

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES
(ORGANIZADOR)**

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES
(ORGANIZADOR)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-63-8
 DOI 10.22533/at.ed.638202403

1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia.
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 500

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Atualmente, notamos grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências tecnológicas, exatas e da terra cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade. Tais saberes só se tornam possíveis por meio de autores responsáveis por desenvolver pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Permeados de tecnologia este e-book contempla estudos na área da ciência tecnológicas, exatas e da terra, mostrando a aplicabilidade destas ciências em variados temas cotidianos. Temas ligados a Medicina, saúde, agricultura e ensino, são abordados nos capítulos desta obra, entre outros temas relacionados à produção científico-metodológica nas ciências.

Para o leitor, esta obra intitulada “Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade” tem muito a contribuir com estas áreas, já que cada capítulo aponta para o desenvolvimento, e aprimoramento de pesquisas científicas envolvendo temas diversos, mostrando-se não somente uma base teórica, mas também a aplicação prática de vários estudos.

Boa leitura!

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO OXALATO NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CHUMBO COM VERMELHO DE BROMOPIROGALOL PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE ARMAS DE FOGO	
Fernanda Bomfim Madeira André Vinícius dos Santos Canuto Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha José Geraldo Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.6382024031	
CAPÍTULO 2	11
SISTEMA EMBARCADO PARA CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA USANDO UMA ABORDAGEM BASEADA NA VISÃO COMPUTACIONAL E RNA	
Leonardo Nunes Gonçalves Joiner dos Santos Sá Carlos Augusto dos Santos Machado Alexandre Reis Fernandes Fabricio de Souza Farias	
DOI 10.22533/at.ed.6382024032	
CAPÍTULO 3	24
MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE DIABETES MELLITUS NA BAHIA: UMA ABORDAGEM COM O DFA	
Raiara dos Santos Pereira Dias Aloisio Machado da Silva Filho Edna Maria de Araújo Everaldo Freitas Guedes Florêncio Mendes Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.6382024033	
CAPÍTULO 4	37
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA VARIABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NA DOCÊNCIA DE MATEMÁTICA NO 3º ANO DE UM COLÉGIO PÚBLICO	
Gilson De Almeida Dantas Luiz Márcio Santos Farias Aloísio Machado Da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.6382024034	
CAPÍTULO 5	56
A MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: REFLEXÕES SOB O OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Ana Paula Rohrbek Chiarello Bruna Larissa Cecco Nadia Cristina Picinini Pelinson	
DOI 10.22533/at.ed.6382024035	

CAPÍTULO 6 70

USO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO DE 6º ANO DA ESCOLA PROFESSORA MARIA FIDERALINA DOS SANTOS LOPES NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA

Anne Louise Fernandes de Medeiros
Eliel Viana Rodrigues
Poliana Silva Costa
Renato Araújo da Costa
Maria Bernadete Marques Silva
Rita do Carmo Marinho
André Pires Costa
Cleidiane Cardoso Assunção
Oselita Figueiredo Corrêa
José Francisco da Silva Costa

DOI 10.22533/at.ed.6382024037

CAPÍTULO 7 90

COMO ELEVAR UM NÚMERO A UMA POTÊNCIA COM CELERIDADE

Gilberto Emanuel dos Reis Vogado
Gustavo Nogueira Dias
Pedro Roberto Sousa e Silva
Eldilene da Silva Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.6382024038

CAPÍTULO 8 101

CÁLCULO DE DERIVADA DE FUNÇÕES A UMA VARIÁVEL COM UTILIZAÇÃO DOS NÚMEROS COMPLEXOS

Maurício Emanuel Ferreira Costa
Luane Gonçalves Martins, Lates
Aubedir Seixá Costa
Reginaldo Barros
Sebastião Martins Siqueira Cordeiro
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto
Genivaldo Passos Correa
José Francisco da Silva Costa

DOI 10.22533/at.ed.6382024039

CAPÍTULO 9 120

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO DE CAVIDADES FERRÍFERAS. MINAS DE N4 E N5, CARAJÁS, BRASIL

Adimir Fernando Rezende
Rafael Guimarães de Paula
Marcelo Roberto Barbosa
Leandro Alves Caldeira Luzzi
Iuri Viana Brandi

DOI 10.22533/at.ed.63820240310

CAPÍTULO 10 135

AValiação DO RESSECAMENTO DA CAMADA DE COBERTURA UTILIZANDO SOLO COM ADIÇÃO DE FIBRAS PET POR MEIO DE ANÁLISE DE IMAGENS

Conceição de Maria Cardoso Costa
Tomás Joviano Leite da Silva

Jaqueline Ribeiro dos Santos
Luís Fernando Martins Ribeiro
Claúdia Márcia Coutinho Gurjão

DOI 10.22533/at.ed.63820240311

CAPÍTULO 11 150

O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Gustavo Nogueira Dias
Pedro Roberto Sousa e Silva
Washington Luiz Pedrosa da Silva Junior
José Edimilson de Lima Fialho
Victor Hugo Chacon Britto

DOI 10.22533/at.ed.63820240312

CAPÍTULO 12 160

POTENCIALIDADE BACTERICIDA DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO 17-4 PH

Rogério Erbereli
Italo Leite de Camargo
João Fiore Parreira Lovo
Carlos Alberto Fortulan
João Manuel Domingos de Almeida Rollo

DOI 10.22533/at.ed.63820240313

CAPÍTULO 13 171

TENDÊNCIA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VIOLÊNCIA CONTRA CRIANÇAS E ADOLESCENTES NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA-BA 1998-2009

Raiane de Almeida Oliveira
Edna Maria de Araújo
Roger Torlay Pires
Aloisio Machado da Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.63820240314

CAPÍTULO 14 194

EMULSÕES DE QUITOSANA/GELATINA COM ÓLEOS DE ANDIROBA E DE PRACAXI: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA SOBRE *Staphylococcus aureus*

Murilo Álison Vigilato Rodrigues
Crisiane Aparecida Marangon
Pedro Marcondes Freitas Leite
Virginia da Conceição Amaro Martins
Marcia Nitschke
Ana Maria de Guzzi Plepis

DOI 10.22533/at.ed.63820240315

CAPÍTULO 15 204

ANÁLISE DO POTENCIAL DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS PARA USO COMO AREIA INDUSTRIAL

Ricardo Maahs
Ericks Henrique Testa

DOI 10.22533/at.ed.63820240316

CAPÍTULO 16 213

ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE BARES E CASAS NOTURNAS DE FREDERICO WESTPHALEN - RS

Bianca Johann Nery
Carine Andrioli
Marcelle Martins
Eduardo Antônio de Azevedo
Willian Fernando de Borba
Bruno Acosta Flores

DOI 10.22533/at.ed.63820240317

CAPÍTULO 17 219

CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DO AUDITÓRIO DO CEAMAZON DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Thiago Morhy Cavalcante
Yves Alexandrinho Bandeira
Thiago Henrique Gomes Lobato
Wellington José Figueirêdo de Lima

DOI 10.22533/at.ed.63820240318

CAPÍTULO 18 235

APLICAÇÕES ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA IN VITRO DE ÓLEOS ESSENCIAS DE CITRUS SPP.: UMA BREVE REVISÃO

Mayker Lazaro Dantas Miranda
Cassia Cristina Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.63820240319

CAPÍTULO 19 242

A ORIGEM DA ENERGIA DO SOL

Marcelo Antonio Amorim
Denes Alves de Farias
Edite Maria dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.63820240320

CAPÍTULO 20 251

POLÍMEROS HIPERRAMIFICADOS COMO CARREADORES DE FÁRMACOS: UMA VISÃO SOBRE SÍNTESE, PROPOSTAS DE MECANISMOS, CARACTERIZAÇÃO E APLICABILIDADES

Diego Botelho Campelo Leite
Edmilson Miranda de Moura
Carla Verônica Rodarte de Moura

DOI 10.22533/at.ed.63820240321

CAPÍTULO 21 265

PREY-PREDATOR MODELING OF CO₂ ATMOSPHERIC CONCENTRATION

Luis Augusto Trevisan
Fabiano Meira de Moura Luz

DOI 10.22533/at.ed.63820240322

CAPÍTULO 22	276
EXPERIMENTOS PARA A FEIRA DE CIÊNCIAS MEDIADOS PELO DIAGRAMA V	
Lucas Antônio Xavier	
Breno Rodrigues Segatto	
DOI 10.22533/at.ed.63820240323	
CAPÍTULO 23	289
O USO DA COMPUTAÇÃO COGNITIVA NO COMBATE AO CÂNCER	
Fábio Arruda Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.63820240324	
CAPÍTULO 24	296
FERMENTAÇÃO SEMI - SÓLIDA PARA PRODUÇÃO DE LIPASE POR <i>Geotrichum candidum</i> UTILIZANDO TORTA DE MILHO	
Janaína dos Santos Ferreira	
Elizama Aguiar-Oliveira	
Sílvio Aparecido Melquides	
Mariana Fronja Carosia	
Eliana Setsuko Kamimura	
Rafael Resende Maldonado	
DOI 10.22533/at.ed.63820240325	
CAPÍTULO 25	308
ANÁLISE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS E O DESEMPENHO DO MREC	
Matheus Amaral da Silva	
Kevin Levrone Rodrigues Machado Silva	
DOI 10.22533/at.ed.63820240326	
CAPÍTULO 26	319
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE MINERAIS EM AMOSTRAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	
Júlia de Oliveira Martins	
Rudinei Moraes Junior	
Anagilda Bacarin Gobo	
Alessandro Hermann	
DOI 10.22533/at.ed.63820240327	
CAPÍTULO 27	325
LEVANTAMENTO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E A VLNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ATINGIDOS POR INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE JAGUARI - RS	
Thomás Lixinski Zanin	
DOI 10.22533/at.ed.63820240328	
CAPÍTULO 28	346
ESTABILIZAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO COM OPERADOR Δ^{2p} COM TERMO NÃO LINEAR	
Ricardo Eleodoro Fuentes Apolaya	
DOI 10.22533/at.ed.63820240329	

SOBRE O ORGANIZADOR.....	355
ÍNDICE REMISSIVO	356

PREY-PREDATOR MODELING OF CO₂ ATMOSPHERIC CONCENTRATION

Data de aceite: 17/03/2020

Data de Submissao. 02/12/2019

Luis Augusto Trevisan

Departamento de Matematica e Estatistica,
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/3351295324944747>

Fabiano Meira de Moura Luz

Universidade Norte do Paraná, Unopar Ponta
Grossa.
<http://lattes.cnpq.br/1021402054841361>

ABSTRACT: In this work we propose a mathematical model, based in a modified version of the Lotka-Volterra prey-predator equations, to predict the increasing in \$CO₂\$ atmospheric concentration, denoted by Ca. We consider how the photosynthesis rate has changed with the increase of the Ca and how this affects plant reproduction and \$CO₂\$ absorptions rates. Total \$CO₂\$ emissions (natural and manmade) and numerical factor related to biomass are considered. It is shown that the atmospheric system can be in equilibrium under some specific conditions, and also some comparisons with historical data and predictions are done. A striking feature of the model is to adjust data with a small number of parameters.

KEYWORDS: Prey-predator model, CO₂ atmospheric concentration, photosynthesis rate.

ADAPTAÇÃO DO MODELO PRESA-PREDADOR PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO CO₂ ATMOSFÉRICO

RESUMO: Neste trabalho foi feita uma adaptação do modelo presa-predador de Lotka-Volterra para a previsão da concentração do CO₂ atmosférico. No modelo apresentado aqui, as plantas são predadoras do CO₂ através da fotossíntese. Com os parâmetros ajustados foram feitas algumas projeções mediante possíveis cenários.

PALAVRAS-CHAVE : modelo presa-predador, taxa de fotossíntese, CO₂ atmosférico.

1 | INTRODUCTION

Several billion of years ago, special terrestrial conditions made the formation of life possible. Since its formation, the biosphere has played an active role in controlling environmental conditions. An interaction has developed between the evolution of living species and the environment. Changes in environmental conditions modified the biosphere and vice-versa. When life began, the Earth's atmosphere was not similar to the present air. The main peculiarity of our atmosphere - the presence of oxygen - is the result of the biosphere's evolution (Meszaros

2000). Natural changes in atmospheric composition and climate are slow processes when compared with typical human time scales. During the last 8.000 to 10.000 years, the climate has been stable. Such stability has been favorable for humans and made social and economic development possible. In the present industrial era, this development has reached such a level that human activities have become able to modify environmental conditions on a time scale (~ 100 years) that is quite shorter than periods of natural changes. It is well known that the CO_2 emission due to human activities has contributed to cause the greenhouse effect, a warming in the Earth mean temperature. Another important effect of the increase of the CO_2 concentration is acceleration in the photosynthesis rate, a subject widely studied (Kirshbaum 1994)(Laisk and Edwards 2000).

With a higher photosynthesis rate, plants can absorb more CO_2 , and have a faster growing and reproduction rate, again consuming more CO_2 . In this work we present a model to predict the increase of CO_2 atmospheric concentration, considering the plant-atmospheric carbon interaction. Basically, we consider the increase of photosynthesis rates, that is a consequence of the increase of CO_2 atmospheric concentration), and apply a modified version of Lotka-Volterra (Lotka 1931) predator-prey model to describe a possible time evolution of CO_2 (the concentration of CO_2 in the atmosphere, given in part per million, ppm) and a function of plant biomass P . This function includes all life beings that use photosynthesis, even if they are not vegetables. In the section method we show the adapted Lotka-Volterra model, in the section results there are comparisons with the data. In discussion some points to be improved are considered. The main goal of the present paper is to show that the adapted prey-predator model works.

2 | METHODS

The original model by Lotka-Volterra (Lotka 1931) was proposed in the twenty's, and have been widely used in ecological studies and also in another fields of knowledge. In our model, adapted to the problem of plants CO_2 interaction, we will consider the CO_2 as the inorganic prey (not reproducing) and plants are predator. The CO_2 molecule does not reproduce by itself, therefore its concentration, denoted by C , depends only on emissions (i.e. combustion reactions) denoted by $Q(t)$, and absorptions (i.e photosynthesis), assumed to be proportional to vegetal biomass surface, denoted by $P(t)$ and also to the relative photosynthesis rate $A(C, T)$, where T is the temperature. The relative (in comparison with the maximum possible) photosynthesis rate is given, at some temperature is given by (Kirshbaum 1994)

$$A(C_a, T) = \frac{V_j(C_a - 1.5\Gamma_*)}{C_a + 3\Gamma_*}$$

where $A(C_a, T)$ is the relative photosynthesis rate (in comparison to the possible maxima value, at a given temperature). V_j is set to one, is a value that depends on the temperature range:

$$A(C_a; T) = 0; \text{ if } T < 0$$

$$A(C_a; T) = T/20; \text{ if } 0 < T < 20$$

$$A(C_a; T) = 1; \text{ if } 20 < T < 30$$

$$A(C_a; T) = (40 - T)/10; \text{ if } 30 < T < 40$$

$$A(C_a; T) = 0; \text{ if } T > 40$$

The Γ_* factor depends on the foliar temperature T_l , in the following way:

$$\Gamma_* = 42e^{9,46(T_l - 25)/(T_l + 273.2)}$$

where 42ppm is the value of Γ at 25°C.

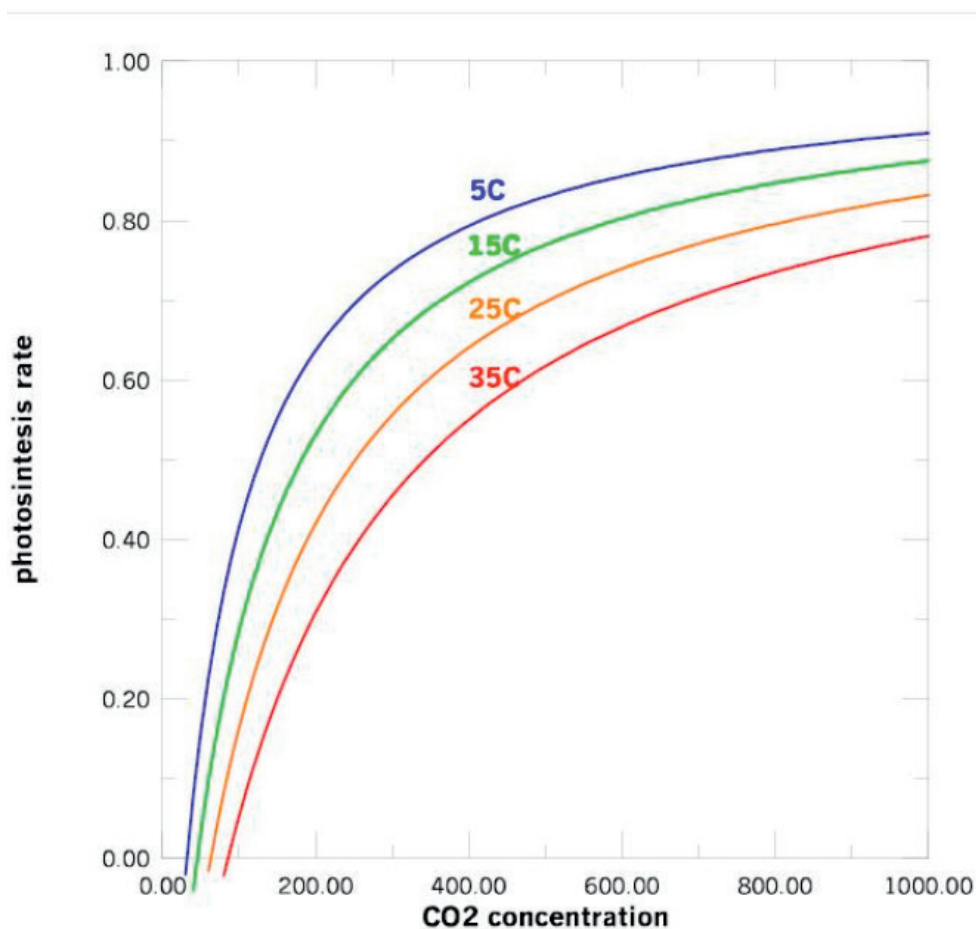


Fig 1: The relative photosynthesis rates x CO₂ concentration, at different temperatures (in Celsius). The straight line is for T=5, the long dashed line is for T=15, the short dashed line is for T=25, the long and short dashed line is for T=35.

In this way, we have the set of equations to be solved:

$$\frac{dC_a}{dt} = -A(C_a, T) * P + kQ(t) \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dt} = -e * P + f * P * A(C_a, T) \quad (2)$$

To estimate k , we consider the work by P.Tans, F.Y.Inez and T.Takahashi (Tans et al. 1990) , that studied emissions and concentration during the 80's, the value is obtained considering the annual average increase on concentration of 1.4ppm and difference between emissions and absorption, which the mean value is 3GtC/year. The ratio (1.4/3.0) reads $k= 0.47$. This means that for each 1GtC emitted more than consumed , the C_a increases 0.47 ppm. We also consider that the oceans are a balanced system, that absorbs all the CO_2 they emit and is also able to absorb around 30% of human emission (Sabine et.al 2004). The Global emission of CO_2 has 3 sources : the ocean- which contributes with 100GtC, but absorbs all; the terrestrial, divided in natural with 90GtC and human, variable. We also consider that the oceans are also able to absorb around 30% of human emission (Sabine et.al 2004).

Equation 1 says that the growing of the numerical value for P is proportional to itself and also to photosynthesis rate. The last equation is rewritten:

$$\frac{dP}{dt} = f * P(-b + A(C_a, T))$$

where $b=e/f$. The b factor is related to the vegetal death rate, and it is interesting to consider two hypothesis:

- a) b is constant, that is an approach valid for short time analysis (10 or 20 years) ;
- b) b may be set as a time function (depends on the historical moment).

Separating the sources,

$$Q(t) = Q_n + Q_h(t)$$

where Q_n are the natural emissions of CO_2 and $Q_h(t)$ are the one made by man. Note that if

$$b = A(C_a, T)$$

the derivative is zero, so we get a stabilized system.

We have important remarks about the balance in the system. First, we note that if the system is balanced, $b = A(Ca, T)$, the photosynthesis rate is equal to vegetable death rate (b factor). Then, a condition to the system get balanced, after sometime is $b < 1$.

In fact, if $b > 1$ the system will never be stabilized, because the derivative of the vegetal population parameter always will be negative.

This fact is explored in this work, to show how we can use the parameter b to study possible stabilization scenarios in the atmospheric CO_2 concentration.

Besides, the f value can be used to help to fit desirable value of the derivative. In this way, the model has only two free parameters, $b(t)$ and f that could be estimate using environmental data.

To better understand the role of the b factor, we should observe the figures 2 below:

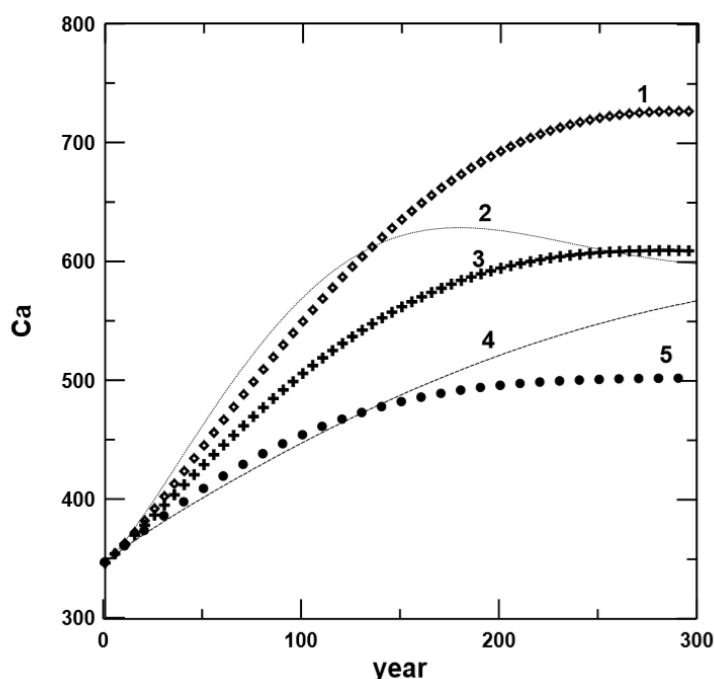


Figure 2. CO_2 concentration versus time for different b and f constant values. Curve 1: $b = 0.77, f = 0.0185$; curve 2: $b = 0.74, f = 0.03$, curve 3: $b = 0.74, f = 0.0185$, curve 4: $b = 0.74, f = 0.01$; curve 5: $b = 0.70, f = 0.0185$.

In figure 2, we use the same human emissions ($Q_h = 7.5 \text{ GtC/Y}$) (Giga ton of CO_2 by year), which taking into account ocean absorption, should be

read $0.7 \times 7.5 = 5.25 \text{ GtC/Y}$. In cases 1, 3 and 5 we have used the same f value ($f = 0.0185$), the value of the b factor is supposed constant and fitted to given three different final CO_2 concentrations; 500ppm; 600ppm and 700ppm, corresponding to $b = 0.70$; $b = 0.74$ and $b = 0.77$ respectively. The initial

concentration is $Ca = 345 \text{ ppm}$. Therefore there is a relationship between the vegetal death rate (b) and the final carbon dioxide atmospheric concentration (Ca):

$$b = A(Caf, T)$$

Besides this, in curves 2 and 4, we have used the same b value of curve 3, $b=0.74$, with different values for f ($f=0.03$ in curve 2 and $f=0.01$ in curve 4, while $f=0.0185$ in curve 3). We observe that, using the values $f=0.0185$, and $b=0.74$ (which corresponds to final concentration of 600ppm) we may fit the data between 1985 (345ppm, jan) and 1995 (360ppm, jan).

We emphasize that one important difference of the present model to the IPCC (www.ipcc.ch) is the way the absorptions are considered. The system can reach a stable concentration even with constant emissions when the b factor is less than unity (the greatest value the relative photosynthesis rate can reach)

3 | RESULTS

The model parameters are adjusted to give results near the data of CO_2 concentration in the 1800-2000a.c. period, when the concentration increased from approximately 282 ppm (Neftel et al 1985) up to 370ppm (2000), and with the recent annual average increase of 1.4 ppm (in the 80's) (Tans, Ynez, Takahashi 1990). We also suppose the human emissions (Q_h) to have an exponential growing, from nearly zero up to the present level. The function to represent the emissions is obtained from the data of CDIAC, with 20 points for each century (we have used the BRoffice). The emission function is:

$$Q_h = 0.01 * 1.04^t$$

where $t = \text{year} - 1800$.

$$b = b_i * \exp[t * \ln(b_f / b_i) / 195]$$

The initial b value is: $b_i = A(282 \text{ ppm}; 25^\circ\text{C})$, that is, the initial b factor was equal to photosynthesis rate because, at that time, the system has been supposed to be balanced. And the final b value, combined with emissions, gives the increase of concentration that is close to 1.4 ppm/year, at 80's and a concentration near to the present one. so, if $t = 195$, $b = b_f$ (b final); and, if $t=0$, $b=b_i$ (b initial). The value for b_f and f are also obtained by the statistical methods, minimizing the Q^2 . As an important information, in the model, the natural emission (Q_n) and absorption of CO_2 are initially supposed equal, 90GtC/year (the same of nowadays), where we consider only terrestrial absorptions and emissions. The absorptions by the oceans may occur also due to physical-chemical process, not only by photosynthesis

We consider that oceans take around 30% of human emissions, so we

multiply the human emissions by 0.7. The initial value for the P parameter is fixed by:

$$P = k90/A(282, 25)$$

The value of $T=25$ is an anzats, it may represents the mean temperature in which photosyntheses may occurs. This temperature must be different of the mean temperature of the planet.

The results are $bf=0.579$, $f=0.0822$ and $Qi^2=1.06603$

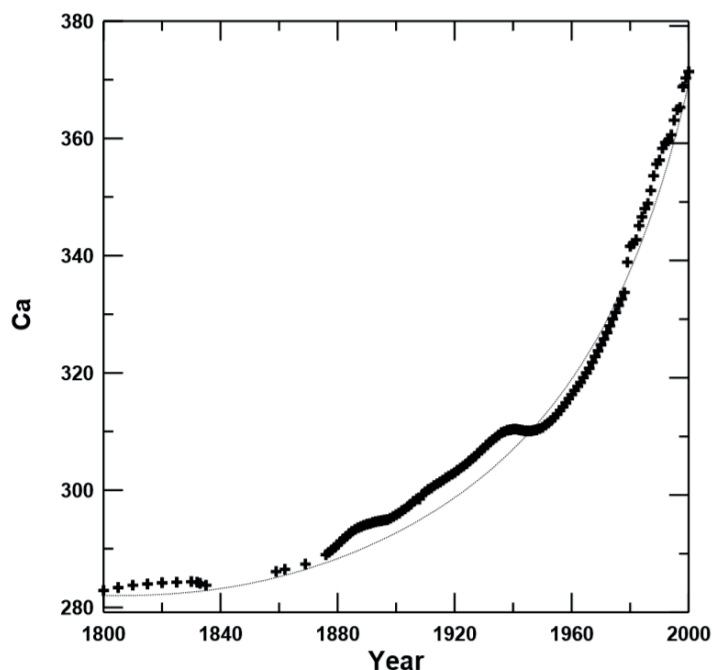


Fig.3 Comparison between the data from (Keeling et al 1989) (Wahlen et al 2000) and the fit of the model.

In the figure 4 below, we fit a short time evolution for the concentration, considering the mean value of emissions (9.43 GtC/y)- according to the scenario A1 AIM proposed by the IPCC for the decade 2000-2010, ocean absorption around 30% of the human emission. The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. The comprehensive description of all scenarios may be found at <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>.

The initial value for the vegetal parameter is calculated in a way to fit the variation rate of the CO_2 equal to the data.

To turn it explicit, the computer code lines are copied below:

1- The natural emissions, including the k factor:

$$Q_n = 90 \cdot (1.4) / (3.0) = 42$$

2-The human emission, considering the IPCC scenario A1 AIM in 1999

$$qh=9.43*(1.4/3.0)$$

3- The CO_2 consumption

$$\text{consu}=\text{Qn} +0.7*qh -1.17$$

where the factor 1.17 is the growing of the CO_2 atmospheric concentration between 1999 and 2000.

The initial CO_2 atmospheric concentration is $\text{Cai}=368.31$ ppm.

The initial photosynthesis rate is ($T=25^\circ\text{C}$) $A=0.618$

and the populacional parameter

$$P= \text{consu}/A$$

with vegetal death rate $b=0.683$ and $f =0.100$ and $Qi^2=0.02814$

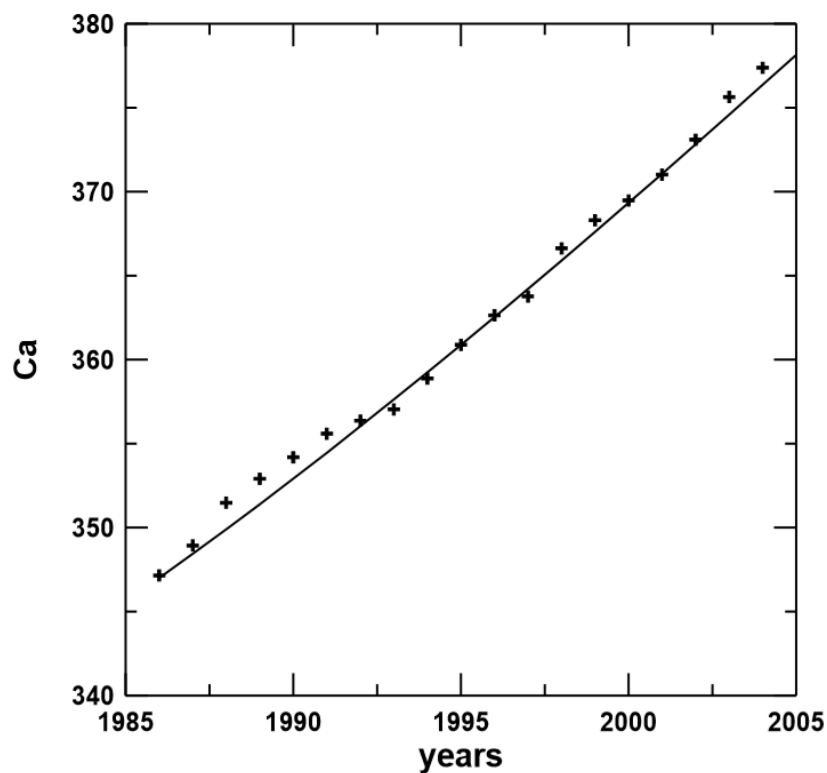


Fig 4: Concentration in a short time scale . We notice an almost linear evolution.

year	Ca Model const.	Ca Model ext	Exp Data	Linear
1990	352.48	353.46	354.88	353,24
1995	360.93	360.84	360.88	362,09
2000	370.10	369.26	369.48	370,94
2005	379.78	378.94	379.91	379,79
2010	389.83	390.13	389.68	388,64
2015	400.15	403.16	400.83	397,49
2020	410.67	418.43	408.53 (Oct/19)	406,34

Table 1 Ca predictions, according to the present model and historical data. The supposed model conditions are $q_h=7.53\text{GtC/y}$ between 1990 and 2000, and $q_h=9.43$ between 2000 and 2025 (first column); on the second column, the conditions used to generate the figure 3 are considered on the extrapolation, on the third column, we show the observed data. We notice that there is an almost linear evolution. To compare with the linear approx and extrapolation, given by $Ca= 1,77*(year-1990)+ 353,24$, it's included the last column}

The dashed line in Fig. 3 corresponds to an exponential increase in the emissions, takes into account a variation in the absorptions due the increase of the b factor, and also the increase of the photosynthesis rate. So with the b factor being “time dependent”, growing exponentially from the equilibrium with photosynthesis rate to the present value, constant f parameter and with simulated exponential emissions (not free, they should come from (historical data) we obtain a smooth fit to historical data. We must note, in the historical data, the period 1938-1946, when a constant value of Ca is observed. Another important point is that only with raising emissions it is not possible to fit the data curve completely. Only considering variations in absorptions, due the vegetable death, the curve may be reasonably fitted. This means, for example, that burning forest contributes twice, by one side Ca increases due to emissions (burning) and by the other side it also increases due to reduced absorption (deforesting). As an additional remark about the features of the model, we notice that the parameters to fit short range data may be different to those needed to fit a long historical period, this is intrinsic to the non-linearity of the set of coupled equations.

4 | DISCUSSION

In this work we presented a mathematical model, based on prey-predator equations, to estimate the time evolution of the atmospheric CO₂ concentration.

We consider the effect of a growing photosynthesis rate when CO_2 atmospheric concentration increases. In order to simplify, we study only one kind of photosynthesis (C3) and the ambient temperature was kept constant. Using the photosynthesis rate function in a adapted Lotka-Volterra system of equations, where CO_2 where prey and plants are predators we simulated several scenarios and show that the parameters can be choice to reproduce the historical data and the made some predictions It is important to note that our model has only two free parameters f (related to the derivative dP/dt) and the most relevant b , vegetable death rate. We note that if $0 < b < 1$ and when $A(\text{Ca}, T) = b$ we have equilibrium. That is, the photosynthesis rate in the equilibrium is equal to vegetable death rate. This is the reason because it is easy to fit the initial and final values in the model. With f we fit the derivatives, and with b the end concentration (stabilization). We also observe that the model consider a different way to compute only the absorptions of CO_2 keeping the emissions as an external input. The model in fact, is an initial value problem, where the parameters (b, f) are used to fit the initial values of the functions (P, Ca) and the respective derivatives. The IPCC prediction for 2010, made at 1990, under the scenario business as usual was $\text{Ca}=390$ ppm. This is also the result obtained on the present work.

Here is a crucial point to be discussed in a future work: the difference between the adapted prey-predator model and the IPCC model, also known as Bern model (Siegenthaler and Joos, 1992). The detailed comparison will be presented in a further work. As another future extension of this study, we intend to consider other effects, like temperature variation, different photosynthesis models and climate forcing. Applications of the model on the different scenarios are a very issue problem and will be present soon. In conclusion, this very simple model, with only two free parameters and equations (or eventually, exponential functions to emission and vegetal death rate) works very well on reproduce the historical data.

REFERENCES

CDIAC- **Carbon dioxide information analysis** -www.cdiac.ornl.gov

Keeling C.D., Bacastow R.B., Carter A. F., Carter S. C., Whorf T.F., Heimann M., Mook W.G, and Roeloffzen H (1989) - DC (1989) – **Atmospheric carbon dioxide record from Mauna-Loa**. Geophysical Monograph, 55, AGU, Washington, 165

Kirschbaum, M.U.F (1994). **The sensitivity of C3 photosynthesis to increasing CO_2 concentration: a theoretical analysis of its dependence on temperature and background CO_2 concentration** Plant, Cell and Environment., 17-7:747

Laisk A, Edwards G.E., (2000) **A mathematical model of C4 photosynthesis: The mechanism of concentrating CO_2 in NADP-malic enzyme type species**. Photosynthesis Research 66 N3, 199 and references there in Meszaros E., **Global and Regional changes in Atmospheric Composition** (2000) Lewis publisher, Boca Raton, Pg 1,2 15

Neftel, A., Moor, E., Oeschger, H. and Stauffer, B. (1985) **Vostok Ice core provides 160000 year record**

of atmospheric **CO₂** Nature 315, 45-47

Sabine C.L et al, , (2004) , **The Oceanic sink for anthropogenic **CO₂**** Science 305, n 5682 , 367- (2004)

Siegenthaler U., Joos F., **Use of a simple model for studying oceanic tracer distribution and global carbon cycle**, Tellus,44B, 186-207,1992.

Tans P. P. , Inez F.Y. , Takahashi T , (1990) - **Observational Constrains on the Global Atmospheric CO₂ Budget** Science 247 , . no. 4949, pp. 1431 - 1438 DOI:10.1126/science.247.4949.1431

Volterra A. , V.,Mark Kot (editor) (1931) **Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together**. In Animal ecology, MacGraw-Hill , Elements of Mathematical Ecology; Cambridge University Press

Wahlen M.,Fischer H., Smith J., Mastroianni D. ,Deck B. ,., 2000, **Vostok Ice Core **CO₂** Data**, 1105-2856m., IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology data Contribution Series 2000-003. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço inoxidável 17-4 PH 173

Agricultura 356

Análise química 2, 216, 219, 222

Astronomia 146, 254, 255, 256, 262

Aterro sanitário 148, 150

Auditório 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246

B

Balística 1, 10

C

Cálculo integral 162

Camada de cobertura 147, 148

Cavidades naturais 132, 146

Ciência da computação 301, 302, 303, 304, 307

Consumo de energia 11, 12, 14, 40, 46, 47, 48

Criança e adolescente 184

Cubo da soma 102, 109, 110, 111

D

Definição sonora 231, 236, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245

Dfa 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 36

Diabetes mellitus 24, 35, 36

Diagrama v 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 299, 300

Doença celíaca 331, 332, 335, 336

E

Educação estatística 37, 53, 54

Ensino da matemática 65, 112, 162

Ensino de ciências 82, 83, 85, 87, 88, 91, 92, 93, 99

Envelhecimento por precipitação 172, 173, 181

Espectrometria de absorção atômica 3, 331, 332, 336

F

Fermentação semi-sólida 308, 310, 311, 313, 314, 315, 316

Fitopatógenos 247

Formação de professores 56, 63, 96, 165, 170

Fusão 221, 254, 257, 260, 261, 302

G

Gerenciamento 14, 23, 225, 226, 227, 230, 338, 355, 356

H

Hiperramificados 263, 265, 266, 267, 270, 273, 274

Hospitalização 24, 32, 34

I

Inundações 337, 338, 339, 340, 341, 343, 349, 351, 353, 354

Isolamento sonoro 70

L

Lei 12.305/2010 226

Lipase 308, 309, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319

M

Medicina 168, 263, 273, 301, 304, 305, 307

Medidas de dispersão 37, 187

Método alternativo 113, 114, 130

Método científico 288, 289, 290, 299

Modelagem matemática 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Modelo presa-predador 277

Monitoramento sismográfico 132, 133, 134, 138

O

Óleo de pracaxi 207, 208, 209, 212, 213

P

Perfil socioeconômico 337, 338, 341, 349, 353

Polímeros 213, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Q

Quadrado da soma 102, 104, 106, 107

Química forense 1, 3

Quitosana 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213

R

Reciclagem 226, 229, 230

Recomendação 26, 320, 321, 322, 324, 325, 326, 329

Ruído de impacto 70, 71, 72, 76, 78, 80

S

Sedimentologia 216, 219

Sistema embarcado 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22

Sistemas 12, 15, 22, 23, 35, 70, 71, 72, 73, 77, 79, 80, 147, 167, 168, 190, 203, 248, 263, 264, 265, 272, 274, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 320, 321, 322, 323, 325, 329, 356, 357

T

Taxa de fotossíntese 277

Teorema 114, 115, 116, 117, 118, 120, 122, 125, 126, 130, 292

U

Uso de recurso tecnológico 82

V

Violência 2, 9, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

 **Atena**
Editora

2 0 2 0