

**Cleberton Correia Santos  
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 3**

---

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 70**

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima  
Júlio Cezar de Souza  
Francisco Wilson Hollanda Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.71619103097**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga  
Joeci Ricardo Godoi  
Viviane Furtado Velho  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.71619103098**

**CAPÍTULO 9 ..... 90**

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima  
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas  
Elaine Cristina Lopes Pereira  
Lucas Furtado Loesh  
Fernanda A. Sampaio da Silva  
Heleno Souza da Silva  
Renata Antoum Simão  
José Adilson de Castro  
Gláucio Soares Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.71619103099**

**CAPÍTULO 10 ..... 102**

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar  
Ronnie Von Dos Santos Veloso  
Luis Fernando Santis Espinosa  
Lilian de Araújo Pantoja  
Alexandre Soares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves  
Paulo Fernando de Almeida  
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella  
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

**DOI 10.22533/at.ed.716191030911**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

CARBETO DE BORO (B<sub>4</sub>C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos  
Denise Dantas Muniz  
Eliandro Pereira Teles  
Danielle Guedes de Lima Cavalcante  
Ricardo Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa  
Waldeir dos Santos Pereira  
Mayara Barbosa Lima  
Juliane da Silva Sampaio  
Ana Caroline da Silva Macambira  
Letícia Victória Santos Matias  
Duany Thainara Corrêa da Silva  
Natan Barbosa Almada  
Rogério Favacho da Cruz  
Jéssica Aline Godinho da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo  
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

**DOI 10.22533/at.ed.716191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber  
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira  
Sabrina Grando Cordeiro  
Eniz Conceição Oliveira  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.716191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 175**

ESPAÇO ARTE\_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus  
Lucas Pereira Elias  
Marcos Henrique de Moraes Golinelli  
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

**DOI 10.22533/at.ed.716191030916**



<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>188</b>
ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA	
Deborah Godoy Martins Corrêa	
Tiago de Oliveira	
Denise Stringhini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030917</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>201</b>
ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA	
Carlos Vinícius Machado Miranda	
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Luely Oliveira da Silva	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Eloisa Helena de Aguiar Andrade	
Manoel Leão Lopes Junior	
Lourivaldo Silva Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030918</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>209</b>
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	
Weverton Pereira do Sacramento	
Maria de Lourdes de Oliveira	
Luana Leite Ferreira	
Robson Wotikowski Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030919</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>218</b>
EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL	
Leila Pessôa Da Costa	
Sandra Regina D'Antonio Verrengia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030920</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>226</b>
GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA	
Gersica Agripino Alencar	
Rafael Santos Barbosa	
Ricardo André Cavalcante de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030921</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>239</b>
GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL	
Wendy Díaz Valdés	
Lígia Laís Fêmina	
Gisele Andrade Lemos	
Jorge Vicente Barbosa Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030922</b>	

**CAPÍTULO 23 ..... 246**

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos  
Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.716191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 263**

*MAGONIA PUBESCENS* A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva  
Amanda Ribeiro Correa  
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes  
Rosiane Alexandre Pena Guimarães  
Monica Franco Nunes  
Dielle Carmo de Carvalho Neres  
Elisangela Clarete Camili  
Carla Spiller

**DOI 10.22533/at.ed.716191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 270**

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca  
Leandro Teles Antunes dos Santos  
Patrícia Milagre de Freitas  
Dayane Andrade Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.716191030925**

**CAPÍTULO 26 ..... 279**

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon  
Luziana Quadros da Rosa  
Robson Santos da Silva  
Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030926**

**CAPÍTULO 27 ..... 294**

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa  
Edilson Pontarolo

**DOI 10.22533/at.ed.716191030927**

**CAPÍTULO 28 ..... 304**

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas  
Vicente de Paulo Silva  
Adilson Gandu

**DOI 10.22533/at.ed.716191030928**

<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>313</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>326</b>
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030930</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>332</b>
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>342</b>
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>349</b>
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>358</b>
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030934</b>	

<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>368</b>
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030935</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>378</b>
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030936</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>388</b>
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030937</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>401</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>402</b>

## GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

**Wendy Díaz Valdés**

FAMAT-Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – MG

**Lígia Laís Fêmina**

FAMAT-Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – MG

**Gisele Andrade Lemos**

FAMAT-Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – MG

**Jorge Vicente Barbosa Júnior**

FAMAT-Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia – MG

**RESUMO:** Nesse trabalho, apresentamos a definição de grupos de homologia simplicial e os cálculos desses grupos para alguns espaços trianguláveis, isto é, homeomorfos a um poliedro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poliedro. Simplexo. Homologia Simplicial

### SIMPLICIAL HOMOLOGY GROUPS

**ABSTRACT:** In this work, we present the definition of simplicial homology groups and the calculations of these groups for some triangulable spaces, that is, homeomorphs to a polyhedron.

**KEYWORDS:** Polyhedron. Simplexo. Simplicial

Homology

### 1 | INTRODUÇÃO

Na topologia algébrica, a homologia simplicial na dimensão zero formaliza a ideia do número de componentes conexas e para dimensões maiores representa o número de “buracos”  $n$ -dimensionais.

A homologia simplicial surge como uma maneira de estudar os espaços topológicos cujos componentes estruturais são  $n$ -simplexos. Esta ferramenta é calculada em espaços homeomorfos a um poliedro, tal homeomorfismo se refere a uma triangularização do espaço dado. Muitos espaços topológicos de interesse podem ser triangularizados. A homologia simplicial só depende do espaço topológico associado. Dessa forma, esta oferece uma maneira de distinguir um espaço de outro.

### 2 | COMPLEXO SIMPLICIAL E HOMOLOGIA SIMPLICIAL

**Definição 1.** Um conjunto  $A = \{a_0, a_1, \dots, a_k\}$  de  $k + 1$  pontos em  $\mathbb{R}^n$  é geometricamente independente quando

apenas os vetores  $\alpha_1 - \alpha_0, \alpha_2 - \alpha_0, \dots, \alpha_k - \alpha_0$  são independentes.

**Definição 2.** Seja  $\{\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k\}$  um conjunto de pontos geometricamente independentes em  $\mathbb{R}^n$ . O  $k$ -simplexo,  $\sigma^k$ , é o conjunto de todos os pontos  $x \in \mathbb{R}^n$ , que são gerados por  $\{\alpha_0, \dots, \alpha_k\}$  para os quais não existem números reais negativos  $\{\lambda_0, \dots, \lambda_k\}$  tal que  $x = \sum_{t=0}^k \lambda_t \alpha_t$  e  $\sum_{t=0}^k \lambda_t = 1$ .

O **0-simplexo** é simplesmente um conjunto unitário, **1-simplexo** é um segmento de linha fechado, **2-simplexo** é um triângulo (interior e arestas), **3-simplexo** é um tetraedro (interior e arestas). Um **0-simplexo aberto** é o conjunto unitário, **1-simplexo aberto** é um segmento de linha com os pontos finais removidos, **2-simplexo aberto** é o interior de um triângulo, **3-simplexo aberto** é o interior de um tetraedro.

**Definição 3.** Dizer que um simplexo  $\sigma^k$  é uma face de um simplexo  $\sigma^n$ ,  $k \leq n$ , significa que cada vértice de  $\sigma^k$  é um vértice de  $\sigma^n$ . Se  $\sigma^n$  é o simplexo com vértices  $\alpha_0, \dots, \alpha_n$ , escrevemos  $\sigma^n = \langle \alpha_0 \dots \alpha_n \rangle$ .

**Definição 4.** Dois simplexos  $\sigma^m$  e  $\sigma^n$  são **propriamente unidos**, contanto que eles não tenham intersecção. Ou a intersecção  $\sigma^m \cap \sigma^n$  é uma face de ambos.

**Definição 5.** Um complexo simplicial é uma família finita  $K$  de simplexos geométricos os quais são **propriamente unidos** e tem a propriedade de que cada face de um elemento de  $K$  é também um elemento de  $K$ . A dimensão de  $K$  é o maior índice positivo  $r$  tal que  $K$  tenha um  $r$ -simplexo. A união de elementos de  $K$  com o subespaço topológico Euclidiano é denotado por  $|K|$  e é chamado de **poliedro** associado a  $K$ .

**Definição 6.** (ARMSTRONG, 1983) A triangularização de um espaço topológico consiste num complexo simplicial  $K$  e um homeomorfismo  $h: |K| \rightarrow X$ .

Geometricamente, triangularizar uma superfície é cobri-la de formas triangulares, as quais ou tem uma face toda em comum um vértice ou uma aresta. Além disso, a triangularização de uma superfície não é única.

A figura 1 mostra um exemplo de uma superfície triangularizada, a faixa de Möbis:

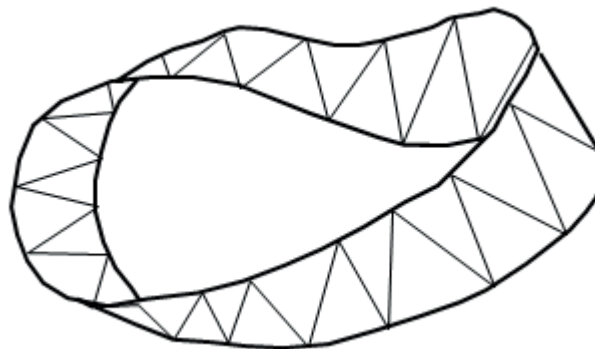


Figura 1. Triangularização da faixa de Möbis.

**Definição 7.** Um  $n$ -simplexo orientado,  $n \geq 1$  é obtido de um  $n$ -simplexo

$\sigma^n = \langle \alpha_0 \dots \alpha_n \rangle$  escolhendo a ordem para esses vértices. A classe equivalente de permutações pares para escolha da ordem determina o simplexo orientado positivamente  $+\sigma^n$ , enquanto a classe equivalente das permutações ímpares determina o simplexo orientado negativamente. Um complexo simplicial orientado é obtido de um complexo simplicial atribuído uma orientação para cada simplexo. Se os vértices  $\alpha_0, \dots, \alpha_p$  de um complexo  $K$  são os vértices de um  $p$ -simplexo  $\sigma^p$ , então o símbolo  $+\langle \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$  denota a classe de permutações pares para indicar a ordem de  $\alpha_0, \dots, \alpha_p$  e  $-\langle \alpha_0, \dots, \alpha_p \rangle$  denota a classe de permutações ímpares.

**Definição 8.** Seja  $K$  um complexo geométrico orientado com simplexos  $\sigma^{p+1}$  e  $\sigma^p$  cujas dimensões diferem por 1. Nós associamos em cada par  $(\sigma^{p+1}, \sigma^p)$  um número de incidência  $[\sigma^{p+1}, \sigma^p]$  definido como:

Se  $\sigma^p$  não é uma face de  $\sigma^{p+1}$ ,  $[\sigma^{p+1}, \sigma^p] = 0$ . Suponha que  $\sigma^p$  é uma face de  $\sigma^{p+1}$ . Ordene os vértices  $\alpha_0, \dots, \alpha_p$  de  $\sigma^p$  tal que  $+\sigma^p = +\langle \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$ . Seja  $\nu$  o vértice de  $\sigma^{p+1}$ , o qual não é vértice de  $\sigma^p$ . Então  $+\sigma^p = \pm \langle \nu \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$ . Se  $+\sigma^p = +\langle \nu \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$ . Se  $+\sigma^p = +\langle \nu \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$ , então  $[\sigma^{p+1}, \sigma^p] = 1$  Se  $+\sigma^p = -\langle \nu \alpha_0 \dots \alpha_p \rangle$ , então  $[\sigma^{p+1}, \sigma^p] = -1$ .

**Exemplo 1:** Se  $+2 = +\langle \alpha_0 \alpha_1 \alpha_2 \rangle$ ,  $+1 = +\langle \alpha_0 \alpha_1 \rangle$  e  $+1 = \langle \alpha_0 \alpha_2 \rangle$ , então  $[\sigma^2, \sigma^2] = 1$  e  $[\sigma^2, \tau^1] = -1$ .

**Definição 9.** Seja  $K$  um complexo simplicial orientado. Se  $p$  é um número inteiro positivo, a  $p$ -dimensional cadeia, ou  $p$ -cadeia, é uma função  $c_p$  que leva a família de  $p$ -simplexos orientado de  $K$  para inteiros tal que, para cada  $p$ -simplexo  $\sigma^p$ ,  $c_p(-\sigma^p) = -c_p(+\sigma^p)$ .

Com a operação adição ponto a ponto induzida pelos inteiros, a família de  $p$ -cadeias forma um grupo chamado de grupo  $p$ -dimensional cadeia de  $K$ . Esse grupo é denotado por  $C_p(K)$ .

O grupo cadeia  $C_p(K)$  é isomórfico à soma direta de grupos  $\mathbb{Z}$ . Assim se  $K$  tem  $\alpha_p$   $p$ -simplexos, então  $C_p(K)$  é isomórfico a soma direta de  $\alpha_p$  cópias de  $\mathbb{Z}$ . Um isomorfismo é dado pela correspondência  $\sum_{i=1}^{\alpha_p} g_i \sigma_i^p \leftrightarrow (g_1, \dots, g_{\alpha_p})$ .

**Definição 10.** Se  $g \cdot \sigma_p$  é uma  $p$ -cadeia elementar com  $p \geq 1$ , o **bordo** de  $\partial(g \cdot \sigma_p)$  denotado por  $\partial(g \cdot \sigma^p)$  é definido por  $\partial(g \cdot \sigma^p) = \sum [\sigma^p, \sigma_i^{p-1}] g \cdot \sigma_i^{p-1}$ ,  $\sigma_i^{p-1} \in K$ .

O operador bordo  $\partial$  é estendido por linearidade para um homomorfismo

$$\partial_p(g \cdot \sigma^p) : C_p(K) \rightarrow C_{p-1}(K).$$

Em outras palavras, se  $c_p = \sum g_i \cdot \sigma_i^p$  é uma  $p$ -cadeia arbitrária, então nós definimos

$$\partial_p(c_p) = \sum \partial_p(g_i \cdot \sigma_i^p).$$

O bordo de uma 0-cadeia é definido como sendo zero.

**Teorema 11.** ((CROOM, 1978), Teorema 2.1). Se  $K$  é um complexo orientado e  $p \geq 2$ , então  $\partial_{p-1} \circ \partial_p : C_p(K) \rightarrow C_{p-2}(K)$  no diagrama  $C_p(K) \xrightarrow{\partial_p} C_{p-1}(K) \xrightarrow{\partial_{p-1}} C_{p-2}(K)$  é um homomorfismo trivial.

**Definição 12.** Seja  $K$  um complexo orientado. Se  $p$  é um inteiro positivo, um

$p$ -dimensional ciclo em  $K$ , ou  $p$ -ciclo, é uma  $p$ -cadeia  $z_p$  tal que  $\partial(z_p) = 0$ . A família de  $p$ -ciclos é o núcleo do homomorfismo  $\partial_p : C_p(K) \rightarrow C_{p-1}(K)$ . e é um subgrupo de  $C_p(K)$ . Esse subgrupo, denotado por  $Z_p(K)$ , e é chamado de grupo ciclo  $p$ -dimensional de  $K$ . Desde que definimos o bordo de uma  $0$ -cadeia como sendo  $0$ , nós agora definimos  $0$ -ciclo como sendo sinônimo de  $0$ -cadeia. Assim, o grupo  $Z_p(K)$  de  $0$ -ciclos é o grupo  $C_p(K)$  de  $0$ -cadeias.

Se  $p \geq 0$ , a  $p$ -cadeia  $b_p$  é um  $p$ -dimensional bordo em  $K$ , ou  $p$ -bordo, se há uma  $(p+1)$ -cadeia tal que  $\partial(c_{p+1}) = b_p$ . A família de  $p$ -bordos é a imagem  $\partial_{p+1}(C_{p+1}(K))$ . e é um subgrupo de  $C_p(K)$ . Esse subgrupo é chamado de  $p$ -dimensional grupo-bordo de  $K$  e é denotado por  $B_p(K)$ .

Se  $n$  é a dimensão de  $K$ , então não existe  $p$ -cadeias em  $K$  para  $p > n$ . Nesse caso nós dizemos que  $C_p(K)$  é o grupo trivial  $\{0\}$ . Em particular, não existe  $(n+1)$ -cadeias em  $K$  tal que  $C_{n+1}(K)$  e, portanto  $B_n(K) = \{0\}$ .

**Teorema 13** ((CROOM, 1978), teorema 2.2). Se  $K$  é um complexo orientado, então  $B_p(K) \subset Z_p(K)$  para cada inteiro  $p$  tal que  $0 \leq p \leq n$ , onde  $n$  é a dimensão de  $K$ .

**Definição 14.** Dois  $p$ -ciclos  $w_p$  e  $z_p$  num complexo  $K$  são homólogos, se existe uma  $(p+1)$ -cadeia  $c_{p+1}$  tal que  $\partial(c_{p+1}) = w_p - z_p$ . Escrevemos  $w_p \sim z_p$ . Se um  $p$ -ciclo  $t_p$  é bordo de uma  $(p+1)$ -cadeia, nós dizemos que  $t_p$  é homólogo a zero e escrevemos  $t_p \sim 0$ .

Essa relação de homologia para  $p$ -ciclos é uma relação de equivalência, então temos as classes de homologia de  $Z_p(K)$ , dada por

$$[z_p] = \{w_p \in Z_p(K) : w_p \sim z_p\}.$$

As classes laterais são:  $z_p + B_p(K) = \{z_p + \partial_{p+1}(c_{p+1}) : \partial_{p+1}(c_{p+1}) \in B_p(K)\}$ . Portanto as classes homólogas são membros do grupo quociente  $\frac{Z_p}{B_p}$ . Nós podemos usar a estrutura do grupo quociente para adicionar as classes de homologia  $B_p(K)$ .

**Definição 15.** Se  $K$  é um complexo orientado e  $p$  um inteiro não-negativo, o grupo homologia  $p$ -dimensional de  $K$  é  $H_p(K) = \frac{Z_p}{B_p}$ .

### 3 | EXEMPLOS DE GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

**Exemplo 1:** Considere a configuração mostrada na figura abaixo. O interior do tetraedro e o interior do triângulo  $\langle def \rangle$  não são incluídos. Esse espaço é um poliedro  $K$ .



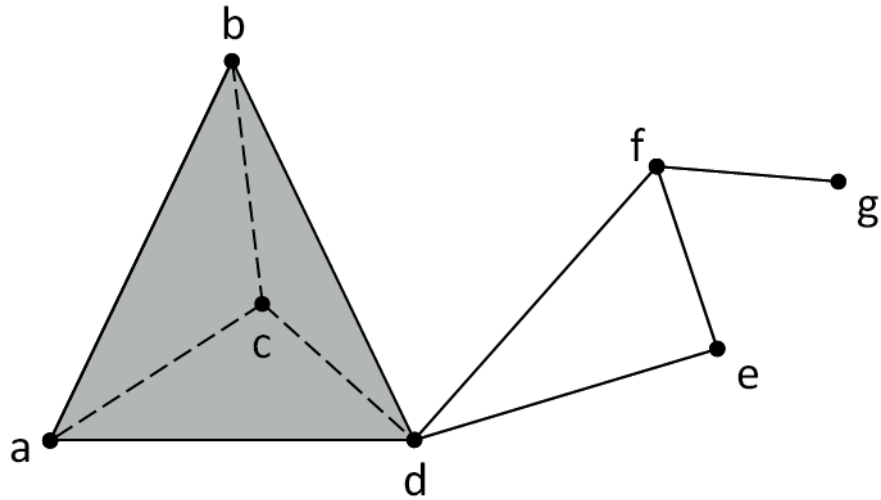


Figura 2. Complexo simplicial (CROOM, 1978).

Observe que

$$\begin{aligned}\partial_2(\langle abc \rangle + \langle acd \rangle) &= \langle ab \rangle + \langle bc \rangle + \langle ca \rangle + \langle ac \rangle + \langle cd \rangle + \langle da \rangle \\ &= \langle ab \rangle + \langle bc \rangle + \langle cd \rangle + \langle da \rangle\end{aligned}$$

Vamos verificar que  $\delta_1$  o  $\delta_2$  é um operador trivial

$$\partial_1(\langle ab \rangle + \langle bc \rangle + \langle cd \rangle + \langle da \rangle) = \langle b \rangle - \langle a \rangle + \langle c \rangle - \langle b \rangle + \langle d \rangle - \langle c \rangle + \langle a \rangle - \langle d \rangle = 0$$

Assim, todo bordo é um ciclo.

Intuitivamente, um ciclo é uma cadeia cujos termos fecham um buraco ou formam um bordo de uma cadeia de dimensão maior. Nós investigamos os “buracos” no poliedro para determinar os ciclos que não são bordos.

Considere a 2-cadeia  $\langle abc \rangle + \langle bcd \rangle + \langle acd \rangle + \langle abd \rangle$ , o bordo da 2-cadeia é:

$$\partial_2(\langle abc \rangle + \langle bcd \rangle + \langle acd \rangle + \langle abd \rangle) = 0$$

Logo, é um 2-ciclo e não é um bordo desde que o interior do tetraedro não está incluído. Considere  $z = \langle df \rangle + \langle fe \rangle + \langle de \rangle$

$$\partial_1(z) = \langle f \rangle - \langle d \rangle + \langle e \rangle - \langle f \rangle + \langle e \rangle - \langle d \rangle = 0$$

Portanto,  $z$  é 1-ciclo e não é bordo.

E qualquer outro 1-ciclo é um bordo ou a soma de  $z$  e um bordo. Assim qualquer 1-ciclo é homólogo a zero ou homólogo ao ciclo fundamental 1-ciclo  $z$ . Isso indica a presença de 2 buracos no poliedro, um limitado por 2-ciclo e outro pelo 1-ciclo  $z$ . Além disso,  $K$  possui uma única componente conexa. Portanto,  $H_i(K) = \mathbb{Z}$ ,  $i = 0, 1, 2$ .

**Exemplo 2:** Seja a triangulação da faixa de Möbius mostrada na figura abaixo com a orientação  $\alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_5$

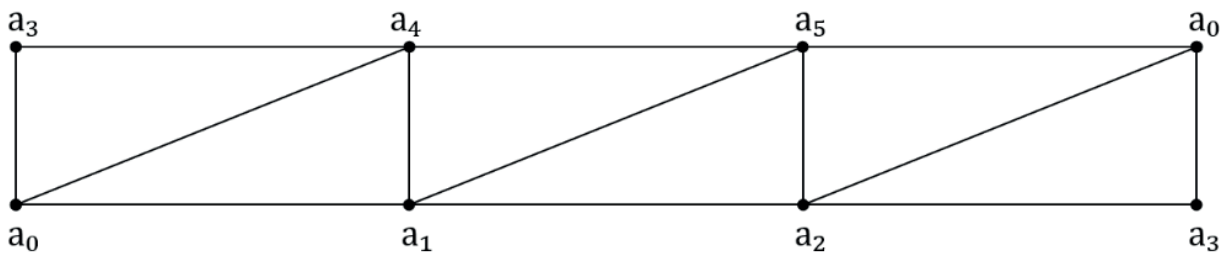


Figura 3. Outra triangulação da faixa de Möbius (CROOM, 1978)

Não há 3-simplexos em  $M$ ,  $B_2(M) = \{0\}$  então. Suponha que

$$w = g_0 \langle a_0 a_3 a_4 \rangle + g_1 \langle a_0 a_1 a_4 \rangle + g_2 \langle a_1 a_4 a_5 \rangle + g_3 \langle a_1 a_2 a_5 \rangle + g_4 \langle a_0 a_2 a_5 \rangle + g_5 \langle a_0 a_2 a_3 \rangle$$

é um 2-ciclo.

Calculando o bordo de  $w$  temos

$$\begin{aligned} \partial_2(w) = & (g_0 + g_5) \langle a_0 a_3 \rangle + g_0 \langle a_3 a_4 \rangle + (-g_0 - g_1) \langle a_4 a_0 \rangle + g_1 \langle a_0 a_1 \rangle \\ & + (g_1 + g_2) \langle a_1 a_4 \rangle + (-g_2 - g_3) \langle a_1 a_5 \rangle + g_2 \langle a_4 a_5 \rangle + g_3 \langle a_1 a_2 \rangle \\ & + (g_3 + g_4) \langle a_2 a_5 \rangle + (g_4 + g_5) \langle a_0 a_2 \rangle + g_4 \langle a_0 a_5 \rangle - g_5 \langle a_3 a_0 \rangle \end{aligned}$$

Para  $w$  ser 2-ciclo, temos que  $\partial(w) = 0$  se,  $g_0 = g_1 = g_2 = g_3 = g_4 = g_5 = 0$  e somente se.

Assim,  $Z_2(M) = \{0\}$ . Portanto  $H_2(M) = \frac{Z_2}{B_2} = \{0\}$ .

Considere as seguintes 1-cadeias:  $z = 1 \langle a_0 a_1 \rangle + 1 \langle a_1 a_2 \rangle + 1 \langle a_2 a_3 \rangle - 1 \langle a_2 a_3 \rangle$  e  $z' = 1 \langle a_0 a_3 \rangle + 1 \langle a_3 a_4 \rangle + 1 \langle a_4 a_5 \rangle - 1 \langle a_0 a_5 \rangle$ . Calculando os bordos, temos que  $z$  e  $z'$  são 1-ciclos. (Usando a intuição também vemos que são 1-ciclos, pois  $z$  e  $z'$  fazem um ciclo completo começando e terminando em  $a_0$ ). Entretanto,  $z - z'$  deve ser fronteira de alguma 2-cadeia.

Com um pouco de cálculo, descobrimos que

$$z - z' = \partial_2(1\langle a_0 a_1 a_4 \rangle + 1\langle a_1 a_2 a_5 \rangle + 1\langle a_0 a_2 a_3 \rangle - 1\langle a_0 a_2 a_5 \rangle - 1\langle a_1 a_4 a_5 \rangle - 1\langle a_0 a_3 a_4 \rangle)$$

Logo,  $z \sim z'$ .

Com um cálculo similar verificamos que qualquer 1-ciclo é homólogo a um múltiplo de  $z$ .

Portanto,  $H_1(M) = \{[gz] : g \in \mathbb{Z}\}$ , então  $H_1(M) \cong \mathbb{Z}$ . Isso indica que o poliedro IMI tem um buraco limitado por 1-simplexo.

Para determinar  $H_0(M)$ , observe que qualquer 0-cadeia  $1\langle a_i \rangle$  e  $1\langle a_j \rangle$  ( $i, j$  variando de 0 a 5) são homólogos.

Por exemplo,  $\partial_1(1\langle a_0 a_4 \rangle + 1\langle a_4 a_5 \rangle) = +1\langle a_5 \rangle - 1\langle a_0 \rangle$ . Logo,  $H_0(M) = \{[g\langle a_0 \rangle] : g \in \mathbb{Z}\}$ , então  $H_0(M) \cong \mathbb{Z}$ . Note que no nível zero a homologia indica que tem apenas uma componente conexa.

## 4 | CONCLUSÃO

Intuitivamente, o grupo de homologia de um complexo é descrito como um arranjo dos simplexes no complexo de tal modo que nos dirá os buracos associados ao poliedro e o número de componentes conexas.

## REFERENCIAS

ARMSTRONG, M. A. Basic Topology. New York: [s.n.].

CROOM, H. F. **Basic concepts of algebraic topology**. 1th. ed. New York: Springer-Verlag, 1978.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: [cleber\\_frs@yahoo.com.br](mailto:cleber_frs@yahoo.com.br)) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186  
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261  
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9  
Análise sensorial 45, 46, 56

### B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173  
Biofilmes 4  
Biomateriais 92  
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

### C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140  
Carbono cristalizado 114

### D

Dejetos de suínos 112

### G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195  
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

### H

Homologia simplicial 239

### I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

### M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369  
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

### N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

## O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

## P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

## Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

## R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

## S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

## T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

## V

Variabilidade climática 142

## W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-642-3

