
C569	Ciência em foco [livro eletrônico] : volume V / Organizadores Bruno Rodrigues de Oliveira... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 262p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-95-6 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319956 1. Ciência – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa científica. I. Oliveira, Bruno Rodrigues de. II. Zuffo, Alan Mario. III. Aguilera, Jorge González. IV. Peña, Aris Verdecia. V. Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa. CDD 001.42
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância 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

A atividade científica tornou-se indispensável para a sociedade moderna. Os avanços nas mais diversas áreas das ciências têm vislumbrado a muitos, pois muitas das idealizações dignas da ficção científica hoje são realidades em nosso cotidiano. Todo o conhecimento produzido pela ciência e as técnicas dela derivadas têm contribuído para a evolução da sociedade em vários aspectos. Mesmo diante de todos esses evidentes benefícios para a humanidade, a crise sanitária que enfrentamos, que é decorrente da pandemia da COVID-19, colocou em xeque a credibilidade que a ciência, bem como os cientistas, possui perante alguns grupos sociais.

Nos últimos anos temos presenciado, com muito fervor, vários movimentos anti-vacinas e outros que advogam a utilização de tratamentos medicamentosos sem comprovada eficácia científica. Resultados de vários estudos têm sido deturpados a fim de embasarem certas narrativas, evidenciando uma ironia, pois tais indivíduos se utilizam de uma “ciência” forjada sem o método científico, com o propósito de apoiar suas crenças e questionam os resultados obtidos utilizando métodos científicos comprovados.

Pelas circunstâncias apresentadas, entendemos que a divulgação científica nunca foi tão necessária em nossa sociedade como é nos dias atuais. A Pantanal Editora tem a missão de apoiar esta divulgação, proporcionando aos cientistas, pesquisadores e investigadores um canal para promoção do conhecimento científico por eles produzidos. Já estamos no Volume V da Coletânea de e-books denominada de “Ciência em Foco”. Essas coletâneas tem como objetivo a divulgação de pesquisas em quaisquer áreas do conhecimento.

Na presente coletânea vários tópicos são abordados nas mais diversas vertentes, desde pesquisas na área da educação, passando pela psicologia, literatura, farmacêutica, biologia e ciências agrárias, até aplicações avançadas nas áreas de engenharias. Esperamos poder contribuir com o arcabouço científico promovendo uma ciência de qualidade, impactante e acessível a todos.

Os organizadores

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	7
Discussão/reflexão acerca da experiência de elaboração/aplicação de um plano de ensino de matemática pelos alunos do CEAD UFOP.....	7
Capítulo II	19
Componentes produtivos do milho são influenciados pela irrigação e doses de potássio	19
Capítulo III	30
O trabalho docente e formação de novos profissionais: reflexões críticas e coletivas no ensino superior	30
Capítulo IV	35
Riscos ambientais na indústria do petróleo: métodos, técnicas e índices de gerenciamento	35
Capítulo V	46
Modelagem de um manipulador paralelo flexível 3RRR com validação experimental	46
Capítulo VI	52
As tecnologias como ferramenta aplicada na educação em tempos de pandemia de corona vírus.....	52
Capítulo VII	62
Publicação de Artigos Científicos do Curso de Secretariado Executivo (UFRR) entre 2010 e 2020 ..	62
Capítulo VIII	75
Mineração e suas emissões atmosféricas	75
Capítulo IX	82
Estudantes que praticam atividade física podem apresentar melhores estratégias de adaptação	82
Capítulo X	92
Cultura do sisal e biohidrogel: Uma revisão	92
Capítulo XI	110
Germinação e vigor de sementes de tomate sadias e envelhecidas artificialmente tratadas com <i>Calcareo fluorica</i>	110
Capítulo XII	125
Nanomateriais aplicados em energias renováveis: maior eficiência e viabilidade	125
Capítulo XIII	130
Análise da Inserção das Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde do Estado do Pará, BRASIL.....	130
Capítulo XIV	142
Criatividade e o uso da tecnologia digital no ensino da matemática no nível superior.....	142
Capítulo XV	155
A espécie invasora <i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Cyrenidae) nas bacias hidrográficas brasileiras e seus registros de ocorrência no estado de São Paulo.....	155

Capítulo XVI	170
Model reduction of a 3RRR flexible parallel manipulator with experimental validation	170
Capítulo XVII	182
Alternativas terapêuticas na multirresistência bacteriana: uma revisão integrativa	182
Capítulo XVIII	196
Resistência bacteriana e seus mecanismos: uma revisão integrativa da literatura.....	196
Capítulo XIX	209
A loucura como expressão literária na perspectiva de Michel Foucault no período do renascimento XV a XVII: o Dom Quixote por si mesmo a não-razão na linguagem literária	209
Capítulo XX	220
Problematizações sobre o corpo político em narrativas literárias que tematizam a ditadura militar brasileira	220
Capítulo XXI	229
Remoção de Linha de Base do Eletrocardiograma utilizando uma descrição no Espaço de Estados	229
Capítulo XXII	242
COVID-19 e as considerações pedagógicas da teoria histórico-cultural: construindo uma realidade	242
Capítulo XXIII	252
Atenção farmacêutica no tratamento do HIV.....	252
Índice Remissivo	259
Sobre os organizadores	261

Cultura do sisal e biohidrogel: Uma revisão

Recebido em: 16/08/2021

Aceito em: 17/08/2021

 10.46420/9786588319956cap10

Maria Fernanda Ribeiro Fernandes Alves^{1*} 

Marcus Dhilermando Hora de Souza² 

Eliana de Jesus Alves² 

Valdeir Palma do Amparo² 

Neivesson Brito Santos² 

Emanuela Pinto de Menezes Menezes² 

Taís Ferreira Costa³ 

Roberta Lima de Paula⁴ 

INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) é originário do México e por volta da década de 30 foi introduzida na Bahia, dando início ao território do sisal (Judd et al., 2007). É uma planta que sobrevive em ambientes com baixa precipitação pluviométrica e elevada temperatura e representa importante segmento econômico para o Nordeste brasileiro, devido à geração de renda e emprego em regiões do semiárido (Damasceno, 2014). Apesar de tal importância, observa-se que nos dias atuais, a cultura ainda é explorada com baixo índice de modernização e capitalização, o que vem diminuindo a área cultivada, a produção e a produtividade.

A pesquisa envolvendo a cultura do sisal ainda é pouco expressiva. Para possibilitar o aumento da produtividade e a manutenção da área cultivada, é necessário o desenvolvimento de um sistema de produção mais eficiente, sendo necessárias ações que gerem tecnologias em diversas áreas do conhecimento, visando tornar a cultura mais rentável economicamente (Sofiatti et al., 2009).

O uso de novas tecnologias aliadas a um manejo eficiente vem se tornando uma ferramenta cada vez mais utilizada e indispensável para que se tenha uma alta produtividade nos plantios. Nesse contexto, os hidrogéis surgiram como alternativas para o uso eficiente da água e liberação controlada de agroquímicos em plantios agrícolas e florestais (Klein; Klein, 2015), especialmente para regiões semiáridas, em razão da elevada escassez hídrica e da forte lixiviação dos solos (Nascimento, 2017).

Os estudos para comprovar a eficiência do hidrogel começaram a partir da década de 1980 (Willingham; Coffey, 1981; Wofford Jr., 1989; Souza et al., 2016). O Brasil é o segundo maior consumidor

¹ Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Ilha Solteira, SP.

⁴ Engenheira Florestal, BA.

* Autora correspondente: mariafernandaengflorestal@gmail.com

do produto, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, sendo usados principalmente em plantios de eucalipto (Vasconcelos, 2016).

No entanto, os polímeros usados para a fabricação de hidrogéis (poliacrilamida, acrilato, etc.) possuem origem fóssil e baixa biodegradabilidade, podendo gerar resíduos no solo e a salinização do mesmo (Aouada e Mattoso, 2009). A fim de solucionar estas limitações, tem sido desenvolvido hidrogel a partir de polímeros naturais (celulose, aminoácidos, etc.), os chamados biohidrogel ou biogel, que são atrativos do ponto de vista ambiental, por serem atóxicos, biodegradáveis e biocompatíveis.

Estudos sobre a utilização do biohidrogel na agricultura iniciaram recentemente e ainda são escassos (Senna 2015; Vundavalli et al., 2015; Montesano et al., 2015; El-Saied et al., 2014; Demitri et al., 2013). Então, o objetivo deste trabalho foi reunir informações da literatura sobre a cultura do sisal e o uso de biohidrogel.

REVISÃO DE LITERATURA

Sisal

O sisal (*A. sisalana*), planta pertencente à família Agavaceae, compreende mais de 650 espécies distribuídas nas regiões áridas de clima tropical do mundo (Abdel-Gawad et al., 1999). Originário do México, o sisal se espalhou rapidamente para outras regiões do mundo, como a África, Europa e Ásia. No Brasil, as primeiras mudas foram implantadas na região da Paraíba por uma empresa norte Americana e posteriormente por volta da década de 30 vieram para a Bahia, dando início a conhecida região sisaleira (Judd et al., 2007).

O Território do Sisal, no Brasil, está localizado na Microrregião Nordeste do Estado da Bahia abrangendo os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Candéal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente. Além desses municípios, destacam-se ainda, outros dois polos produtores de sisal: a microrregião de Piemonte da Diamantina, com 12 municípios com produção significativa; e microrregião produtora de sisal do Paraguaçu, com nove municípios com plantios significativos desta cultura (Secti, 2014).

O sisal é resistente ao clima seco, ao sol intenso e é cultivado em extensas áreas de solo pobre, sendo uma importante alternativa de produção para essa região e exercendo um importante papel socioeconômico, principalmente para agricultores familiares, desde o manejo da lavoura, a colheita, o beneficiamento da fibra e a industrialização ou confecção de artesanato (Martin et al., 2009). Apesar de tal importância, observa nos dias atuais, a cultura ainda é explorada com baixo índice de modernização e capitalização.

A fibra de sisal, extraída das folhas que possuem de 8 a 10 cm de largura e de 150 a 200 cm de comprimento, são constituídas de fibrilas ou fibras elementares que tem de 1,5 a 4 mm de comprimento,

diâmetro de 10 a 30 μm , e a espessura da parede celular varia de 6 a 9 μm (Martin et al., 2009). Após o beneficiamento, as fibras são destinadas majoritariamente à indústria de cordoaria e artesanato. Além disso, tem utilização industrial na fabricação de pasta celulósica, que dará origem ao papel kraft, de alta resistência, e a outros tipos de papéis finos, cigarros, filtros, papéis dielétricos, absorventes higiênicos, fraldas etc., e ainda na indústria de plástico reforçado. Apenas 3 a 5% do seu peso em fibra são obtidos da folha, e o 95 a 97% restantes constituem os chamados resíduos do beneficiamento, que são utilizados como adubo orgânico, ração animal e pela indústria farmacêutica (Soto e Ramalho, 2012).

Polímeros hidroretentores

Os polímeros superabsorventes, hidroretentores ou hidropolímeros, são hidrofílicos, ou seja, possuem capacidade de absorver grandes quantidades de água ou soluções aquosas (10-1000 vezes o seu peso ou volume original) em períodos de tempo relativamente pequenos (Omidian et al., 2005). Sua estrutura é constituída por uma ou mais redes poliméricas tridimensionalmente estruturadas. Os polímeros são materiais que apresentam em sua estrutura molecular unidades relativamente simples que se repetem, ligadas entre si por ligações covalentes. Este tipo de ligação favorece uma grande estabilidade físico química, formando longas cadeias e, portanto, resultando em compostos de alta massa molecular (Silva; Silva, 2003; Oviedo et al., 2008).

Estes polímeros podem ser de origem sintética ou natural. Os polímeros de origem sintética são denominados hidrogel, enquanto os de origem natural são denominados biohidrogel ou biogel.

Hidrogel

Para que o hidrogel possa absorver grandes quantidades de água, é necessário que o polímero ou polímeros que o constitui seja hidrofílico, sendo comum a utilização de polímeros sintéticos solúveis em água. Como exemplo, existem os hidrogéis de poli (álcool vinílico) (Mohlebach et al., 1997), poli (óxido de etileno) (Emami e Salovey, 2003) e polivinilpirrolidona (Fechine et al., 2004). Eles podem ainda ser formados a partir de misturas de dois ou mais polímeros, como os hidrogéis de blendas de poli (metil vinil éter) e poli (N-vinil-2- pirrolidona), obtidos por Gottlieb et al. (2005) e os de poli (alilbiguanido-co-alilamina) e poli (álcool vinílico), obtidos por Lio et al. (1995). A empresa Amino Fértil Agronegócios e Ophicina Agrícola comercializam hidrogel composto por copolímeros de poliacrilamida e acrilato (Amino Fértil Agronegócios, 2019; Ophicina, 2019).

Comercialmente, os hidrogéis podem ser adquiridos em forma de pó em diferentes granulometrias e indicações quanto ao uso, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Em relação à forma de uso, os grânulos de hidrogel podem ser aplicados diretamente nos substratos para posteriormente serem umedecidos com água (Lima e Souza., 2011), ou aplicar o gel já hidratado nos locais de cultivo ou no sistema radicular por imersão (Dranski et al., 2013). Há diversas marcas comerciais de hidrogel aplicadas em vários ramos da agricultura como Hidroplan-EB[®], ForthGel[®], Hidroterragel[®], EcogelVEG[®], Hidrossolo[®], Supragua[®] e Hidratassolo[®] (Monteiro Neto et al., 2017).

Quando entram em contato com meio aquoso as cadeias poliméricas que formam os hidrogéis são alteradas, sofrendo uma expansão e aumentando a distância entre seus retículos, além do seu volume. Neste momento, a força osmótica que faz com que a água vá para o interior do hidrogel, gerada pela mudança na configuração das cadeias poliméricas, é contrabalanceada por uma força elástica retrativa. Desse modo, o hidrogel alcançará seu estado de equilíbrio intumescente, quando estas forças se contrabalancearem (Flory e Rehner, 1943).

Hidrogéis obtidos por reticulações químicas são conhecidos como hidrogéis do tipo químico ou permanente, pois suas redes não poderão mais ser dissolvidas. Já hidrogéis temporários ou físicos são formados por interações físicas (como forças de van der Waals, ligações de hidrogênio) e suas redes podem ser dissolvidas através de um determinado estímulo externo, por exemplo, mudanças de pH, temperatura e solução salina (Aouada e Mattoso, 2009).

Aplicações do hidrogel

Devido sua flexibilidade, permeabilidade e capacidade de absorver e trocar fluidos com organismos vivos, os hidrogéis são muito utilizados como biomateriais, em lentes de contato, substratos para engenharia de tecidos, membranas para liberação controlada de fármacos para o tratamento dos mais diferentes tipos de doenças, além de aplicações em ortodontia, implantes, oftalmologia, curativos para ferimentos e queimaduras, etc (Razzak et al., 1999; Liu et al., 2004).

Eles podem ainda, a depender da estrutura do polímero que compõe o hidrogel, responder a estímulos externos como pH (Turan e Caykara, 2000), temperatura (Dogu e Okay, 2006), força iônica (Yang et al., 2007), campo elétrico, luz e outros. São hidrogéis de uma classe de materiais ditos “inteligentes”, que podem ser utilizados para a implementação de músculos artificiais (Moschou et al., 2006) e implantes liberadores de insulina (Brannon-Peppas, 1997), entre outras aplicações.

Plantios agrícolas e florestais

Os hidrogéis são utilizados na atividade agrícola, como condicionadores de solo, aumentando a capacidade de armazenamento de água e a retenção de nutrientes, reduzindo o número de irrigações, a perda de nutrientes e custos de produção (Saad et al., 2009).

Os hidrogéis para utilização na agricultura surgiram na década de 50, feitos à base de poliacrilamida, fabricados por uma empresa americana e apresentava capacidade de retenção de água não superior a 20 vezes a sua massa (Azevedo et al., 2002). Em 1982, apesar de uma empresa britânica conseguir elevar a capacidade de retenção de água de 20 para 400 vezes a sua massa, não era viável sua utilização na agricultura pelo alto custo de produção e falta de pesquisas para indicação de usos e aplicações (Wofford e Koski, 1990).

Os estudos para comprovar a eficiência do hidrogel e sua capacidade de reter água e nutrientes e disponibilizar gradativamente às plantas começaram a partir da década de 1980 (Willingham e Coffey,

1981; Wallace, 1987). No Brasil esses estudos começaram somente a partir dos anos 90 (Balena, 1998; Azevedo, 2000).

De acordo com Vasconcelos (2016), apesar dos hidrogéis comerciais serem produzidos com matéria-prima não degradável, sendo assim prejudicial ao solo e lençóis freáticos, eles são usados em larga escala no Brasil, que é o segundo maior consumidor mundial do produto para uso em plantios agrícolas e florestais, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Sua utilização em maior escala ocorre em plantios de eucalipto, que requerem grande suprimento hídrico, embora sua viabilidade também seja comprovada no cultivo do café, podendo ser usado em diversas culturas.

Balena (1998), estudando o efeito de polímeros hidroretentores de origem belga em dois tipos de solo: Latossolo vermelho escuro, textura argilosa e uma areia marinha, com a finalidade de determinar as propriedades físicas e hidráulicas dos dois meios porosos. Foram aplicadas as concentrações de 0,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 e 32,0 kg/m³ do polímero em forma de grão seco. Foi observado que a presença de polímero no solo aumentou a sua umidade progressivamente, duplicando a capacidade de armazenamento de água em solo argiloso, onde a concentração de 32 kg·m⁻³ no solo argiloso aumentou cerca de 2 vezes enquanto para a areia marinha, aumentou em média 7,5 vezes, comprovando que o polímero retém e conserva a água no solo por períodos apreciáveis de evaporação.

Aouada e Mattoso (2009), em seu estudo sobre o uso de hidrogéis como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticida, descreve que uma das principais vantagens de se controlar a liberação de água, nutrientes e pesticidas, é disponibilizá-los em quantidade de máxima eficiência, nem em doses poluentes e nem em doses ineficazes.

Outra vantagem é de reduzir os custos operacionais relacionados a aplicações de insumos agrícolas, uma vez que uma única aplicação supre a demanda de um período de tempo amplo, além de preservar a integridade física do aplicador, já que este não estará exposto ao agente potencialmente contaminante, como no caso de agrotóxicos. Por outro lado, os autores destacam que os polímeros usados para a fabricação de hidrogéis atualmente, possuem origem fóssil e baixa biodegradabilidade, podendo gerar resíduos no solo e a salinização do mesmo (Aouada e Matoso, 2009).

O uso de hidrogéis na agricultura representa avanços nos sistemas de irrigação e gestão de recursos, reduzindo o desperdício de água e possibilitando a liberação controlada de agroquímicos (Ekebafe et al., 2011), além de sua importância para regiões semiáridas, em razão da elevada escassez hídrica e da forte lixiviação dos solos (Nascimento, 2017).

As regiões semiáridas abrangem grandes áreas do globo terrestre e são caracterizadas por um período curto de chuva, além de apresentarem elevado potencial de salinização, erosão do solo, e grande variabilidade temporal das precipitações que ocasionam problemas de disponibilidade hídrica e dificultam demasiadamente a recuperação de áreas degradadas (Pontes Filho, 2016).

Koupai et al. (2008) estudando os efeitos dos hidrogéis na curva característica de retenção de água do solo (WRC) e nos índices de crescimento de *Ligustrum ovalifolium*, verificaram que a incorporação de

hidrogéis, além de alterar características de retenção de água do solo, aumenta o teor de água saturada e residual na faixa de potencial mátrico de 0 a 15 bar. Essa incorporação, segundo os autores, garante que água seja liberada em baixo potencial matricial para solo argiloso, e que a aplicação de $8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de hidrogel em solo arenoso aumenta a retenção de água em aproximadamente três vezes comparado com os que não foram aplicados hidrogel, sendo importante em regiões áridas e semiáridas do mundo.

Willingham e Coffey (1981) observaram que as mudas de tomate (cv Manapal) produzidas em substrato que continham o hidrogel necessitaram de menos tempo para serem transplantadas, quando comparadas com aquelas produzidas sem o hidrogel. Os autores concluíram que este comportamento foi devido à maior disponibilidade e uniformidade de água proporcionada pela presença do hidrogel no substrato.

Wofford Jr. (1989) cultivando tomate em solo arenoso, adicionou hidrogel ($9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) o que resultou em maior produtividade ($40 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), quando comparada com a referência (sem adição do polímero), que não ultrapassou $27 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Demitri et al. (2013) em estudo com tomates cereja, utilizou pó de hidrogel seco em diferentes quantidades no solo até concentrações iguais a 0,2%, 0,5% e 1% (% em peso) do solo e demonstrou que o hidrogel pode aumentar significativamente a capacidade de retenção de água do solo, além de permitir a manutenção sustentada liberação de água para as plantas por um tempo prolongado, sem rega adicional necessária.

A adição dos polímeros hidroretentores ao solo contribui positivamente para germinação de sementes de café, para o desenvolvimento do sistema radicular, crescimento e desenvolvimento das plantas, redução das perdas de água de irrigação por percolação, melhoria na aeração e drenagem do solo, redução das perdas de nutrientes por lixiviação, e frequência de irrigação, diminuindo assim os custos de produção (Zhang e Zhuo, 2000; Azevedo et al., 2002; Câmara et al., 2011).

Souza et al. (2016) observaram que 1,5 kg de hidrogel hidratado em 400 L de água, com aplicação de 1,5 L da solução por cova em dois tipos de solo, um com textura média e outro arenoso, favoreceu o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), sendo este efeito mais pronunciado em solo de textura média, quando comparado ao solo de textura arenosa. Assim como Oliveira et al. (2014), que com a aplicação de 1,5 L de solução por cova, composta por 1,5 kg de hidrogel hidratado em 400 L de água, constataram modificações anatômicas no floema, xilema, estômatos e parênquima das folhas, que favoreceram as relações hídricas das plantas de cafeeiro.

Por outro lado, Marques et al. (2013), utilizando o hidrogel Hydroplan-EB[®] como alternativa à irrigação complementar na produção de mudas de cafeeiro observaram que 2 g do polímero misturadas ao substrato padrão para mudas de café, contendo 800 L de terra de subsolo peneirada; 200 L de esterco de curral curtido e peneirado; 5 kg de superfosfato simples; 1,0 kg de cloreto de potássio e 2,0 kg de calcário dolomítico, promoveram mudas de mesma qualidade que aquelas produzidas sob irrigação convencional.

Albuquerque Filho et al. (2009), cultivando coentro, aplicaram diferentes doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e 16 dg·kg⁻¹ de solo seco) e constataram o crescimento linear no rendimento de matéria verde e seca, além do aumento do número de plantas com o aumento das doses do polímero.

Mendonça et al. (2015) observaram que 300 mL do polímero hidratado, a partir da mistura de 4 g·L⁻¹ de água, aplicados diretamente nas covas de plantio, apesar de não afetarem a produtividade da alface, proporcionaram economia de água e estabilidade da condutividade elétrica do solo. Enquanto Santos et al. (2015) produzindo alface lisa usando 16 g de hidrogel não hidratado diretamente em solo arenoso, resultaram em maiores produtividade e eficiência do uso da água, quando comparada com a referência.

A aplicação de quatro doses (0; 3; 6 e 9 g·L⁻¹) do polímero hidroretentor Supragua[®], no substrato constituído de terra, areia e esterco bovino, na proporção 2:1:1, favoreceu o desenvolvimento de mudas de amoreira (*Morus* sp.). A dose ótima foi de 5 g·L⁻¹ (Moreira et al. 2010).

Pontes Filho (2016) avaliou a eficiência de doses de hidrogel com e sem adição da bagana de carnaúba e seus efeitos na estrutura do solo e frações do carbono orgânico, e constatou que o melhor desenvolvimento do tamboril foi conseguido com a associação da bagana de carnaúba e hidrogel, sobretudo nas doses 4,0 e 5,0 g·L⁻¹ por planta, melhorando a retenção da água no solo, o suprimento hídrico e, conseqüentemente, o crescimento em altura e diâmetro do tamboril cultivado em área degradada do semiárido.

No entanto, segundo Sousa et al. (2013), enquanto muitos estudos apontam a eficiência do hidrogel pode favorecer o estabelecimento de mudas no campo, a aplicação de grandes quantidades de hidrogel pode ter efeito negativo sobre seu desenvolvimento, em seus estudos com angico vermelho em viveiro constataram que doses acima de 4 gramas, apesar de não influenciar na parte aérea, reduziu a qualidade das plantas, concluindo que a utilização do polímero não é indicada para a produção de mudas da espécie.

Sousa et al. (2013) não observaram efeito positivo do hidrogel em relação a sobrevivência e crescimento de mudas de angico vermelho em viveiro e encontraram efeito negativo sobre o desenvolvimento radicular (massa seca das raízes) com o aumento da dosagem do hidrogel. Foram utilizados 5 tratamentos: doses 0, 2, 4, 6 e 8 g de hidrogel. Assim como Barbosa et al. (2013), que não constataram efeito significativo do uso do hidrogel na sobrevivência de mudas no campo para trinta espécies nativas da mata Atlântica.

Venturoli et al. (2013) e Monteiro (2014) constataram que o hidrogel não apresentou nenhum efeito na sobrevivência e desenvolvimento de onze espécies arbóreas nativas do cerrado, plantadas na estação chuvosa, na recuperação de área degradada no Cerrado. Eles afirmam que o plantio de mudas na recuperação de áreas degradadas durante o final da estação seca (antes da estação chuvosa) pode favorecer o desenvolvimento de mudas plantadas, que terão maior capacidade de enfrentar a competição contra espécies espontâneas que germinam no período chuvoso.

Fonseca et al. ressalta que há uma escassez de informações relacionada ao custo-benefício da utilização de hidrogéis em programas de recuperação de áreas degradadas.

Bernardi et al. 2012, adicionaram um copolímero de acrilamida e acrilato de potássio (6 g L^{-1}) ao substrato composto por casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez, uréia, sulfato de amônio e superfosfato simples, resultando em maior crescimento da parte aérea de mudas de eucalipto (*Corymbia citriodora* F. Muell).

Estudos sobre a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla*, em pós-plantio, demonstraram que o polímero retém a água de irrigação por um período de tempo maior, resultando no declínio da mortalidade das mudas cultivadas, sem que o crescimento em altura das mesmas fosse acelerado (Wofford Jr.; Koski, 1990; Buzetto et al., 2002).

Saad et al. (2009) estudaram a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* em solo arenoso e argiloso em função do manejo hídrico e do uso de $0,4 \text{ g vaso}^{-1}$ de hidrogel (copolímero de acrilamida e acrilato de potássio) aplicado diretamente no solo na forma de grânulos e observaram que o hidrogel não resultou em aumento da sobrevivência das plantas, independentemente do solo avaliado. No entanto, proporcionou um retardamento de 5 dias da mortalidade das mudas no solo arenoso. Enquanto Lopes et al. (2010), estudando a mesma espécie e o mesmo hidrogel aplicado na forma hidratada diretamente na cova, constataram um retardamento de 35 dias na mortalidade das mudas e concluíram que a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* pode variar de acordo com o solo e ao método de aplicação do hidrogel.

Ruthrof et al. (2010) utilizaram hidrogel na proporção de 1 colher de chá para 500 mL de água, combinado com o fertilizante Typhoon (10g) em mudas de *Eucalyptus gomphocephala* e observaram crescimento e sobrevivência menos efetivo que o uso de fertilizantes isoladamente ou combinados com agentes quelantes, sugerindo que possa existir efeitos negativos quando associados hidrogel com fertilizante.

É comum a realização de irrigação em plantios florestais comerciais durante e após o plantio nas primeiras semanas, especialmente em situações ambientais não favoráveis ao plantio de espécies florestais (Buzetto et al., 2002). Alves (2009) ressalta que o uso de hidrogéis nas empresas florestais tem sido realizado de maneira empírica na busca de aumentar o volume de água disponível para as mudas no período do pós-plantio.

No Brasil ainda são poucos os estudos com relação ao uso do hidrogel no desenvolvimento inicial de espécies florestais, sobretudo *Eucalyptus grandis*, e que as recomendações de uso são totalmente baseadas em experimentos realizados nas próprias empresas, de maneira empírica. Algumas empresas não utilizam hidrogel nos seus plantios devido a testes que mostraram resultados negativos, onde ocorreu a morte de milhares de mudas de eucalipto, ao passo que outras empresas o utilizam por terem como resposta do experimento, uma taxa de 90% na sobrevivência das mudas em períodos de déficit hídrico.

Todavia, cada empresa utiliza o hidrogel de maneira diferente, geralmente a aplicação na cova da muda e no pós-plantio diretamente no solo são os mais usuais (Sanches, 2013).

Biohidrogel

Os polímeros naturais, além de serem atóxicos e hidrofílicos, não necessitando assim de solventes orgânicos para sua solubilização, são bastante atrativos em virtude de apresentarem biodegradabilidade e biocompatibilidade (Assis; Silva, 2003).

Os polissacarídeos são os primeiros biopolímeros formados na Terra e constituem uma classe de carboidratos de alto peso molecular, complexos coloidais que se hidrolisam em monossacarídeos contendo cinco ou seis átomos de carbono (Tolstoguzov, 2004). Entre os polissacarídeos produzidos comercialmente vale destacar o ágar, goma xantana, celulose e seus derivados (acetato de celulose, carboximetilcelulose, metilcelulose), quitina, quitosana, entre outros (Brant, 2008).

A celulose ($C_6H_{10}O_5$) é o polímero natural mais abundante da terra, componente essencial da parede celular vegetal, tem uma grande importância por ser um recurso natural renovável, podendo substituir materiais derivados do petróleo (Agrawal et al., 2000).

Sua estrutura é linear de alto peso molecular, e a sua unidade de repetição é a celobiose que é constituída por dois anéis de anidroglicose unidos pela ligação glicosídica β -1,4 (Figura 1). A celobiose é uma estrutura altamente cristalina, porém, quando polimeriza para dar origem à celulose, forma também estruturas amorfas (Eichhorn et al., 2009; Chinga-Carrasco, 2011). Essas regiões amorfas são mais acessíveis ao ataque de reagentes, enzimas ou até mesmo a absorção da água, e por isso mais utilizada para compreender o comportamento térmico, químico e até mesmo mecânico da região cristalina (Kadla; Gilbert, 2000; Ciolacu et al., 2006).

As nanoceluloses são estruturas de celulose que possuem pelo menos uma das dimensões menor que 100 nm. São obtidas através de várias fontes como, por exemplo, algas, bactérias e plantas (Silva; D'almeida, 2009). Possui propriedades e desempenho superiores em relação às fibras convencionais, e por ser capaz de ser obtida através de resíduos agrícolas, madeiras e fibras vegetais, estão diretamente ligadas a sustentabilidade (Eichhorn et al., 2009; Klemm, et al., 2011; Milanez et al., 2013).

Entre os materiais à base de celulose em escala nanométrica destacam-se as celuloses nanofibrilada (CNF) e os nanocristais de celulose (NCC). As CNF caracterizam-se por seu perfil longo e flexível, formada por regiões alternadas de cadeias de celulose amorfas e cristalinas, enquanto que os NCC se caracterizam pela elevada cristalinidade das nanofibrilas e pelo formato de agulhas (whiskers) (Klemm et al., 2011, Kumode, 2013; Pereira et al., 2014).

As celuloses nanofibriladas (CNFs), ou celulose microfibrilada são definidas como partículas extensas e flexíveis, emaranhados de fibrilas, com diâmetro entre 5 e 30 nm e comprimento na ordem de grandeza de micrômetros (Pereira et al., 2014; Xu et al., 2014). São obtidas por meio de desintegração ou

fibrilação de fibras de celulose, possuem grande resistência mecânica à tração, plasticidade e flexibilidade, além de uma alta razão de aspecto e área superficial específica (Ahola et al., 2008; Chinga-Carrasco; Syverud, 2014).

Existem dois processos de obtenção das nanoceluloses: o topdown, nos quais as nanoestruturas são alcançadas por processos mecânicos, resultando nas nanofibrilas de celulose ou por hidrólise ácida, resultando nos nanocristais de celulose. Em geral, as matérias-primas dos processos topdown incluem madeira e fibras naturais, polpa de celulose, plantas e resíduos florestais e agrícolas. Além disso, existe a biossíntese bacteriana, classificado como bottomup, em que as nanoestruturas são organizadas pela ação de bactérias em meios contendo açúcares e álcoois resultando nas celulosas bacteriais ou bacterianas, ou seja, os nanocristais de celulose com elevada pureza e cristalinidade (Siqueira; Dufresne, 2010; Moon, et al., 2011; Eichhorn et al. 2009; Azizi et al., 2005).

Diversos estudos foram realizados para determinação de novas maneiras de obtenção e aplicação dessas nanopartículas. Chinga-Carrasco e Syverud (2014) avaliaram a influência da CNF obtida por diferentes processos de oxidação (carboximetilação, carboximetilação seguida de oxidação por periodato e oxidação por periodato) na formação de hidrogéis. O hidrogel CNF-carboximetilado apresentou uma menor capacidade de intumescimento em meio ácido comparado com os meios neutro e alcalino. Já os CNF oxidados com periodato não formaram hidrogéis, isso porque a quantidade de grupos OH eram reduzidos e não existiam grupos carregados na superfície da nanocelulose.

Nair et al. (2014) utilizaram a CNF reticulada com poli (metil-vinil-éter-co-ácido maléico) e poli (etileno glicol) para síntese do hidrogel, e obtiveram géis com maior estabilidade térmica, resistência à ruptura e módulo de elasticidade comparados aos hidrogéis sem a adição da nanocelulose.

Lin et al. (2016), desenvolveram hidrogéis com dupla camada combinando um hidrogel de alginato reticulado fisicamente com NCC dentro de outro hidrogel de alginato reticulado apenas com cloreto de cálcio. O hidrogel apresentou um mecanismo de liberação controlada complexo envolvendo duas velocidades distintas de liberação para cada camada de hidrogel. O alginato de sódio é um polissacarídeo de origem natural muito abundante na natureza, representando aproximadamente 40 % da massa seca de algumas algas marinhas marrons, possui elevada capacidade de absorver grandes quantidades de água e formar géis, isso porque é um polímero solúvel em água (Sabadini, 20015; Oliveira, 2009).

Apesar da grande vantagem de ser sintetizada pela natureza, a celulose não é solúvel em solventes orgânicos convencionais e a introdução de grupos menos polares em suas cadeias poliméricas é bastante comum (Botaro et al., 2009).

O acetato de celulose é produzido através da acetilação da celulose de polpa de madeira, realizada através de reações de esterificação entre as hidroxilas livres da celulose e o anidrido acético catalisado por ácido sulfúrico concentrado (Senna, 2015). A acetilação pode ser completa ou não. Quando completa, a celulose incorpora três grupos de radical acetato por cada unidade de glicose. O meio reacional empregado no processo industrial provoca uma acentuada degradação do polímero de modo que apenas

200-300 unidades em média de (β) D-glicopiranosose estarão presentes na cadeia (Oliveira Júnior, 2002). Após etapa final de hidrólise é comum encontrar produtos contendo de 2-2,5 grupos de acetato por unidade de glicose no polímero (Botaro et al., 2009). O acetato de celulose é um polímero atóxico e essa propriedade possibilita a aplicação dos hidrogéis em solo e em água (Senna, 2015).

Usos do biohidrogel em plantios agrícolas

Senna (2015) avaliou o comportamento do hidrogel obtido a partir de acetato de celulose reticulado com dianidrido etilenodiaminatetracético para liberação controlada de cloreto de potássio e fosfato de amônio monobásico durante 2 horas em temperatura ambiente. Foi observado que somente 0,5% de potássio, 0,08% de fosfato e 0,35% de amônio foram liberados para o solo no período avaliado.

Vundavalli et al. (2015) usaram hidrogel de nano-argila revestidos com nitrato de prata para cultivos de sequeiro, que são aqueles onde não há irrigação e onde a precipitação anual é menor que 500 mm, por isso, dependem de técnicas que garantam a sobrevivência das plantas em solos com baixa umidade. As retenções de água do solo com hidrogel revestido de prata e do solo com hidrogel foram 7,5% e 3,5% maiores, respectivamente, quando comparadas ao solo original.

Montesano et al. (2015), em ensaios de cultivo em pepino e manjeriço no solo obtiveram um aumento na umidade do solo de 400% com hidrogel à base de celulose comparado com o solo não alterado. Quando adicionado à perlita (um substrato sem solo), obtiveram um aumento na umidade de 28 para 48%.

El-Saied et al. (2014) trabalharam em solo arenoso utilizando aplicações sucessivas de hidrogel à base de palha de arroz, e observaram uma redução na relação C/N, incremento no teor de N e na atividade biológica do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o sisal tem se mostrado uma cultura de grande potencial econômico, entretanto, estudos que explorem seu uso e potencializem sua produção devem ser conduzidos, a fim de preencher esta lacuna na literatura. O hidrogel tem sido amplamente utilizado na agricultura e em plantios florestais como forma de controlar melhor a época de plantio, tendo sido relatado por alguns autores como uma ferramenta de sucesso na retenção de umidade no solo, mostrando ser um produto absolutamente eficiente neste aspecto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Gawad MM et al. (1999). Molluscicidal steroidal sapoens and lipid content of *Agave decipiens*. Revista Fitoterapia, 70: 371-381.
- Agrawal R et al. (2000). Activation energy and crystallization kinetics of untreated and treat oil palm fibre reinforced phenol formaldehyde composites. Materials Science & Engineering, 277: 77-82.

- Ahola S et al. (2008). Effect of polymer adsorption on cellulose nanofibril water binding capacity and aggregation. *BioResources*, 3: 1315-1328.
- Albuquerque Filho JAC et al. (2009). Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(6): 671-679.
- Alves MEB (2009). Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*. Viçosa.
- Amino Fértil Agronegócios. Produtos. Fertilizantes via solo. Disponível em <https://aminofertil.com.br/gel-de-plantio/> Acesso em: 18 de out. 2019.
- Aouada FA; Mattoso LHC (2009). Hidrogéis biodegradáveis: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 32p.
- Assis OBG; Silva VL (2003). Caracterização Estrutural e da Capacidade de Absorção de Água em Filmes Finos de Quitosana Processados em Diversas Concentrações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13(4): 223-228.
- Azevedo TLF (2000). Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L) cv. Tupi. Maringá, (Dissertação Mestrado) Universidade Estadual de Maringá. 38p.
- Azevedo TLF et al. (2002). Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. *Acta Scientiarum*, 24(5): 1239-1243.
- Azizi SMAS et al. (2005). Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field. *Biomacromolecules*, 6(2): 612–26.
- Balena SP (1998). Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos. (Dissertação Mestrado). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 57p.
- Barbosa TC et al. (2013). Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. *Hoehnea*, 40(3): 537-556.
- Bernardi MR et al. (2012). Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, 18(1): 67-74.
- Biosementes. Plantando soluções. Disponível em <https://www.biosementes.com.br/loja/item/Biogel-Aqua-Plus-para-plantio-5kg-%252d-Hidrogel.html>. Acesso em: 18 de out. 2019.
- Bogarim EPA (2014). Uso do hidrogel em plantas nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados. UFGD. 48f.

- Botaro VR et al. (2009). Hidrogéis superabsorventes a base de acetato de celulose modificado por dianidrido 3, 3', 4, 4' benzofenona tetracarboxílico (BTDA). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 19(4): 278-284.
- Brannon-Peppas L (1997). *Polymers in Controlled Drug Delivery, Medical Plastics and Biomaterials*, 4: 34.
- Brant AJC (2008). Preparação e caracterização de hidrogéis a partir de misturas de soluções de quitosana e poli (N-vinil-2-pirrolidona). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 170p.
- Brito CWQ et al. (2013). Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilaminaacrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. *Química Nova*, 36(1): 40-45.
- Buzetto FA et al. (2002). Avaliação de polímero adsorvente à base fromacrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: IPEF, Circular Técnica, 195. Abril. 5p.
- Câmara GR et al. (2011). Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro Conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidroretentores e diferentes turnos de rega. *Enciclopédia Biosfera*, 7(13): 135-146.
- Chinga-Carrasco G (2011). Cellulose fibres, nanofibrils and microfibrils: The morphological sequence of MFC components from a plant physiology and fibre technology point of view. *Nanoscale Research Letters*, 6: 7-7.
- Chinga-Carrasco G; Syverud K (2014). Pretreatment-dependent surface chemistry of wood nanocellulose for pH-sensitive hydrogels. *Journal of Biomaterials Applications*, 29(3): 423–432.
- Ciolacu D et al. (2006). Cellulose derivatives with adamantoyl groups. *Journal Applied Polymers Science*, 100(1): 105-112.
- Damasceno CL (2014). Metabólitos de *Penicillium citrinum* e sua ação no controle de *Aspergillus niger*, agente causal da podridão vermelha do sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA. 154p.
- Demitri C et al. (2013). Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoir in agriculture. *International Journal of Polymer Science*, 2013: 1–6.
- Dogu Y; Okay O (2006). Swelling-Deswelling Kinetics of Poly(N-isopropylacrylamide) Hydrogels Formed in PEG Solutions, *Journal of Applied Polymer Science*, 99: 37.
- Dranski JAL et al. (2013). Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-manso em função da época de plantio e do uso de hidrogel. *Ciência Florestal*, 23(3): 489-498.
- Eichhorn SJ et al. (2009). Review: current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *Journal of Materials Science*, 45: 1-10.
- Ekebafé LO et al. (2011). *Polymer Applications in Agriculture*. *Biokemistri*, 23(2).

- El-Saied H et al. (2014). Bio-chemical properties of sandy calcareous soil treated with rice strawbased hydrogels, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15: 188-194.
- Emami SH; Salovey R (2003). Crosslinked Poly (Ethylene Oxide) Hydrogels, *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 1451.
- EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). *Árvore do Conhecimento Território Sisal*. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2ndxyf4ytald.html. Acesso em 07 nov. 2019.
- Fechine GJM et al. (2004). Poly (N-vinyl-2-pyrrolidone) Hydrogel Production by Ultraviolet Radiation: New Methodologies to Accelerate Crosslinking, *Polymer*, 45: 4705.
- Flory PJ; Rehner JJ (1943). Statistical mechanics of cross-linked polymer networks II: Swelling. *The Journal of Chemical Physics*, New York, 11: 521-526.
- Fonseca L et al. (2017). Viabilidade do Hidrogel na Recuperação de Cerrado sensu stricto com Espécies Nativas. *Floresta e Ambiente*, 24.
- GOOGLE MAPS. Disponível em <https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNSE3X7EPqbD6i-H5rS3gIywRkjBXw:1573919582747&q=valente+bahia+mapa&sa=X&ved=2ahUKEwjF0omti-1AhXjL7kGHUQZD7kQ1QIoA3oECAsQBA&biw=1366&bih=577> Acesso em 16 nov. 2019.
- Gottlieb R et al. (2005). Synthesis of Temperature-Sensitive Hydrogel Blends by High-Energy Irradiation, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 236: 371.
- Judd WS et al. (2007). *Plant systematics. A Phylogenetic approach*. 3ed. Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- Júnior JAP (2016). Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre. Lavras: UFLA. 87p.
- Kadla JF; Gilbert RD (2000). Cellulose structure: a review. *Cellulose Chemical Technology*, Roma, 34: 197.
- Klein C; Klein VA (2015). Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas*, 19(1): 21-29.
- Klemm D et al. (2011). Nanocelluloses: a new family of nature-based materials. *Angew Chem Int*, 50(24): 5438-66.
- Koupai JA et al. (2008). Evaluation of Hydrogel Application on Soil Water Retention Characteristics. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 317–331.

- Kumode MMN (2013). Potencial do uso da torta de mamona (*Ricinus communis* L.) como matriz para produção de compósitos e nanocompósitos. Universidade Federal do Paraná.
- Lima RMF; Souza VV (2011). Polímeros Biodegradáveis: aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. *Revista Agrogeoambiental*. 3(1): 75-82.
- Lin JH et al. (2016). Effect of starch source on gel properties of kappa-carrageenan-starch dispersions. *Food Hydrocolloids*, 60: 509-515.
- Lio K et al. (1995). Swelling Characteristics of a Blend Hydrogel Made of Poly(allylbiguanido-co-allylamine) and Poly(vinyl alcohol), *Polymer*, 36: 2579.
- Liu X et al. (2004). Surface modification of titanium, titanium alloys, and related materials for biomedical applications. *Materials Science and Engineering*, 47: 49-121.
- Lopes JLW et al. (2010). Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. *Ciência Florestal*, 20(2): 217- 224.
- Marques PAA et al. (2013). Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. *Ciência Rural*, 43(1): 1-7.
- Martin AR et al. (2009). Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. *Polímeros* [online]., 19(1): 40-46.
- Mendonça TG et al. (2015). Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo da alface. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 9(3): 239-245.
- Milanez DH et al. (2013). Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. *Materials Research*, 16(3): 635–41.
- Mohlebach A et al. (1997). New Water-Soluble Photocrosslinkable Polymers Based on Modified Poly (Vinyl Alcohol), *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry*, 35: 3603.
- Monteiro Neto JLL et al. (2017). Hidrogel na agricultura Brasileira. *Revista Agro@ambiente On-line*, 11(4): 347-360.
- Monteiro MM (2014). Efeito do hidrogel em plantios de mudas nativas do cerrado para recuperação de área degradada pela mineração no Distrito Federal [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília.
- Montesano FF et al. (2015). Biodegradable superabsorvente hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4: 451-458.
- Moon RJ et al. (2011). Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. *Chem Soc Rev*, 40(7): 3941-94.
- Moreira RA et al. (2010). Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. *Revista Agrarian*, 3(8): 133-139.
- Moschou EA et al. (2006). Voltage-switchable Artificial Muscles Actuating at Near Neutral pH, *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 115: 379.
- Nair SS et al. (2014). High shear homogenization of lignin to nanolignin and thermal stability of nanolignin-polyvinyl alcohol blends. *ChemSusChem*, 7(12): 3513–3520.

- Nascimento DM (2017). Hidrogéis “verdes” reforçados com nanocristais e nanofibrilas de celulose. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Química. Área de concentração: Físico-Química. Fortaleza.
- Oliveira Júnior AR (2002). Obtenção e caracterização de acetato de celulose modificado com organossilano. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Oliveira AF (2009). Desenvolvimento, caracterização e aplicação de biofilmes e esferas obtidos a partir de carboximetilcelulose e alginato de sódio em processos de liberação controlada de nutrientes. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Química da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Química. Florianópolis.
- Oliveira NK et al. (2014). Anatomia foliar de cafeeiros implantados com o uso de polímeros hidroretentores. *Coffee Science*, 9(2): 258-265.
- Omidian H et al. (2005). Advances in superporous hydrogels. *Journal of Controlled Release*, 102: 3-12.
- Ophicina Agrícola. Produtos. Disponível em <https://ophicinaagricola.com.br/produtos/outros/gelpolimero/> Acesso em: 18 de out. 2019.
- Oviedo IR (2008). Design of a physical and nontoxic crosslinked poly (vinyl alcohol) hydrogel. *International Journal of Polymeric Materials*, 57: 1095-1103.
- Pereira FV et al. (2014). Bionanocompósitos preparados por incorporação de nanocristais de celulose em polímeros biodegradáveis por meio de evaporação de solvente, automontagem ou eletrofiação. *Química Nova*, 37(7): 1209–1219.
- Pontes Filho RA (2016). Recuperação de áreas degradadas no semiárido com tamboril usando diferentes técnicas de manejo. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza. 91p.
- R CORE TEAM. R (2018). A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Razzak MT et al. (1999). The characterization of dressing component materials and radiation formation of PVA–PVP hydrogel. *Radiation. Physics and Chemistry*, 55: 153.
- Ruthrof KX et al. (2010). Restoration treatments improve seedling establishment in a degraded Mediterranean type Eucalyptus ecosystem. *Australian Journal of Botany*, Melbourne, 58: 646-655.
- Saad JCC et al. (2009). Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pósplantio de *Eucalyptus urgrandis* em dois solos diferentes. *Engenharia Agrícola*, 29(3): 404-411.
- Sabadini RC (2015). Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes. Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo como parte

dos requisitos para obtenção do título de doutor em ciências. Área de concentração: Físico-Química. São Carlos.

- Sanches LVC (2013). Aplicação de polímero hidrorretentor no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis*. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP- Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem). Botucatu.
- Santos HT et al. (2015). Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(5): 852-862.
- SECTI. Projeto Sisal de Base Tecnológica. Disponível em: <http://www.secti.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/PROJETO-SISAL-DEBASE-TECNOLOGICA.pdf>. Acesso em 02 nov. 2019.
- Senna AM (2015). Síntese, caracterização e aplicação de hidrogel derivado de acetato de celulose e etilenodiaminotetracético (EDTA) como substrato de liberação controlada de fertilizantes NPK e retenção de água em solo. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Rede Temática em Engenharia de Materiais. 125p.
- Silva ALBB; Silva EO (2003). Conhecendo Materiais Poliméricos. Universidade Federal de Mato Grosso. Grupo de Pesquisa em Novos Materiais. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAASicAA/polimeros> Acesso em: 22 de ago. 2019.
- Silva DJ; D'Almeida MLO (2009). Nanocristais de celulose. *O Papel*, 70(7): 34-52.
- Siqueira G et al. (2010). Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications. *Polymers*, 2(4): 728-65.
- Sofiatti V et al. (2009). Um método simples para determinar a área foliar do sisal híbrido 11648. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, 13(1): 1-7.
- Soto II; Ramalho MA (2012). Use of natural sisal fibre in concrete blocks for structural masonry. In: 15th International Brick and Block Masonry Conferenceibmac, Florianópolis. Proceedings: 15th IBMAC, Florianópolis, Brasil.
- Sousa GTO et al. (2013). Incorporação de polímero hidrorretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16): 1270-1278.
- Souza AJJ et al. (2016). Quantitative analysis of growth in coffee plants cultivated with a waterretaining polymer in irrigated system. *Revista Ciência Agronômica*, 47(1): 162-171.
- Tolstoguzov V (2004). Why are polysaccharides necessary? *Food Hydrocolloids*, 18: 873.
- Turan E; Caykara T (2007). Swelling and Network Parameters of pH-sensitive Poly (acrylamide-co-acrylic acid) Hydrogels, *Journal of Applied Polymer Science*, 106.
- Vasconcelos Y (2016). Combate à terra seca. Polímeros naturais superabsorventes misturados ao solo podem viabilizar culturas agrícolas em regiões áridas. *Pesquisa FAPESP*, 248: 80-83.
- Venturoli F et al. (2013). Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. *Bioscience Journal*, 29(1): 143-151.

- Vundavalli R et al. (2015). Biodegradable nano-hydrogels in agricultural farming - alternative source for water resources. *Procedia Materials Science*, 10: 548-554.
- Wallace A (1987). Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. *Horticulture Science*, 22: 951.
- Willingham Jr; Coffey DL (1981). Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. *Horticulture Science*, 16(3): 289.
- Wofford Jr DJ (1989). Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation (on line). Fresno (Calif.). Disponível em: https://www.hydrosource.com/USE-OF-CROSS-LINKED-POLYACRYLAMIDE-IN-AGRICULTURE-FOR-INCREASING-YIELD-OR-REDUCING-IRRIGATION_b_6.html Acesso em: 27 set. 2019.
- Wofford Jr DJ; Koski AJ (1990). A polymer for the drought years (on line). Colorado Green. [cited nov. 1998]. Disponível em: https://www.hydrosource.com/A-Polymer-for-the-Drought-Years_b_9.html Acesso em: 27 set. 2019.
- Xu X et al. (2014). Comparison between cellulose nanocrystal and cellulose nanofibril reinforced poly(ethylene oxide) nanofibers and their novel shish-kebab-like crystalline structures. *Macromolecules*, 47: 3409–3416.
- Yang J et al. (2007). Preparation and Characterization of a Novel pH-, Thermo-, and Ionic Strength-Responsive Hydrogels Based on Xanthan Gum-Poly(aspartic acid), *Journal of Applied Polymer Science*, 105: 539.
- Zhang X; Zhuo R (2000). Synthesis of Temperature-Sensitive Poly(N-isopropylacrylamide) Hydrogel with Improved Surface Property. *Journal of Colloid and Interface Science*, 223(2): 311–313.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura, 107, 110
 Ansiedade, 84, 86, 87, 92
 aprendizagem, 247, 248, 249, 250, 251, 252,
 253, 254, 255
 Assistência Farmacêutica, 257, 260, 261, 262,
 263
 Atenção Farmacêutica, 258, 260, 263
 Atenção Primária à Saúde, 132, 136, 142
 Atividade física, 92

B

Bacias hidrográficas, 161, 171
 Beta lactâmicos, 210
 Biomateriais, 110
 biopolítica, 225, 227, 232
 Bivalve exótico, 170

C

competição, 160, 166, 171
 coronavírus, 61
Corbicula fluminea, 156, 157, 162, 165, 166, 167,
 168, 169, 170
 COVID-19, 52, 57, 60, 61

D

Deepwater Horizon, 37, 38, 43, 45
 Depressão, 84, 86, 87, 92
 Diretrizes curriculares, 33
 ditadura, 223, 224, 226, 229, 230, 231
 Dom Quixote, 211, 212, 213, 214, 215, 216,
 217, 218, 219, 220, 221, 263
Downstream, 45

E

Educação, 33
 Educação superior, 33
 Eficiência Energética, 130
 elementos finitos, 46, 47, 51
 Energias Renováveis, 130
 Ensino, 250, 254, 255
 Envelhecimento acelerado, 125
 estado de exceção, 224, 225, 227, 229, 231, 232
 Estresse, 125

F

finite elements, 173, 182, 183

H

Hidrogel, 95, 104, 106, 107, 110
 Homeopatia, 112, 115, 117, 118, 122, 123, 124,
 125
 homo sacer, 225, 226, 227, 228, 231, 232
 Hortaliças, 125

I

Impactos ambientais, 81
 interação, 247, 250, 251, 252, 253, 255
 invasão, 157, 159, 161, 165, 169, 171
 irrigação, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28

L

Líquido Iônico, 130

M

magnetismo, 24, 28
 manipulador flexível, 51
 manipulador paralelo, 46, 51
 Mecanismo bactéria, 210
 Mercúrio, 80, 81
 Michel Foucault Loucura, 221
Midstream, 44
 milho, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
 Mineração, 75, 81
 modelo multicorpos, 49, 50, 51
 modelo variável, 51
 multibody model, 173, 182, 183

N

Nanomateriais, 126, 130
 Nanopartículas de ouro, 130

O

on-line, 247, 252, 253, 255
 Origem étnica e saúde, 92

P

pandemia, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61

parallel manipulator, 172, 173, 182, 183
Pesquisa científica, 74
PGRA, 44, 45
poder soberano, 225, 227, 228, 230, 231, 232
Polímero Hidroretentor, 110
Políticas neoliberais, 33
Poluição atmosférica, 81
potássio, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28
Práticas Integrativas e Complementares, 131,
132, 134, 141, 142
Produção científica, 74
produtividade, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 28
produtivismo, 30, 31, 33
Programa de Melhoria do Acesso e da
Qualidade da Atenção Básica, 132, 142
Publicação acadêmica, 74

R

reduced model, 181, 182, 183
Resistência bacteriana, 198, 202, 209, 210
Rio Madeira, 78, 79, 80, 81

S

Secretariado Executivo, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74
Sementes, 117, 124, 125
Sistema Único de Saúde, 131, 141, 142
socialização, 247, 253, 255
Superabsorventes, 110

T

tecnologia, 54, 55, 56, 57, 60, 61
Terapia Antirretroviral, 256, 258, 263
Transtornos de adaptação, 92

U

Universidade Federal de Roraima, 62, 63, 69,
70, 73, 74
Upstream, 44
Uso racional, 263

V

variable dynamics, 173, 182, 183
Vírus da Imunodeficiência Humana, 256, 263

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorando na UFMS/Chapadão do Sul-MS. É editor na Pantanal Editora e professor de Matemática no Colégio Maper. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência

Artificial. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



  **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 64 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 41 organizações de e-books, 29 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.

ID ARIS VERDECIA PEÑA



Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas Gerais, Brasil. Profesora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e seis organizações de e-books.

ID ROSALINA EUFRAUSINO LUSTOSA ZUFFO



Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora.



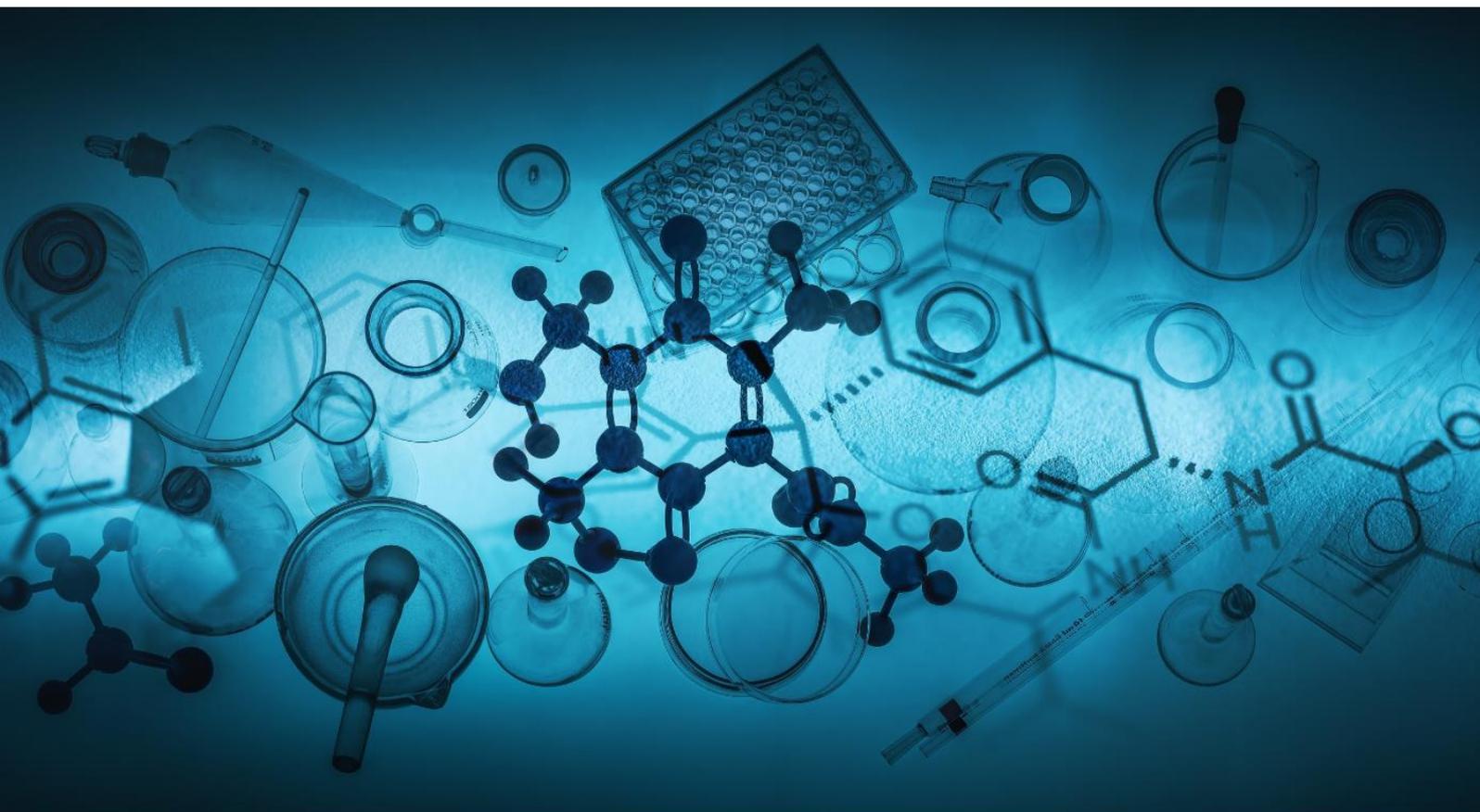
ISBN 978-658831995-6



9

786588

319956



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