

# **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 de 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024035</b>	

**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 CO<sub>2</sub> ATMOSPHERIC CONCENTRATION**

Luis Augusto Trevisan  
Fabiano Meira de Moura Luz

**DOI 10.22533/at.ed.63820240322**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>276</b>
EXPERIMENTOS PARA A FEIRA DE CIÊNCIAS MEDIADOS PELO DIAGRAMA V	
Lucas Antônio Xavier	
Breno Rodrigues Segatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240323</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>289</b>
O USO DA COMPUTAÇÃO COGNITIVA NO COMBATE AO CÂNCER	
Fábio Arruda Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240324</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>296</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240325</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>308</b>
ANÁLISE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS E O DESEMPENHO DO MREC	
Matheus Amaral da Silva	
Kevin Levrone Rodrigues Machado Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240326</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>319</b>
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE MINERAIS EM AMOSTRAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	
Júlia de Oliveira Martins	
Rudinei Moraes Junior	
Anagilda Bacarin Gobo	
Alessandro Hermann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240327</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
LEVANTAMENTO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E A VLNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ATINGIDOS POR INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE JAGUARI - RS	
Thomás Lixinski Zanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240328</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>346</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO COM OPERADOR $\Delta^{2p}$ COM TERMO NÃO LINEAR	
Ricardo Eleodoro Fuentes Apolaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240329</b>	

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>355</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>356</b>

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

Data de aceite: 17/03/2020

### **Maurício Emanuel Ferreira Costa**

Universidade Federal do Pará- centro de Ciências Exatas e Naturais- FACET-Campus Abaetetuba  
<http://lattes.cnpq.br/3348480523892821>

### **Luane Gonçalves Martins, Lates**

Universidade Federal do Pará- centro de Ciências Exatas e Naturais- FACET-Pólo Igarapé-Miri  
<http://lattes.cnpq.br/7300710249292246>

### **Aubedir Seixa Costa**

Universidade Federal do Pará- centro de Ciências Exatas e Naturais- FACET-Campus Abaetetuba  
<http://lattes.cnpq.br/9474738220279039>

### **Reginaldo Barros**

Universidade Federal do Pará- centro de Ciências Exatas e Naturais- Abaetetuba  
Lattes: 9658271624403087

### **Sebastião Martins Siqueira Cordeiro**

Universidade Federal do Pará- centro de Ciências Exatas e Naturais- FACET-Campus Abaetetuba  
<http://lattes.cnpq.br/6473574128276776>

### **Antonio Maia de Jesus Chaves Neto**

Universidade Federal do Pará- Centro de Exatas e Naturais-LPCN  
<http://lattes.cnpq.br/3507474637884699>

### **Genivaldo Passos Correa**

Universidade Federal do Pará. Faculdade Ciências Exatas e Naturais- Campus Abaetetuba- Pa  
<http://lattes.cnpq.br/6321452953013620>

### **José Francisco da Silva Costa**

<http://lattes.cnpq.br/9492719731740641>

Universidade Federal do Pará- Faculdade de Formação e Desenvolvimento do Campo- FADECAM-Campus Abaetetuba

**RESUMO:** A presente pesquisa tem como objetivo expor um novo método para calcular derivadas a partir da forma algébrica dos números complexos. É visível que o uso de teoremas, postulados e axiomas sem contar as técnicas longas e difíceis de serem utilizadas e interpretadas nos mais distintos problemas, são ausentes de métodos alternativos que são, por vezes, necessários e até o único recurso. Essas circunstâncias impulsionam ainda mais a pesquisa para explicar novas técnicas voltadas a esse ramo da matemática. De maneira específica, o artigo a ser apresentado aborda exemplos, demonstrar fórmulas e aplicabilidades que deverão ser utilizadas para um melhor entendimento do método. . A priori, será exposto de maneira didática os cálculos de derivações que serão úteis para as compreensões dos teoremas. Enfatizam ainda nesse artigo exemplos de aplicabilidade em comparação com os métodos convencionais em livros textos. A ideia central consiste em mostrar que no estudo do calculo diferencial de Newton, convencionou-se uma acréscimo real ou diferencial, enquanto que no método alternativo,

leva-se em consideração um acréscimo ou incremento imaginário que deve satisfazer ao cálculo em primeira ordem de aproximação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teorema, método alternativo, aplicabilidade, derivações.

**ABSTRACT:** This research aims to expose a new method to calculate derivatives from the algebraic form of complex numbers. It is evident that the use of theorems, postulates and axioms, not to mention the long and difficult techniques to be used and interpreted in the most different problems, are absent from alternative methods that are sometimes necessary and even the only resource. These circumstances further propel research to explain new techniques in this branch of mathematics. Specifically, the article to be presented covers examples, demonstrating formulas and applicability that should be used for a better understanding of the method. . A priori, the derivative calculations that will be useful for understanding the theorems will be exposed in a didactic manner. They also emphasize in this article examples of applicability compared to conventional textbook methods. The main idea is to show that in the study of Newton's differential calculus, a real or differential increase is agreed, whereas in the alternative method, an increment or increment that must satisfy the first-order approximation calculation is considered. .

**KEYWORDS:** Theorem, alternative method, applicability, derivations.

## 1 | INTRODUÇÃO

Neste artigo utiliza-se a forma algébrica  $x + iy$  dos números complexos na expressão

$$f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy$$

Para obtenção das derivadas da função  $f$ , contínua num intervalo  $[a,b]$ . Diferentemente, das conclusões dos matemáticos que utilizaram a variação como taxa de variação na variável  $x$ . Nesse artigo, utiliza-se como taxa de variação a expressão  $i,y$ , onde  $y$  é tão pequeno que considera apenas a primeira aproximação. Assim sendo, Essa expressão que contém no segundo termo a unidade imaginária representa a indeterminação que deve ser eliminada para obtenção da derivada real .  $f'(x)$  Utiliza-se a forma algébrica dos números complexos como método essencial em operações de cálculo de derivada. No desenvolvimento das operações, consideramos desprezíveis todos os termos de ordens superiores a 2, uma vez que  $y$  é uma variável considerada tão pequena o quanto se queira. Em todas as operações, ambos os membros contém o termo que é eliminado para encontrar a expressão da derivada real .  $f'(x)$  A expressão:

$$f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy$$

Difere da derivada usual definida pelo matemático inglês Isac Newton

(GUIDORIZZI, HAMILTON, 2001), que considera apenas a expressão,

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = f'(x)$$

Como expressão geral para o cálculo de derivada de função contínua  $f$  num intervalo  $[a, b]$  A primeira expressão que contém o termo  $iy$  faz o papel de  $\Delta x$  na segunda expressão e ambas as expressões podem ser usadas para obter as derivadas das funções dadas como será visto ao longo desse primeiro artigo. No entanto o que se pretende ao longo desse artigo não é mostrar um método inovador de obtenção de derivadas e sim apenas mostrar que a forma algébrica  $x + iy$  pode ser utilizada como parte essencial no desenvolvimento como forma analítica para calcular derivadas de diversas funções tendo como ponto de partida o teorema

$$f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy$$

Dessa forma, verifica-se que esse teorema pode ser modificado de acordo com o tipo de função a ser tratado (STEWART, JAMES, 2001) e que é de grande valia para uma gama de derivadas de funções elementares como será visto ao longo desse primeiro artigo. O teorema citado acima traz a unidade imaginária  $i$  como um fator importante seguido da variável  $y$ : cujo coeficiente nos dá a derivada da imagem da função  $f(x)$  Parece-nos curioso que para o cálculo da derivada da função  $f$ , consideram-se apenas termos do primeiro grau em  $iy$ , pois os termos posteriores, como  $(iy)^2, (iy)^3$  etc, são desprezados devido a variável  $y$  tender a zero, como se faz no cálculo de funções de derivadas quando se considera a expressão

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = f'(x)$$

De modo análogo, faz-se o mesmo procedimento quando é aplicado o teorema  $f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy$

Isto é,

$$\lim_{y \rightarrow 0} \frac{f(x + iy) - f(x)}{iy} = f'(x)$$

Dessa forma, fica evidente que as derivadas das funções para serem determinadas admitem apenas o termo linear em  $iy$ .

Outro fato que merece atenção é a razão que difere entre a derivada definida por Newton e o teorema que envolve a forma algébrica dos números complexos (GUIDORIZZI, HAMILTON, 2001). Para Newton ou Leibniz, o acréscimo é na abscissa  $x$ , enquanto para a função  $f(x + iy)$  o acréscimo é na parte imaginária  $iy$ . Como entender esse fato do ponto de vista geométrico? Por que razão obtêm-se os dois teoremas levam aos mesmos resultados no cálculo de derivadas as funções?

Para responder a essas indagações, deve-se, primeiramente, compreender os desenvolvimentos matemáticos a que esse primeiro artigo propõe como uma nova alternativa de obter as derivadas de funções contínuas num certo intervalo  $[a,b]$  e suas aplicações (NETO, J. BARCELOS, 2009) .

## 2 | DERIVADA DE UMA FUNÇÃO A UM VARIÁVEL REAL

Se uma grandeza  $y$  depende de uma grandeza  $x$ , então a definição da derivada de  $y$  em relação a  $x$  formaliza o conceito intuitivo da taxa de variação instantânea de  $y$  em relação a  $x$ . Se, por exemplo,  $y$  determina a posição de um móvel sujeito a uma variação unidimensional em sua posição de repouso dependendo do tempo  $x$ , a taxa de variação instantânea de  $y$  em relação a  $x$  é a velocidade instantânea do móvel em função do tempo  $x$ . A derivação é um conceito matemático que se tornou ferramenta para a solução de inúmeros problemas como veremos adiante. Vamos primeiramente ilustrar a necessidade do uso da ferramenta “derivação”, utilizando um problema muito simples, mas que a matemática estudada no ensino médio não consegue resolver (FINNEY, ROSS L et al, 2002).

### 2.1 A derivada de Newton

Newton definiu o conceito de derivada (LEITHOLD, LOUIS, 1994) considerando-a como uma taxa de variação entre duas grandezas . Isto é:

$$y' = \frac{dy}{dx}$$

Assim sendo, para uma função  $f$  dada pela notação  $f(x)$  o limite de  $\Delta x \rightarrow 0$  define a derivada no ponto em que a reta é tangente à curva. Isto é:

$$y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

A partir dessa notação, pode determinar expressões de várias derivadas de uma função de um variável real (MUNEM, M.A.; FOULIS, D.J., 1982). Assim com base a expressão é possível construir uma tabela de derivadas: Derivada do produto, da divisão soma e subtração que correspondem às propriedades das derivadas.

### 2.2 Teorema da derivada de uma função a uma variável real

Toda função contínua num intervalo  $[a, b]$  pode ser escrita em termos de uma função complexa  $f(x + iy)$  que pode ser considerada a soma de uma função real  $f(x)$  e pelo produto da derivada  $f'(x)$  da função dada com um incremento



imaginário Isto é:

$$f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy \quad (2^a)$$

Demonstração do teorema

Considere uma função polinomial da forma

$$f(x) = ax^n + bx^{n-1} + \dots + p$$

Dando a  $f(x)$  o acréscimo  $x + iy$  obtemos a seguinte função complexa:

$$f(x) = a(x + iy)^n + b(x + iy)^{n-1} + \dots + p$$

Seja a função

$$f(x + iy) = a(x + iy)^n + b(x + iy)^{n-1} + \dots + P$$

De acordo com o binômio de Newton, temos que:

$$(x + iy)^n = \binom{n}{0}x^n(iy)^0 + \binom{n}{1}x^{n-1}(iy)^1 + \binom{n}{2}x^{n-2}(iy)^2 + \dots$$

$$(x + iy)^{n-1} = \binom{n-1}{1}x^{n-1}(iy)^1 + \binom{n-1}{2}x^{n-2}(iy)^2 + \dots$$

$$\rightarrow f(x + iy) = a \binom{n}{0}x^n + a \binom{n}{1}x^{n-1}iy + a \binom{n}{2}x^{n-2}(iy)^2 + \dots$$

$$+ b \binom{n-1}{1}x^{n-1}(iy)^1 + b \binom{n-1}{2}x^{n-2}(iy)^2 + \dots + P$$

Todos os termos superiores a  $iy$  devem ser desprezados. Logo,

$$f(x + iy) = a \binom{n}{0}x^n + a \binom{n}{1}x^{n-1} \cdot iy + \binom{n-1}{0}bx^{n-1}(iy)^0 + \dots + P$$

$$= ax^n + a \binom{n}{1}iyx^{n-1} + b \cdot \binom{n-1}{0}x^{n-1} + \binom{n-1}{1}x^{n-2} \cdot iy + \dots + P$$

$$= ax^n + bx^{n-1} + \dots + P + iy \left[ a \binom{n}{1}x^{n-1} + b \binom{n-1}{1}x^{n-2} + \dots \right]$$

$$= f(x) + iy \left[ a \binom{n}{1}x^{n-1} + b \binom{n-1}{1}x^{n-2} + \dots \right]$$

$$\binom{n}{1} = \frac{n!}{(n-1)!1!} = \frac{n(n-1)!}{(n-1)!} = n$$

$$\binom{n-1}{1} = \frac{(n-1)!}{(n-2)!1!} = \frac{(n-1)(n-2)!}{(n-2)!} = n-1$$

$$\rightarrow f(x + iy) = f(x) + iy[na x^{n-1} + b(n-1)x^{n-2} + \dots]$$

No entanto, temos que:

$$f'(x) = na \cdot x^{n-1} + b(n-1)x^{n-2} + \dots$$

São as derivadas dos termos da função

$$f(x) = ax^n + bx^{n-1} + \dots + P$$

Logo, temos que:

$$f(x + iy) = f(x) + iyf'(x)$$

O que completa o teorema

### 2.2.1 A derivada do quociente

Vimos que de acordo com o cálculo que a derivada do quociente de uma função usando o método da derivada de Newton, a derivada do quociente, obedece a expressão:

$$f(x) = \frac{g(x)}{h(x)} \rightarrow f'(x) = \frac{g'(x) \cdot h(x) - h'(x)g(x)}{h^2(x)}$$

Vamos aplicar o teorema dado acima pela expressão 2º

$$\begin{aligned} f(x + iy) &= f(x) + iyf'(x) \\ f(x + iy) &= \frac{g(x + iy)}{h(x + iy)} \end{aligned}$$

e

$$f(x) = \frac{g(x)}{h(x)}$$

Logo,

$$\frac{g(x + iy)}{h(x + iy)} = \frac{g(x)}{h(x)} + iyf'(x)$$

Mas,

$$g(x + iy) = g(x) + iyg'(x)$$

e

$$h(x + iy) = h(x) + iyh'(x)$$

Assim, temos que:

$$\frac{g(x) + iyg'(x)}{h(x) + iyh'(x)} = \frac{g(x)}{h(x)} + iyf'(x)$$

$$\frac{g(x) + iyg'(x)}{h(x) + iyh'(x)} = \frac{g(x) + iyh(x)f'(x)}{h(x)}$$

$$[g(x) + iyg'(x)].h(x) = [h(x) + iyh'(x)][g(x) + iyh(x)f'(x)]$$

$$g(x)h(x) + iyg'(x).h(x) = g(x)h(x) + iyh^2(x)f'(x) + g(x)iyh'(x) + iyiyh'(x)h(x)f'(x)$$

$$iyg'(x).h(x) = +iyh^2(x)f'(x) + g(x)iyh'(x) + (iy)^2h'(x)h(x)f'(x)$$

$$iyg'(x).h(x) - iyh'(x)g(x) = iyh^2(x)f'(x) + (iy)^2h'(x)h(x)f'(x)$$

$$[g'(x).h(x) - h'(x)g(x)]iy = iyh^2(x)f'(x) + (iy)^2h'(x)h(x)f'(x)$$

Desprezando o termo que contém  $(iy)^2$ , obtemos que:

$$[g'(x).h(x) - h'(x)g(x)]iy = iyh^2(x)f'(x)$$

$$f'(x) = \frac{[g'(x).h(x) - h'(x)g(x)]iy}{iyh^2(x)}$$

Assim a derivada da função, será.

$$f'(x) = \frac{g'(x).h(x) - h'(x)g(x)}{h^2(x)}$$

### 2.2.2 A derivada do Produto

Seja a função dada por

$$f(x) = g(x)h(x)$$

Sendo

$$f(x + iy) = f(x) + iyf'(x)$$

Temos que:

$$f(x + iy) = g(x + iy)h(x + iy)$$

Onde

$$g(x + iy) = g(x) + iyg'(x)$$

e

$$h(x + iy) = h(x) + iyh'(x)$$

Logo:

$$g(x + iy)h(x + iy) = g(x)h(x) + iyf'(x)$$

Portanto,

$$[g(x) + iyg'(x)] \cdot [h(x) + iyh'(x)] = g(x)h(x) + iyf'(x)$$

$$[g(x)h(x) + iyg'(x)h(x)] + [iyg(x)h'(x) + (iy)^2g'(x)h'(x)] = g(x)h(x) + iyf'(x)$$

$$[iyg'(x)h(x)] + [iyg(x)h'(x) + (iy)^2g'(x)h'(x)] = iyf'(x)$$

Desprezando o termo que contém  $(iy)^2$ , temos que:

$$iy[g(x)h'(x) + g'(x)h(x)] = iyf'(x)$$

Assim, vem que.

$$f'(x) = g(x)h'(x) + g'(x)h(x)$$

### 2.2.3 A derivada da soma e subtração

Seja a função

$$f(x + iy) = f(x) + iyf'(x)$$

Considerando

$$f(x) = g(x) \pm h(x)$$

Temos que

$$f(x + iy) = g(x + iy) \pm h(x + iy)$$

Obtemos, de acordo com o teorema (1),

$$g(x + iy) = g(x) + iyg'(x)$$

e

$$h(x + iy) = h(x) + iyh'(x)$$

Portanto, levando em  $f(x + iy)$  tem-se, que:

$$f(x + iy) = g(x + iy) \pm h(x + iy)$$

$$f(x + iy) = g(x) + iyg'(x) \pm [h(x) + iyh'(x)]$$

Reagrupando esses se tem, vem que:

$$f(x + iy) = g(x) \pm h(x) + iy[g'(x) \pm h'(x)]$$

Portanto, vem que:

$$f(x) = g(x) \pm h(x),$$

e

$$f'(x) = [g'(x) \pm h'(x)]$$

o que mostra que são válidas as operações com derivadas.

## APLICAÇÃO 1

### Exemplo 1

Calcule a derivada da seguinte função:

$$f(x) = \frac{x + 3}{x^2 - 1}$$

De acordo como cálculo diferencial a derivada pode ser calculada usando a notação

$$f(x) = \frac{g(x)}{h(x)} \rightarrow f'(x) = \frac{g'(x) \cdot h(x) - h'(x)g(x)}{h^2(x)} \rightarrow$$

Sendo

$$g(x) = x + 3 \rightarrow g'(x) = 1$$

$$h(x) = x^2 + 1 \rightarrow h'(x) = 2x$$

Logo:

$$f'(x) = \frac{1 \cdot (x^2 + 1) - 2x \cdot (x + 3)}{(x^2 + 1)^2} = \frac{x^2 + 1 - 2x^2 - 6x}{(x^2 + 1)^2}$$

Portanto,

$$f'(x) = \frac{1 - x^2 - 6x}{(x^2 + 1)^2}$$

Que representa a derivada da função procurada.

Aplicando a expressão (2ª), podemos obter esse mesmo resultado, considerando na variável na forma algébrica do número complexo  $z = x + iy$  Isto é, seja a expressão,

$$f(x) = \frac{x + 3}{x^2 - 1}$$

Logo,

$$\begin{aligned} f(x + iy) &= \frac{x + iy + 3}{(x + iy)^2 + 1} = \frac{x + iy + 3}{(x^2 + 2xiy - y^2) + 1} \\ &= \frac{(x + 3) + iy}{(x^2 + 1) + 2xiy + i^2y^2} \end{aligned}$$

Vamos desprezar o termo  $i^2y^2$  logo:

$$f(x) = \frac{(x + 3) + iy}{(x^2 + 1) + 2xiy}$$

Fazendo o conjugado, obtemos:

$$f(x) = \frac{[(x+3) + iy] \cdot [(x^2+1) - 2xy]}{(x^2+1)^2 + 4x^2y^2}$$

Vamos, novamente, desprezar o termo :

$$f(x) = \frac{[(x+3) + iy] \cdot [(x^2+1) - 2xy]}{(x^2+1)^2} \rightarrow$$

Fazendo a distribuição no numerador, obtemos:

$$\frac{(x+3)(x^2+1) - 2xy(x+3) + (x^2+1)iy - 2xi^2y^2}{(x^2+1)^2} \rightarrow$$

$$\frac{(x+3)(x^2+1)}{(x^2+1)^2} + \frac{[-2x(x+3) + x^2+1]iy}{(x^2+1)^2} - 2xi^2y^2$$

Desprezando o termo em  $i^2y^2$  obtemos:

$$f(x) = \frac{(x+3)(x^2+1)}{(x^2+1)^2} + \frac{[-2x^2 - 6x + x^2 + 1]iy}{(x^2+1)^2}$$

$$f(x) = \frac{(x+3)}{(x^2+1)} + \frac{(1-x^2-6x)}{(x^2+1)^2} iy$$

De acordo com o teorema, concluir que:

$$f_1(x) = \frac{x+3}{x^2+1}$$

Representa a primitiva da função dada e

$$f_2(x) = \frac{(1-x^2-6x)}{(x^2+1)^2}$$

Representa a derivada da função procurada. Portanto, para a função  $f(x)$  contínua sempre se pode obter a primitiva da função e sua derivada quando substituída  $x$  pelo complexo  $z = x + iy$ . O fato que nos leva a obtenção dessa derivada, está na questão de que quando se substitui  $z = x + iy$  na função dada, obtém-se, justamente, a reta tangente à curva da função no ponto  $x + iy$  desde que sejam desprezados os termos de ordens superiores a  $iy$ . O coeficiente de  $iy$  é justamente a derivada, como demonstrado.

Exemplo 2

Obtenha a derivada da função

$$f(x) = (x^2 - 2) \cdot (2x + 1)$$

Vamos fazer a notação  $x + iy$ .

Isto é:

$$f(x + iy) = [(x + iy)^2 - 2] \cdot [2(x + iy) + 1]$$

$$= [(x^2 + 2xiy + i^2y^2) - 2][2x + 1 + 2iy]$$

Vamos desprezar o termo  $i^2y^2$  logo:

$$[(x^2 + 2xiy - 2)(2x + 1) + 2iy]$$

$$(x^2 - 2) \cdot (2x + 1) + iy[2(x^2 - 2) + 2x(2x + 1) + 4i^2y^2]$$

Desprezando ainda o termo  $i^2y^2$  obtemos:

$$f(x + iy) = (x^2 - 2)(2x + 1) + iy[2x^2 - 4 + 4x^2 + 2x] \rightarrow$$

$$f(x + iy) = (x^2 - 2)(2x + 1) + (6x^2 + 2x - 4)iy$$

De acordo com a expressão 2ª, vem que:

$$f_1(x) = (x^2 - 2)(2x + 1).$$

É a primitiva

e

$$f_2(x) = 6x^2 + 2x - 4.$$

É a derivada procurada. Assim sendo a função  $f(x)$  pode ser entendida como sendo a composição de duas outras funções, a 1ª como sendo a primitiva real e a 2ª, como sendo a derivada dessa primitiva. Isto é:

$$f(x + iy) = f(x) + f'(x)iy$$

### 2.3 Binômio de Newton utilizado para o cálculo de derivada.

Seja a função

$$f(x) = x^4,$$

Encarando-se como uns números complexos têm que:

$$f(x) = (x + iy)^4$$

Cada termo dessa função polinomial deve ser dado por:

$$T_{P+1} = \binom{n}{P} x^{n-P} \cdot (iy)^P$$

Sendo

$$\binom{n}{P} = \frac{n!}{(n-P)!P!} \rightarrow$$

$$T_{P+1} = \left[ \frac{n!}{(n-P)!P!} \frac{1}{P!} \right] x^{n-P} \cdot (iy)^P \rightarrow$$

$$T_{P+1} = \frac{n!}{(n-P)!} x^{4-P} \frac{1}{P!} (iy)^P$$

Logo, podemos considerar que a expressão

$$f(x) = \frac{n!}{(n-P)!} x^{4-P}$$

Representa as derivadas da função  $f(x) = x^n \dots$

### Exemplo 1

Dada à função  $y = (x^3 + 1)^4$

Calcule a 1ª derivada da função usando o binômio de Newton

Dado

$$f(x) = \frac{n!}{(n-P)!} x^{4-P}$$

Vem que  $P = 1$  e  $n = 4$

Vamos escrever em  $x, x + iy$  logo:

$$y = [(x + iy)^3 + 1]^4 = (x^3 + 3x^2iy - 3xy^2 + i^3y^3 + 1)^4$$

Devemos desprezar os termos superiores a  $i$ , assim:

$$y(x) = [(x^3 + 1) + 3x^2iy]^4 \rightarrow$$

Como

$$f'(x) = \frac{n!}{(n-P)!} x^{4-P}$$

Temos que



$$y'(x) = \frac{n!}{(n - P)!} (x^3 + 1)^{4-1} \cdot (3x^2)^1$$

$$y'(x) = \frac{4!}{(4 - 1)!} (x^3 + 1)^3 \cdot 3x^2$$

$$y'(x) = \frac{4!}{3!} 3x^2 (x^3 + 1)^3$$

$$y'(x) = 4 \cdot 3x^2 (x^3 + 1)^3 \rightarrow$$

$$y'(x) = 12x^2 (x^3 + 1)^3$$

Que representa a derivada processada.

### 3 | DERIVADAS DE FUNÇÕES QUE APRESENTAM RADICAIS.

Nessa parte, considera-se que as funções que apresentam radicais, podemos obter a derivada considerando como teorema a seguinte expressão,

$$f(x + iy) = f(x) + \frac{n}{2P} iyf'(x) \quad (4^\circ)$$

A demonstração desse teorema pode ser obtida a partir do princípio da indução. Vamos considerar que a função apresenta sob o sinal do radical um polinômio do primeiro grau em  $x$ . Isto é seja a função

$$f(x) = \sqrt{x}$$

Logo, temos que.

$$f(x + iy) = \sqrt{x + iy}$$

Utilizando o teorema (1), vem que.

$$\sqrt{x + iy} = \sqrt{x} + iyf'(x) \rightarrow$$

$$iyf'(x) = \sqrt{x + iy} - \sqrt{x}$$

Realizando o conjugado dessa expressão, obtemos.

$$iyf'(x) = \frac{(\sqrt{x+iy} - \sqrt{x}) \cdot (\sqrt{x+iy} + \sqrt{x})}{(\sqrt{x+iy} + \sqrt{x})} \rightarrow$$

$$iyf'(x) = \frac{x+iy-x}{\sqrt{x+iy} + \sqrt{x}} = \frac{iy}{\sqrt{x+iy} + \sqrt{x}}$$

$$f'(x) = \frac{x+iy-x}{iy(\sqrt{x+iy} + \sqrt{x})} = \frac{iy}{iy(\sqrt{x+iy} + \sqrt{x})}$$

Logo,

$$f'(x) = \frac{x+iy-x}{\sqrt{x+iy} + \sqrt{x}} = \frac{1}{(\sqrt{x+iy} + \sqrt{x})}$$

Fazendo o limite, isto é,

$$\lim_{y \rightarrow 0} \frac{f(x+iy) - f(x)}{iy} = f'(x)$$

Obtém-se

$$f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

Ou seja,  $f'(x)$  representa a derivada da função  $\sqrt{x}$ .

De modo geral, a função que apresenta a notação.

$$y = \sqrt[n]{x},$$

A derivada pode ser obtida usando a notação

$$f(x+iy) = f(x) + \frac{n}{2} iyf'(x)$$

Observe o seguinte exemplo, Seja a função  $f(x) = \sqrt[6]{x}$

Usando o teorema (1),

$$\begin{aligned} \sqrt[6]{x+iy} &= \sqrt[6]{x} + \frac{6}{2}iyf'(x) \\ \rightarrow \sqrt[6]{x+iy} - \sqrt[6]{x} &= 3iyf'(x) \rightarrow \\ 3iyf'(x) &= \frac{(\sqrt[6]{x+iy} - \sqrt[6]{x})(\sqrt[6]{(x+iy)^5} + \sqrt[6]{x^5})}{(\sqrt[6]{(x+iy)^5} + \sqrt[6]{x^5})} \rightarrow \\ 3iyf'(x) &= \frac{x+iy-x}{\sqrt[6]{x(+iy)^5} + \sqrt[6]{x^5}} = \\ 3iyf'(x) &= \frac{iy}{\sqrt[6]{x(+iy)^5} + \sqrt[6]{x^5}} \\ 3f'(x) &= \frac{1}{\sqrt[6]{(x+iy)^5} + \sqrt[6]{x^5}} \end{aligned}$$

Fazendo o limite, isto é,

$$\lim_{y \rightarrow 0} \frac{f(x+iy) - f(x)}{iy} = f'(x)$$

Obtemos que,

$$f'(x) = \frac{1}{6\sqrt[6]{x^5}}$$

O que está de pleno acordo com a derivada da função  $f(x) = \sqrt[6]{x}$ , quando se usa do método de derivação normal.

### 3.1 Funções sob sinal de radical de monômios do 2° grau.

Funções que apresentam  $\sqrt[n]{x^2}$  as derivadas são obtidas usando a expressão:

$$f(x+iy) = f(x) + \frac{n}{4}iyf'(x)$$

Seja a função

$$f(x) = \sqrt[7]{x^2}$$

Considerando

$$f(x+iy) = f(x) + \frac{n}{4}iyf'(x)$$

Com  $n = 7$ ,

Temos que,

$$\sqrt[7]{(x+iy)^2} = \sqrt[7]{x^2} + \frac{7}{4}iyf'(x)$$

$$\sqrt[7]{(x+iy)^2} = \sqrt[7]{x^2} + \frac{7}{4}iyf(x) \rightarrow$$

$$\frac{(\sqrt[7]{(x+iy)^2} - \sqrt[7]{x^2})(\sqrt[7]{(x+iy)^5} + \sqrt[7]{x^5})}{(\sqrt[7]{(x+iy)^5} + \sqrt[7]{x^5})} = \frac{7}{4}iyf'(x) \rightarrow$$

$$\frac{x+iy-x}{\sqrt[7]{(x+iy)^5} + \sqrt[7]{x^5}} = \frac{7}{4}iyf'(x) \rightarrow$$

$$\frac{iy}{\sqrt[7]{(x+iy)^5} + \sqrt[7]{x^5}} = \frac{7}{4}iyf'(x)$$

$$\frac{1}{\sqrt[7]{(x+iy)^5} + \sqrt[7]{x^5}} = \frac{7}{4}f'(x)$$

Levando ao limite,

$$\lim_{y \rightarrow 0} \frac{f(x+iy) - f(x)}{iy} = f'(x)$$

Obtemos,

$$f'(x) = \frac{4}{7} \cdot \frac{1}{2\sqrt[7]{x^5}}$$

ou

$$f'(x) = \frac{2}{7} \frac{1}{\sqrt[7]{x^5}}$$

Seja a função

$$f(x) = \sqrt[10]{x^2}$$

Temos que,

$$f(x+iy) = f(x) + iy \frac{n}{4} f''(x)$$

Logo,

$$\begin{aligned}
\sqrt[10]{(x+iy)^2} - \sqrt[10]{x^2} &= iy \frac{10}{4} f'(x) \\
\frac{(\sqrt[10]{(x+iy)^2} - \sqrt[10]{x^2}) \cdot (\sqrt[10]{(x+iy)^8} + \sqrt[10]{x^8})}{\sqrt[10]{(x+iy)^8} + \sqrt[10]{x^8}} &= \frac{5}{2} f'(x) iy \\
\frac{x+iy-x}{\sqrt[10]{(x+iy)^8} + \sqrt[10]{x^8}} &= \frac{5}{2} f'(x) iy \rightarrow \\
\frac{iy}{\sqrt[10]{(x+iy)^8} + \sqrt[10]{x^8}} &= \frac{5}{2} f'(x) iy \\
\frac{1}{\sqrt[10]{(x+iy)^8} + \sqrt[10]{x^8}} &= \frac{5}{2} f'(x)
\end{aligned}$$

Levando ao limite, obtemos.

$$f'(x) = \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[10]{x^8}} \quad \text{ou} \quad f'(x) = \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{x^4}}$$

### 3.2 Generalização

De um modo geral para

$$f(x) = \sqrt[n]{x^P},$$

obtem-se a derivada da função, usando a notação:

$$f(x+iy) = f(x) + \frac{n}{2P} iy f'(x) \quad (4^\circ)$$

A função permanece válida para  $f_1(x) = \sqrt[n]{f(x)^P}$ , onde  $f(x)$  é uma função polinomial.

Exemplo 1

Dada a função  $f(x) = \sqrt[4]{(x^2+3)^3}$ , calcule a sua derivada

Solução

Usando a notação (4°).

$$\begin{aligned}
f(x+iy) &= \sqrt[4]{[(x+iy)^2+3]^3} \rightarrow \\
\sqrt[4]{[(x+iy)^2+3]^3} &= \sqrt[4]{(x^2+3)^3} + \frac{4}{2.3} iy f'(x) \rightarrow \\
\frac{2}{3} iy f'(x) &= \sqrt[4]{[x^2+2xiy+i^2y^2+3]^3} - \sqrt[4]{(x^2+3)^3} \rightarrow
\end{aligned}$$

$$\frac{2}{3} iy f'(x) = \frac{(x^2 + 2xiy + 3)^3 - (x^2 + 3)}{\sqrt[4]{x^2 + 3} + \sqrt[4]{x^2 + 3}} \rightarrow$$

$$f'(x) = \frac{3}{2} \frac{x}{\sqrt[4]{x^2 + 3}}$$

O que representa a derivada da função  $f(x) = \sqrt[4]{(x^2 + 3)^3}$

#### 4 | CONSIDERAÇÃO FINAL

De acordo com abordagem apresentada ao longo desse artigo, observou-se que o método alternativo e aplicabilidade em cálculo de derivadas de uma função a uma variável real em que se considera a forma algébrica dos números complexos  $(x + iy)$  conduziu de modo análogo aos resultados com os incrementos desenvolvidos por Newton. No entanto, percebe-se que para o primeiro método exposto, o incremento imaginário denominado por  $iy$ , aparentemente, condiz com o incremento real  $\Delta x$ .

Numa avaliação entre os dois métodos utilizados, pode-se pensar na possibilidade de não haver vantagem em utilizar o método que contém o termo  $iy$ . Todavia é importante salientar que o método alternativo abre uma relevante lacuna, pois de certa forma, mostra a aplicabilidade da teoria complexa para o cálculo das derivadas onde o acréscimo dada a função de uma variável real, representa a forma algébrica  $x + iy$  e o incremento  $iy$  se tornou importante quando veio tratar de funções com radicais com a introdução de parâmetros N e P.

Outro fato que merece atenção nesse estudo é a enorme vantagem de considerar o cálculo de derivadas com aproximação apenas na primeira ordem, como foi o caso da demonstração do teorema de uma função polinomial. Considerar essa aproximação consiste justamente, na importância do método alternativo. Na verdade em quanto as derivadas de Newton leva a aproximações de primeira ordem num incremento real  $\Delta x$ , desprezando os termos posteriores e maiores com a possibilidade de os serem tão pequeno o quanto se queira.

O incremento do método proposto, também considera essa possibilidade, no entanto não o faz como Newton. Introduce nos cálculos um termo complexo, criando a possibilidade de perscrutar numa teoria muito mais interessante e profunda levando em conta estudos de funções transcendentais em que o incremento complexo é de fundamental relevância para o cálculo de funções logarítmicas, trigonométricas e de outras funções que não sejam as polinomiais.

Espera-se, entretanto, que a teoria apresentada nesse primeiro artigo, possa contribuir e mostrar técnica que apesar de apresentar certa semelhança com os cálculos de derivações rotineiras, pode possuir a vantagem de abrir novas lacunas para futuros caminhos e outros horizontes matemáticos.

## REFERÊNCIAS

*Guidorizzi, Hamilton*, Um curso de Cálculo, Vol. 1, Livros Técnicos e Científicos, 5a. edição, 2001.

*Finney, Ross L., Weir, Maurice D., Giordano, Frank R.* Cálculo de George B. Thomas Jr., Vol. 1, Pearson Education do Brasil, 2002.

*Stewart, James*, Cálculo, Vol. 1, Editora Pioneira, 4a. edição, 2001.

Munem, M.A.; Foulis, D.J. Cálculo - Rio de Janeiro - Guanabara Dois , 1982. v1.

Neto, J. Barcelos Cálculo para Entender e Usar. Ed. Livraria da Física, 2009.

Leithold, Louis. O Calculo com geometria analítica. 3a ed. São Paulo - Harbra, C1994. v1.

## 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**