

A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 2

6,0 Gt CO₂
Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)



Ingrid Aparecida Gomes

(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas
Ciências Exatas e da Terra**

2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-239-5

DOI 10.22533/at.ed.395190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÃO DA FUNÇÃO DENSIDADE COM DISTRIBUIÇÃO BETA EM UM AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTERVALAR	
Dirceu Antonio Maraschin Junior Alice Fonseca Finger	
DOI 10.22533/at.ed.3951904041	
CAPÍTULO 2	6
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO FATORIAL PARA A OTIMIZAÇÃO NA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS POLISSACARÍDICAS	
Nilvan Alves da Silva Edilson Lima Cosmo Júnior Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.3951904042	
CAPÍTULO 3	15
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO DE FALHAS E DIAGNÓSTICO TERMODINÂMICO NOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	
Ronald de Paiva Gonçalves Euler Guimarães Horta	
DOI 10.22533/at.ed.3951904043	
CAPÍTULO 4	23
APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I PARA CLASSIFICAÇÃO DE SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Gabriele M. Keszarek Fernando Jorge C. M. Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3951904044	
CAPÍTULO 5	34
ANÁLISE DE GESTÃO DO ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA UTILIZANDO A METODOLOGIA MASP EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Elizabeth Cristina Souza Baltazar De Mesquita João Marcelo Carneiro Mariana Brasil Accioly Paula Nilton da Silva Oliveira Junior Raissa Costa Martins Thuanny Cunha dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.3951904045	
CAPÍTULO 6	41
CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA	
Mirian Gusmão Emanuel Maia Anna Frida Hatsue Modro Fernando Ferreira Morais	

DOI 10.22533/at.ed.3951904046

CAPÍTULO 7 58

ANÁLISES DO ACÚMULO DE SEDIMENTOS EM UM REPRESAMENTO DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG

Lucas José Ferreira Viana

Youlia Kamei Saito

Mateus Ribeiro Benhame

Ítalo Oliveira Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.3951904047

CAPÍTULO 8 71

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LINGUAGENS DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

João Felipe Pizzolotto Bini

Marcos Antonio Quináia

DOI 10.22533/at.ed.3951904048

CAPÍTULO 9 89

COMPARATIVO SOBRE OS PRINCIPAIS MODELOS DE BANCOS DE DADOS NOSQL

João Dutra Cristoforu

Josiane Michalak Hauagge Dall’Agnol

Lucélia de Souza

Gisane Aparecida Michelon

DOI 10.22533/at.ed.3951904049

CAPÍTULO 10 101

DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA ANÁLISE E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE UM FÓRMULA SAE

Piêtro da Silva Santos

Ronald de Paiva Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.39519040410

CAPÍTULO 11 114

DESENVOLVIMENTO WEB: SOFTWARE DE AUXILIO NA GESTAO DE EVENTOS

Francisco de Assis Nunes Cavalcante

Rafael Miranda Correia

DOI 10.22533/at.ed.39519040411

CAPÍTULO 12 126

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS EM ROBOTICA ASSOCIADOS A CONCEITOS SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Nathalino Pachêco Britto

Maria Elizabeth Sucupira Furtado

Atiele Oliveira Cavalcante

Bruno Lourenço

Natã Lael Gomes Raulino

DOI 10.22533/at.ed.39519040412

CAPÍTULO 13 134

ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO EM ROBÔ PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS SUSTENTÁVEL

Rudi Artur Munieweg
Karla Beatriz Vivian Silveira
Sidney Ferreira de Arruda

DOI 10.22533/at.ed.39519040413

CAPÍTULO 14 141

ESTUDO DE FERRAMENTAS DE TESTE BASEADO EM MODELOS EM APLICAÇÕES ANDROID

Jean Carlos Hrycyk
Inali Wisniewski Soares
Luciane Telinski Wiedermann Agner

DOI 10.22533/at.ed.39519040414

CAPÍTULO 15 148

FT-NIR IN THE CONSTRUCTION OF PLS MODELS FOR DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN SAMPLES OF PROPOLIS SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSES

Matheus Augusto Calegari
Bruno Bresolin Ayres
Larrisa Macedo dos Santos Tonial
Tatiane Luiza Cadorin Oldoni

DOI 10.22533/at.ed.39519040415

CAPÍTULO 16 162

MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTABILIDADE DE SISTEMAS PREDADOR-PRESA

Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Érica Regina Takano Natti
Camila Fogaça de Oliveira
Altair Santos de Oliveira Sobrinho
Carolina Massae Kita

DOI 10.22533/at.ed.39519040416

CAPÍTULO 17 178

MODELAGEM POR SUPERFÍCIE DE RESPOSTA SOBRE O USO COMBINADO DO NITROGÊNIO NA BASE COM DIFERENTES ÉPOCAS DE FORNECIMENTO EM COBERTURA EM SISTEMA SOJA/AVEIA

Adriana Roselia Krausig
Douglas César Reginatto
Odenis Alessi
Vanessa Pansera
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann
José Antonio Gonzalez da Silva

DOI 10.22533/at.ed.39519040417

CAPÍTULO 18	185
PROPOSTA DE AMBIENTES INTELIGENTES IOT SOB A ÓTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
Larissa Souto Del Rio	
João Octávio Barros Silva	
Marcelo da Silva de Azevedo	
Éder Paulo Pereira	
Ivania Aline Fischer	
Roseclea Duarte Medina	
DOI 10.22533/at.ed.39519040418	
CAPÍTULO 19	194
LANÇAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS	
Jadilene Rodrigues Xavier	
Edinei Canuto Paiva	
Sebastiao Batista De Amorim	
Celimar Reijane Alves Damasceno Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.39519040419	
CAPÍTULO 20	219
REMOTE SENSING TOOLS FOR FIRE MONITORING: THE CASE OF WILDFIRE IN CHILE IN 2017	
Gabriel Henrique de Almeida Pereira	
Clóvis Cechim Júnior	
Giovani Fronza	
Flávio Deppe	
Eduardo Alvim Leite	
DOI 10.22533/at.ed.39519040420	
CAPÍTULO 21	229
LÓGICA FUZZY COMO PROPOSTA INOVADORA NA SIMULAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO PELAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E USO DO NITROGÊNIO	
Ana Paula Brezolin Trautmann	
Osmar Bruneslau Scremin	
Anderson Marolli	
Adriana Roselia Krausig	
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann	
José Antonio Gonzalez da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.39519040421	
SOBRE A ORGANIZADORA	236

LÓGICA FUZZY COMO PROPOSTA INOVADORA NA SIMULAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO PELAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E USO DO NITROGÊNIO

Ana Paula Brezolin Trautmann

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

Osmar Brunelau Scremin

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

Anderson Marolli

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

Adriana Roselia Kraissig

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

Ângela Teresinha Woschinski de Mamann

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

José Antonio Gonzalez da Silva

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Estudos Agrários-DEAg, Ijuí - RS

RESUMO: A lógica fuzzy pode simular a produtividade do trigo auxiliando na previsibilidade de safras agrícolas. O objetivo do estudo é o uso de lógica *fuzzy* para simulação da produtividade de grãos de trigo nas condições de uso de nitrogênio junto aos

efeitos de temperatura do ar e precipitação pluviométrica em sistema soja/trigo. O estudo foi conduzido nos anos de 2013, 2014 e 2015, em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em fatorial 4 x 3, para doses de N-fertilizante (0, 30, 60, 120 kg ha⁻¹) e formas de fornecimento do nutriente [condição única (100%) no estágio fenológico V₃ (terceira folha expandida); fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V₃/V₆ (terceira e sexta folha expandida) e; fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V₃/E (terceira folha expandida e início do enchimento de grãos)], respectivamente, no sistema soja/trigo. O modelo fuzzy gerado possibilita estimar os valores de produtividade grãos nas condições de uso de uso do nitrogênio com temperatura do ar e precipitação pluviométrica. Destaca-se que não houve diferença significativa entre as médias obtidas experimentalmente e aquelas obtidas utilizando o sistema lógica fuzzy.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*, temperatura, precipitação, soja/trigo; modelagem

ABSTRACT: Fuzzy logic can simulate wheat yield by assisting in the predictability of crop yields. The objective of the study is the use of fuzzy logic to simulate the grain yield of wheat in

the conditions of nitrogen use, together with the effects of air temperature and rainfall in soybean/wheat system. The study was conducted in the years of 2013, 2014 and 2015, in Augusto Pestana, RS, Brazil. The experimental design was a randomized block design with four replicates in factorial 4 x 3, for N-fertilizer doses (0, 30, 60, 120 kg ha⁻¹) and nutrient supply forms [single condition (100%) in phenological stage V₃ (third expanded leaf); (70%/30%) in the phenological stage V₃/V₆ (third and sixth expanded leaf) and; (70%/30%) at the V₃/E phenological stage (third expanded leaf and beginning of grain filling), respectively, in the soybean/wheat system. The generated fuzzy model makes it possible to estimate grain yield values under conditions of use of nitrogen with air temperature and rainfall. It is emphasized that there was no significant difference between the averages obtained experimentally and those obtained using the fuzzy logic system.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*, temperature, precipitation, soybean/wheat, modeling

1 | INTRODUÇÃO

Na agricultura, as técnicas de modelagem matemática são fundamentadas em processos que envolvem múltiplos fatores (LEAL et al. 2015). O crescimento computacional estendeu sistemas especialistas para sistemas do tipo apoio à tomada de decisão (LIMA & CARPINETTI, 2015). Dentre as tecnologias usadas nestes sistemas está o sistema de lógica *fuzzy*, que produz inferências sobre os valores das variáveis usando como entrada observações linguísticas. Estas representam a opinião do especialista sobre as variáveis (SILVA et al., 2017).

O trigo é uma das culturas de maior importância econômica do mundo (SILVA et al., 2018). No Brasil, este cereal é de suma importância no sistema de produção agrícola do Sul do país (CHAVARRIA et al., 2015). Para incrementar a produtividade do trigo, o nitrogênio é o nutriente mais requerido pela planta (SCHWERZ et al., 2015). No entanto, na aplicação é importante adequar o estágio de desenvolvimento da planta com a adequada dose, além da temperatura do ar e umidade do solo (MAMANN et al., 2018). Portanto, o uso do fracionamento com a dose ajustada surge como alternativa em maximizar a eficiência de aproveitamento pelo trigo (ESPINDULA et al., 2010).

Uma das formas de aprimorar os estudos do fracionamento com a dose adequada é a utilização da modelagem matemática à descrição de interações complexas que ocorrem na agricultura. Neste sentido, a lógica *fuzzy* que se utiliza da programação computacional, pode traduzir expressões verbais em quantitativas, colaborando na resolução de problemas complexos. O objetivo do estudo é o uso de lógica *fuzzy* para simulação da produtividade de grãos de trigo nas condições de uso de nitrogênio junto aos efeitos de temperatura do ar e precipitação pluviométrica em sistema soja/trigo.

2 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em 2013, 2014 e 2015, no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR)/DEAg/UNIJUÍ, Augusto Pestana – RS. O delineamento foi o de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 3, para doses de N-fertilizante (0, 30, 60, 120 kg ha⁻¹) e formas de fornecimento do nutriente [condição cheia (100%) no estágio fenológico V₃ (terceira folha expandida); fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V₃/V₆ (terceira e sexta folha expandida) e; fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V₃/E (terceira folha expandida e início de enchimento de grãos)], respectivamente. O experimento foi conduzido no sistema soja/trigo, com a unidade experimental representada por 5 linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a 5m². A colheita para a estimativa da produtividade de grãos ocorreu de forma manual pelo corte das três linhas centrais de cada parcela. As informações de temperatura máxima e mínima para o cálculo da soma térmica e precipitação pluviométrica foram obtidas pela Estação Total Automática instalada a 500 metros do experimento. A soma térmica (ST) foi obtida a partir da emergência das plantas pelo modelo: $ST = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) - T_b$ onde T_{max} = temperatura máxima; T_{min} = temperatura mínima; n = número de dias do período de emergência a colheita; T_b = temperatura base. A temperatura base do trigo utilizada no estudo foi de 4°C (PEDRO JÚNIOR et al., 2004).

Na programação da lógica *fuzzy* na simulação da produtividade foi utilizado o *Toolbox “fuzzy”*, do *software Matlab*. A programação foi implementada para as variáveis de entrada (independentes), doses de nitrogênio (N, kg ha⁻¹), soma térmica (ST, graus dia⁻¹) e a precipitação pluviométrica (PP, mm²), com a variável de saída (dependente) produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹). As informações foram organizadas e classificadas em termos linguísticos para a composição da base de regras com auxílio do especialista, considerando o conjunto de resultados de três safras agrícolas. O método de inferência utilizado foi o de Mamdani e o conectivo *e* para a avaliação das regras. Em cada condição de fracionamento, foi construído um simulador *fuzzy*. A variável PG (produtividade de grãos) foi dividida em quatro intervalos equidistantes (Tabela 1), sendo: muito baixa (MB), baixo (B), média (M) e alta (A).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, para a variável independente St (graus dia⁻¹), considerou-se o domínio no intervalo [1370, 1803], representando as faixas: <1575 [Baixa (B)] e >1575 [Alta (A)]. Para a variável independente N (kg ha⁻¹), considerou-se o domínio no intervalo [0, 120], representando as faixas: <30 [dose baixa (B)]; 30-90 [dose intermediária (I)] e >90 [dose alta (A)]. Para a variável independente Prec (mm⁻²), considerou-se o domínio do intervalo [777, 1009], representando as faixas: <893 [Baixo (B)] e >893

[Alta (A)]. Para a variável de saída, os intervalos da imagem foram o valor máximo e o mínimo dos dados observados da produtividade de grãos de trigo.

N (kg ha ⁻¹)		ST (graus dia ⁻¹)		PP (mm)		PG (kg ha ⁻¹)		
V _L	V _Q	V _L	V _Q	V _L	V _Q	V ₃	V ₃ /V ₆	V ₃ /E
B	[0, 30[B	1575	B	893	MB	MB	MB
				A	893	B	B	B
		A	1575	B	893	MB	MB	MB
				A	893	MB	MB	MB
I	[30, 90[B	1575	B	893	M	M	M
				A	893	M	M	M
		A	1575	B	893	M	M	M
				A	893	M	M	M
A	[90, 120]	B	1575	B	893	M	M	M
				A	893	A	A	A
		A	1575	B	893	M	M	M
				A	893	A	A	A
Valor	Mínimo	-	-	-	-	1056	891	897
Real	Máximo	-	-	-	-	4000	4076	4000

Tabela 1. Base de regras *fuzzy* para a simulação da produtividade de grãos do trigo.

= nitrogênio; ST= Soma térmica; PP= Precipitação pluviométrica; V_L= Variáveis linguísticas; V_Q= Variáveis quantitativas; PG= produtividade de grãos; MB= Muito baixa; B= Baixa; M= Média; A= alta; I= Intermediária; V₃= Condição cheia (100%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida; V₃/V₆= Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira e sexta folha expandida; V₃/E= Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida e início do enchimento de grão

Na Tabela 2, das condições meteorológicas do ciclo da cultura do trigo, destaca-se, que no ano de favorecimento à máxima produtividade de grãos, o total acumulado de precipitação pluviométrica foi similar à média de precipitação ao longo de 26 anos. Por outro lado, a drástica redução da expressão da produtividade em 2014 foi condicionada ao elevado volume de chuvas na comparação à média histórica. No entanto, a mediana produção agrícola da cultura obtida em 2015 foi relacionada ao baixo volume de chuvas na comparação a média histórica. Portanto, com base nas médias da Tabela 2, os anos foram classificados como: 2013 (ano favorável=AF), 2014 (ano desfavorável=AD) e 2015 (ano intermediário=AI) ao cultivo do trigo.

Ano	Mês	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)		PG ₃ (kg ha ⁻¹)	Classe
		Média	Média 26 anos*	Ocorrida		
2013	Maio	16,6	149,7	100,5	3357 a	AF
	Junho	13,15	162,5	191		
	Julho	13,75	135,1	200,8		
	Agosto	14,85	138,2	223,8		
	Setembro	16,6	167,4	46,5		
	Outubro	18,65	156,5	211,3		
	Total	-	909,4	973,9		
2014	Maio	17,2	149,7	412	1414 c	AD
	Junho	13,8	162,5	412		
	Julho	15,76	135,1	144		
	Agosto	16,23	138,2	77,8		
	Setembro	18,46	167,4	274,8		
	Outubro	21,76	156,5	230,8		
	Total	-	909,4	1551,4		
2015	Maio	17,8	149,7	20,3	2441 b	AI
	Junho	14,5	162,5	59,4		
	Julho	12,4	135,1	176,6		
	Agosto	18,1	138,2	61,4		
	Setembro	17,5	167,4	194,6		
	Outubro	20,2	156,5	286,6		
	Total	-	909,4	798,9		

Tabela 2. Temperatura e precipitação nos meses de cultivo e média de produtividade.

*= Média de precipitação pluviométrica obtida dos meses de maio a outubro de 1989 a 2015; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si na probabilidade de 5% de erro pelo teste de Scott & Knott; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável; = Produtividade média de grãos

Na Tabelas 3, estão apresentadas as médias dos valores reais e simulados pelo modelo da lógica *fuzzy* à produtividade de grãos, nas condições de fornecimento do nitrogênio. Independente do estágio fenológico, o N-fertilizante proporcionou alteração na produtividade de grãos de trigo. Além disso, nos estádios de fornecimento do nutriente, de modo geral, o incremento de N-fertilizante proporcionou aumento médio da produtividade de grãos, fortalecendo sua necessidade nos processos ligados ao desenvolvimento da planta. Essa tendência de crescimento da produtividade de grãos também foi obtida pelo modelo *fuzzy*. Na simulação da produtividade de grãos pelo modelo baseado em regras *fuzzy* para cada condição de N-fertilizante, estão muito próximos aos observados às condições reais de cultivo. Além disso, a média geral de cada condição de uso do nitrogênio observada e simulada via lógica *fuzzy*, apresentaram valores muito próximos. Destaca-se, que o erro relativo da produção não ultrapassou 200 kg ha⁻¹, evidenciando confiabilidade dos dados utilizados para as simulações.

Estádio Fenológico	N (kg ha ⁻¹)	PG _o (kg ha ⁻¹)	PG _s (kg ha ⁻¹)	Erro Relativo
		\bar{X}	Modelo Fuzzy	
(2013+2014+2015)				
V ₃	0	1659	1670	11
	30	2154	2080	74
	60	2694	2530	164
	120	2997	2850	147
Média V ₃		2376	2283	93
V ₃ /V ₆	0	1479	1540	61
	30	2058	1980	78
	60	2540	2550	10
	120	2950	2790	160
Média V ₃ /V ₆		2332	2215	117
V ₃ /E	0	1469	1570	101
	30	2138	1960	178
	60	2562	2450	112
	120	2984	3070	86
Média V ₃ /E		2288	2263	25

Tabela 3. Lógica Fuzzy na simulação da produtividade do trigo por doses de nitrogênio, soma térmica e temperatura nas condições de uso do nitrogênio no sistema soja/trigo

V₃ = Condição cheia (100%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida; V₃/V₆ = Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira e sexta folha expandida; V₃/E = Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida e início do enchimento de grão; N = nitrogênio; \bar{X} = média; PG_o = produtividade de grãos observada; PG_s = produtividade de grãos simulada

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo fuzzy gerado possibilita estimar os valores de produtividade grãos nas condições de uso de uso do nitrogênio com temperatura do ar e precipitação pluviométrica. Destaca-se que não houve diferença significativa entre as médias obtidas experimentalmente e aquelas obtidas utilizando o sistema lógica fuzzy.

REFERÊNCIAS

CHAVARRIA, G.; ROSA, W. P.; HOFFMANN, L.; DURIGON, M. R. **Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos**. Revista Ceres, v. 62, n.6, p. 583-588, 2015.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T. de; SOUZA, M. A. de; GROSSI, J. A. S. **Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo**. Acta Scientiarum Agronomy, v.32, p.109-116, 2010.

LEAL, A. J. F.; MIGUEL, E. P.; BAILO, F. H. R.; NEVES, D. C.; LEAL, U. A. S. **Redes neurais artificiais na predição da produtividade de milho e definição de sítios de manejo diferenciado por meio de atributos do solo**. Bragantia, v. 74, n. 4, p.436-444, 2015.

LIMA, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. **Uma comparação entre os métodos Topsis e Fuzzy Topsis**

no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. Revista Gestão & Produção, v. 22, n. 1 p. 17-34, 2015.

MAMANN, A. T. W.; BREZOLIN, A. P.; SCREMIN, A. H.; REGINATTO, D. C.; HENRICHSEN, L.; DORNELLES, E. F.; SCREMIN, O. B. **Lógica fuzzy na simulação da produtividade de trigo por nitrogênio e hidrogel.** Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics, v. 6, n. 1, p.1-7, 2018.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; CAMARGO, M. B. P.; MORAES, A. V. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, J. L. **Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale.** Bragantia, v.63, n.3, p.447-453, 2004.

SCHWERZ, F.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; OLIVEIRA, D. M.; ELLI, E. F.; ELOY, E.; ROCKENBACH, A. P. Growth retardant and nitrogen levels in wheat agronomic characteristics. **Jaboticabal**, v.43, n.2, p.93–100, 2015.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, J. N.; RUBIO, C. P.; LYRA, G. A.; STEINER, F. Épocas de semeadura do trigo para a região Centro-Sul Mato **Grossense.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 5, n. 1, p. 23-27, 2018.

SILVA, N. F. C.; VIANNA, C. M. M.; OLIVEIRA, F. S. G.; MOSEGUI, G. B. G.; RODRIGUES, M. P. S. **Fuzzy Visa: um modelo de lógica fuzzy para a avaliação de risco da Vigilância Sanitária para inspeção de resíduos de serviços de saúde.** Physis Revista de Saúde Coletiva, v. 27, n.4, p.127-146, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

Ingrid Aparecida Gomes - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-239-5

