

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2



# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-617-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.178212511>

1. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A obra "Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2" aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 16 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ALTERNATIVE FOR THE QUALITY CONTROL OF ANTILOMONIC SÉRUM PRODUCTION PROPOSED BY *Lonomia obliqua* CATERPILLARS USING ANALYTIC TECHNIQUES


Anicarine Ribeiro Leão  
Cibele Bugno Zamboni  
Dalton Giovanni Nogueira da Silva  
Simone Michaela Simons

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125111>

### **CAPÍTULO 2..... 5**

ANÁLISE DE ESTABILIDADE UTILIZANDO A TEORIA DE FLOQUET EM SISTEMAS DE TETHERS


Denilson Paulo Souza dos Santos  
Jorge Kennety Silva Formiga  
Guilherme Marcos Neves  
Guilherme Parreira Moia  
Rita de Cássia Domingos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125112>

### **CAPÍTULO 3..... 17**

CONSTITUINTES E CONTAMINANTES MINERAIS EM SUPLEMENTOS *WHEY PROTEIN*: ESTUDO DE CASO E ESTRATÉGIAS PARA ANÁLISE QUÍMICA


Thalles Pedrosa Lisboa  
Antonio Pedro Nogueira Guimarães  
Lucas Vinícius de Faria  
Rafael Arromba de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125113>

### **CAPÍTULO 4..... 30**

CLASSIFICAÇÃO DE TRÁFEGO EM REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS DO TIPO MLP

Nilton Alves Maia  
Victor de Freitas Arruda  
Maurílio José Inácio  
Renê Rodrigues Veloso


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125114>

### **CAPÍTULO 5..... 43**

CRESCIMENTO EM DAP E ALTURA TOTAL DE CINCO ÁREAS CILIARES NO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

Maria Cristina Bueno Coelho  
Mauro Luiz Erpen  
Marcos Vinicius Cardoso Silva  
Yandro Santa Brigida Ataide  
Mathaus Messias Coimbra Limeira


Walberisa Magalhães Gregório  
Maurilio Antonio Varavallo  
Juliana Barilli  
André Ferreira dos Santos,  
Max Vinícios Reis de Sousa  
Marcos Giongo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125115>

**CAPÍTULO 6..... 53**

**ESTUDO SOBRE MANOBRAS DE FASE**


Gabriel Homero Barros Vieira  
Claudia Celeste Celestino de Paula Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125116>

**CAPÍTULO 7..... 69**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO  
CARREGADOS COM FARINHA DE BAGAÇO DE MANDIOCA**


Alexsandro Bussinger Bon  
Nancy Isabel Alvarez Acevedo  
Marisa Cristina Guimarães Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125117>

**CAPÍTULO 8..... 82**

**GENERATION OF WIND ENERGY WITH KITES: A REVIEW OF THE AIRBORNE WIND  
ENERGY TECHNOLOGY**


Laura Barros Cordeiro Peçanha  
Natalia de Souza Barbosa Oliveira  
Wagner Vianna Bretas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125118>

**CAPÍTULO 9..... 97**

**INTERVENÇÃO PSICOSSOCIAL COM A TÉCNICA DE GRUPO OPERATIVO NO ENSINO  
SUPERIOR NA FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS, E LETRAS DE CANDEIAS –  
BAHIA - INTEGRAR PARA RESIGNIFICAR**

Adilton Dias de Santana  
Jessica Alves de Amorim Silva  
Nadjane Crisóstomos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125119>

**CAPÍTULO 10..... 108**

**MONITORIA DE GEOLOGIA GERAL PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS: UM  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**


Cibele Tunussi  
Marcos Henrique Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251110>

**CAPÍTULO 11..... 115**

CARACTERIZACIÓN MORFOGENÉTICAS Y CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA CUENCA DE SALINAS GRANDES, PUNA NORTE ARGENTINA

María del Carmen Visich

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251111>


**CAPÍTULO 12..... 128**

O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: EXPERIMENTO PARA PURIFICAÇÃO DA ÁGUA

Sandra Cadore Peixoto

Ail Conceição Meireles Ortiz

Janilse Fernandes Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251112>

**CAPÍTULO 13..... 139**

PRODUÇÃO DE MEMBRANAS DE CELULOSE BACTERIANA A PARTIR DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM CULTURA ESTÁTICA: UMA REVISÃO

Eduarda Zeni Neves

Bruna Segat


Geasi Lucas Martins

Michele Cristina Formolo Garcia

Giannini Pasiznick Apati

Andrea Lima dos Santos Schneider

Ana Paula Testa Pezzin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251113>

**CAPÍTULO 14..... 151**

DESTRITOS ESPACIAIS: CONSEQUÊNCIAS AO MEIO AMBIENTE E AO ESPAÇO


Letícia Camargo de Moraes

Jorge Kennety Silva Formiga

Fabiana Alves Fiore Pinto

Denilson Paulo Souza dos Santos

Vivian Silveira dos Santos Bardini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251114>

**CAPÍTULO 15..... 163**

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA OS MODELOS ATÔMICOS UTILIZANDO O SIMULADOR PHET


Carla Caroline Melgueira da Silva


Paula Gabrielly Freire Jacyntho

Andrey Martins Monteiro

Maria Luiza Santos Cuvello

Yasmin Ferreira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251115>

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>174</b>
VISUALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS NUMÉRICAS ENTRE AS ALTITUDES NORMAL E ORTOMÉTRICA NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL - ESTUDO DE CASO Roosevelt De Lara Santos Jr  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251116">https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251116</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>185</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>186</b>

## VISUALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS NUMÉRICAS ENTRE AS ALTITUDES NORMAL E ORTOMÉTRICA NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL - ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 01/11/2021

**Roosevelt De Lara Santos Jr**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul /  
IGEO/Departamento de Geodésia  
Porto Alegre - RS – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-4390-8636>

**RESUMO:** Em 2018 o IBGE adotou como referência altimétrica o quasegeoide e a relacionada altitude normal. A nova superfície de referência é determinada através do uso dos números geopotenciais calculados a partir das redes altimétrica e gravimétrica de precisão. O novo sistema altimétrico substitui o antigo sistema referido ao geoide e a respectiva altitude ortométrica. O presente estudo consiste na apresentação de uma metodologia concisa e simples ao usuário do SGB, através do uso exclusivo das informações disponíveis no BDG (IBGE), que possibilite ao mesmo estimar as diferenças numéricas entre altitudes normais e altitudes ortométricas, ou seja, a separação geoide-quasegeoide, analisar e projetar as necessidades de adaptação do referencial altimétrico antigo, o geoide, para o referencial altimétrico atual, o quasegeoide, em uma dada região geográfica, no caso abordado neste trabalho, a área abrangida pelo o estado do Mato Grosso do Sul. O resultado alcançado é promissor, pois, confirma os dados de ajustamento da rede altimétrica de precisão do SGB realizados pelo IBGE.

**PALAVRAS-CHAVE:** Altitudes científicas,

separação geoide-quasegeoide, referências altimétricas.

### VISUALIZATION OF NUMERICAL DIFFERENCES BETWEEN NORMAL AND ORTHOMETRIC HEIGHTS IN THE STATE OF MATO GROSSO DO SUL - CASE STUDY

**ABSTRACT:** In 2018, the IBGE adopted the quasi-geoid and the related normal height as an altimetric reference. The new reference surface is determined through the use of geopotential numbers calculated from the altimetric and gravity grids of precision. The new altimetric system replaces the old system referring to the geoid and its orthometric height. The present study consists of the presentation of a concise and simple methodology to the SGB user, through the exclusive use of information available in the BDG (IBGE), which makes it possible to estimate the numerical differences between normal and orthometric heights, that is, the separation geoid-quasi-geoid, analyze and project the adaptation needs of the old altimetric reference, the geoid, for the current altimetric reference, the quasi-geoid, in a given geographic region, in the case addressed in this work, the area covered by the state of Mato Grosso do Sul. The result achieved is promising, as it confirms the adjustment data of the SGB's altimetric precision network carried out by IBGE.

**KEYWORDS:** Scientific heights, geoid-quasigeoid separation, altimetric references.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo IBGE (2019), o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB é a referência para o posicionamento de alta precisão no Território Nacional. Para o posicionamento vertical, como no caso do estabelecimento de canais de irrigação e transposição de águas entre bacias hidrográficas, entre outros exemplos, a referência é dada pelas estações da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema, denominadas Referências de Nível (RRNN). A medida que novas linhas de nivelamento são agregadas à Rede e novas técnicas de medição e processamento são desenvolvidas, as altitudes de suas referências de nível são periodicamente recalculadas, por meio do tradicional ajustamento por mínimos quadrados. Assim procedendo, o IBGE visa garantir a integridade, a consistência e a confiabilidade das informações divulgadas no seu Banco de Dados Geodésicos - BDG.

Os elementos principais de um Sistema Geodésico de Referência Vertical (SGRV) são as coordenadas verticais – as altitudes físicas ou números geopotenciais das estações da rede de referência – e a superfície de referência, ou nível de referência, a partir do qual são estabelecidas as coordenadas verticais (IHDE et al., 2017). Tradicionalmente, a definição e a realização dos SGRVs continentais e nacionais baseava-se na adoção do Nível Médio do Mar (NMM) como *datum* vertical, representando uma aproximação adequada do geoide, e na utilização exclusiva do nivelamento geométrico de alta precisão, com a correção da gravidade normal (teórica), para propagação desse *datum* em toda a região de interesse. Assim foi estabelecida a componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB.

Tendo em vista a adoção no Brasil da altitude normal através do IBGE (IBGE,2018), e considerando seu cálculo a partir dos números geopotenciais e suas associações às altitudes ortométricas e consequente relacionamento ao nível zero, que reflete em termos práticos a qualidade ou precisão do geoide local atual, conduz então, dentro de uma análise mais rigorosa às altitudes ortométricas-normais.

Conforme De Lara (2017), na tarefa de modelagem da Terra pela Geodésia, são utilizadas diversas superfícies de referência, tradicionalmente, a superfície terrestre, o geoide e o elipsoide. Com o avanço tecnológico nas Geodésia Física e Geodésia Espacial, durante as últimas décadas, vem se registrando o crescimento em importância teórica e prática com relação à outras superfícies de referência, tais como, o teluróide (Hirvonen 1960), quasegeoide (Molodenskii 1945) e cogeioide, bem como seus relacionamentos às referidas superfícies de referência convencionais. Na figura 1 observamos a superfície física da Terra (e proximidades), sobre a qual são realizados ou referidos os levantamentos geodésicos, o geoide representando a superfície de referência em relação ao campo de gravidade, o elipsoide responsável pela modelagem matemática da Terra. A distância entre o geoide e a superfície terrestre contada sobre a vertical é a altitude ortométrica, analogamente em relação ao elipsoide e a normal temos a altitude elipsoidal. A altura geoidal

representa a separação geóide-elipsoide. De maneira simplificada podemos entender o telúroide como sendo a superfície na qual o valor do potencial normal em um ponto é igual ao geopotencial de seu respectivo homólogo localizado na superfície terrestre. De acordo com Hirvonen a distância sobre a normal entre o telúroide e a superfície terrestre é denominada anomalia de altitude. Similarmente, com a teoria de Molodenskii, a anomalia de altitude pode ser representada como a distância sobre a normal entre o elipsoide e o quasegeóide. O cogeóide, está relacionado ao efeito indireto e o conseqüente potencial perturbador (Heiskanen et Moritz, 1957; Gemael, 1999).

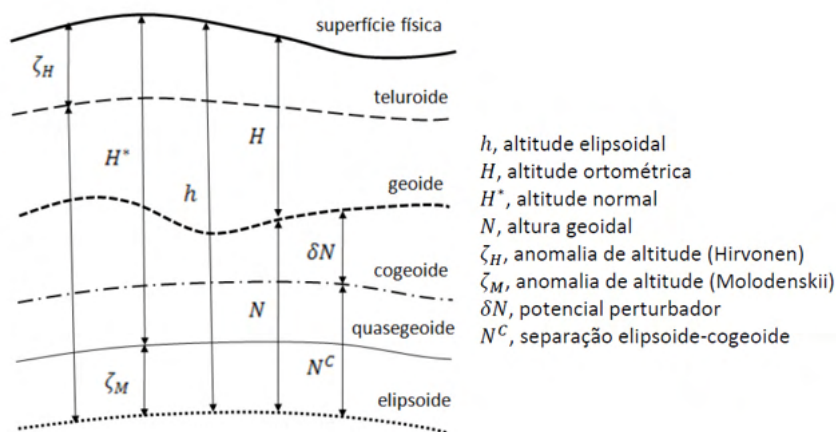


Figura 1 – Principais superfícies de referência em Geodésia (baseado em De Lara, 2017).

Da figura 1 podem-se extrair as seguintes aproximações uma vez que as superfícies de referência (física, geóide, elipsoide e quasegeóide), não são necessariamente paralelas:

$$h \cong H + N \quad (1)$$

$$h \cong H^* + \zeta \quad (2)$$

Operando as equações 1 e 2 temos como resultado a Separação Geóide-Quasegeóide (SGQ), a qual representa em termos práticos, a diferença numérica entre as altitudes normal e ortométrica. O detalhamento e as diversas implicações teóricas inerentes a completa dedução da equação 3 encontram-se disponíveis em Sjöberg (2010):

$$SGQ = N - \zeta = H^* - H \quad (3)$$

As equações 4 e 5, apresentam o cálculo das altitudes ortométrica e normal respectivamente a partir dos valores médios das gravidades: medidas ( $\bar{g}$ ) e normais calculadas ( $\bar{\gamma}$ ) e do número geopotencial ( $C$ ):

$$H = C/\bar{g} \quad (4)$$

$$H^* = C/\bar{\gamma} \quad (5)$$

$$C = H^*\bar{\gamma} = H\bar{g} \quad (6)$$

Para o cálculo da gravidade normal pode-se utilizar a fórmula Somigliana (Moritz, 1980):

$$\gamma = (ay_e \cos^2 \varphi + by_p \sin^2 \varphi)/(a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi) \quad (7)$$

onde,

$y$ , gravidade normal

$a$ , semi-eixo maior

$b$ , semi-eixo menor

$y_e$ , gravidade normal no equador

$y_p$ , gravidade normal no pólo

$\varphi$ , latitude geodésica

O objetivo do presente estudo consiste na apresentação de uma metodologia concisa e simples ao usuário do SGB, através do uso exclusivo das informações disponíveis no BDG (IBGE), que possibilite ao mesmo estimar as diferenças numéricas entre altitudes normais e altitudes ortométricas, ou seja, a separação geoide-quasegeoide, analisar e projetar as necessidades de adaptação do referencial altimétrico antigo, o geoide, para o referencial altimétrico atual, o quasegeoide, em uma dada região geográfica, no caso abordado neste trabalho, a área abrangida pelo o estado do Mato Grosso do Sul.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em concordância à proposta do presente trabalho, foram utilizados somente dados altimétricos, gravimétricos e espaciais disponíveis no Banco de Dados Geodésicos (BDG) acessados em IBGE(2021). A figura 2 apresenta as redes altimétrica e gravimétrica de precisão mantida pelo IBGE em nível nacional.



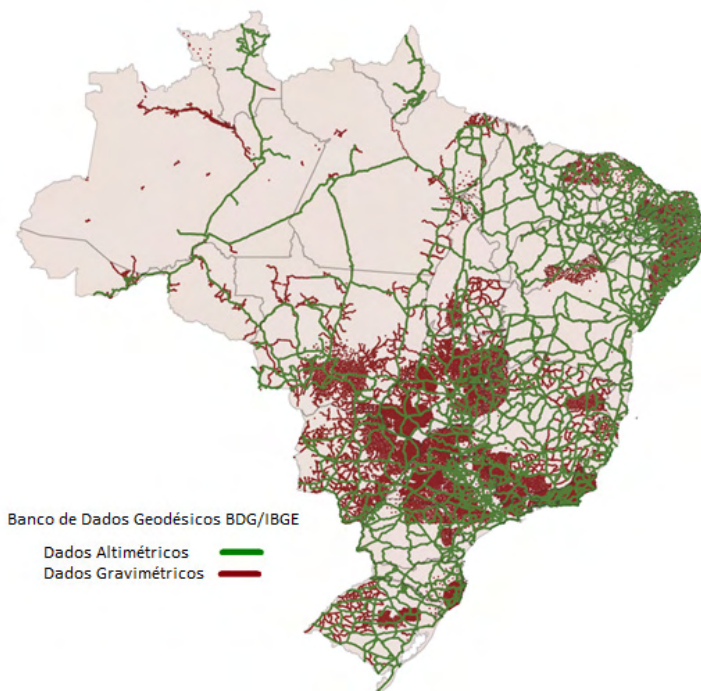


Figura 2 – Abrangência nacional dos dados altimétricos e gravimétricos do BDG/IBGE (BDG, 2021).

A escolha da área teste para o presente estudo de caso, se deu a partir da análise em termos de densidade e distribuição das redes altimétrica e gravimétrica nas unidades da federação (figura 1), optando-se pelo estado do Mato Grosso do Sul em função distribuição das estações gravimétricas e RRNN, bem como, da homogeneidade e cobertura das referidas redes na maior parte do território estadual, com a devida baixa na região noroeste em função da ocorrência da zona pantaneira, conforme apresentado na figura 3.

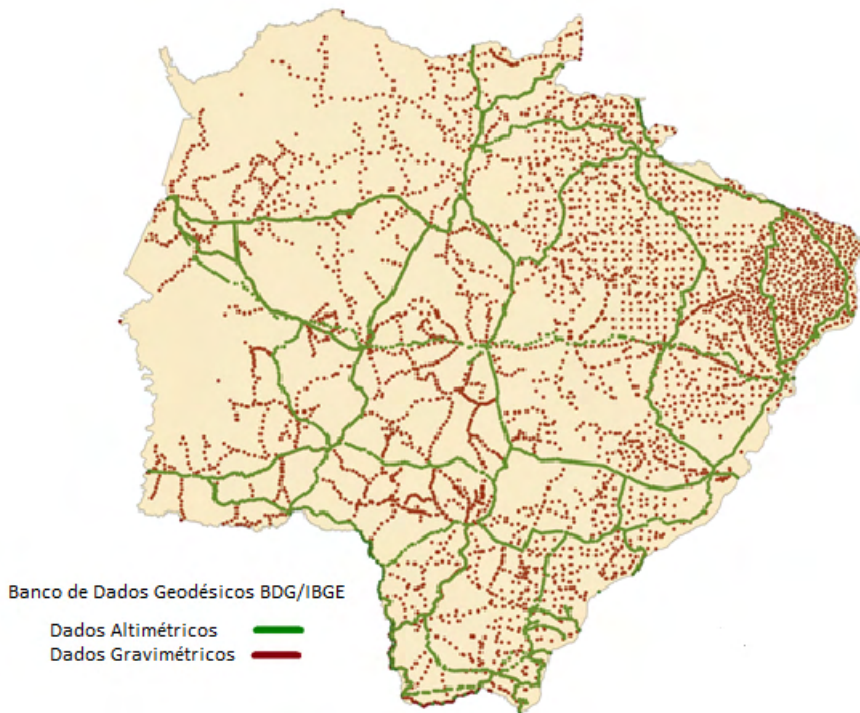


Figura 3 – Dados altimétricos e gravimétricos no BDG/IBGE disponíveis no Mato Grosso do Sul (BDG, 2021).

Os dados utilizados a partir do BDG foram: altitude normal, altitude ortométrica, número geopotencial, longitude e latitude. Tendo em vista que estes dados não são comuns para todas as estações e RRNN, utilizando as fórmulas 4, 5, 6 e 7 foi gerado um arquivo contendo 402 pontos (entre estações gravimétricas e RRNN), o qual, serviu de base para o cálculo das diferenças numéricas entre as altitudes normal e ortométrica (ou separação geóide-quasegeóide - SGQ) no estado do Mato Grosso do Sul, utilizando a fórmula 3. Ao vetor das SGQs foram aplicadas estatísticas (média, desvios, desvio padrão, variância, amplitude da amostra), permitindo avaliar a precisão do vetor SGQ calculado. Considerando as possíveis interrelações das diversas fontes de dados foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson para análise correlacional entre duas variáveis. A fórmula (8) foi utilizada para o cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson:

$$\rho = cov(X, Y) / \sqrt{(var(X) \cdot var(Y))} \quad (8)$$

A análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação. Cabe observar que, como o coeficiente é concebido a partir do ajuste linear, então a fórmula não contém informações do ajuste, ou

seja, é composta apenas dos dados (Gibbons,1985).

### 3 | RESULTADOS E ANÁLISE

Em atendimento ao objetivo principal do presente estudo, a visualização das diferenças numéricas entre as altitudes normal e ortométrica (ou separação geóide-quasegeóide - SGQ) no estado do Mato Grosso do Sul. Primeiramente foi elaborado um mapa altimétrico utilizando as altitudes ortométricas (figura 4), posteriormente foi elaborado o mapa de SGQs (figura 5). Estes dois mapas permitem a análise visual regional das elevações em termos de altitude normal-ortométrica, bem como, visualizar sua variação em termos do novo sistema altimétrico referido ao quase-geóide e as respectivas altitudes normais. As estatísticas aplicadas (resumidas na figura 6) mostraram que o vetor SGQ tem média da ordem de  $-0,010$  m (o que pode ser interpretado como não tendencioso), e sua precisão atribuída pelo respectivo desvio padrão da ordem de  $0,0165$  m, a amplitude de variação das SGQs é da ordem de  $0,0765$  m. O histograma de distribuição de frequências (figura 7) mostra que a maior concentração dos pontos testados (231 entre 402) tem variação entre  $\pm 0,004$  m. Confrontando as figuras 4 e 5, podemos relacionar às maiores SGQs às maiores altitudes o que é comprovado estatisticamente pela alta correlação linear ( $-96,09\%$ ) conforme apresentado na figura 6. Tendo em vista as questões isostáticas foram calculados os coeficientes de correlação entre as SGQs e os valores de gravidade resultando em  $26,09\%$ , assumido como moderado no presente estudo, similarmente os coeficientes de correlação entre SGQs e as altitudes normais e ortométricas resultando em  $-16,96\%$ . Por fim, a figura 8, apresenta a concordância entre os resultados apresentados pelo IBGE (2019) e o presente estudo.

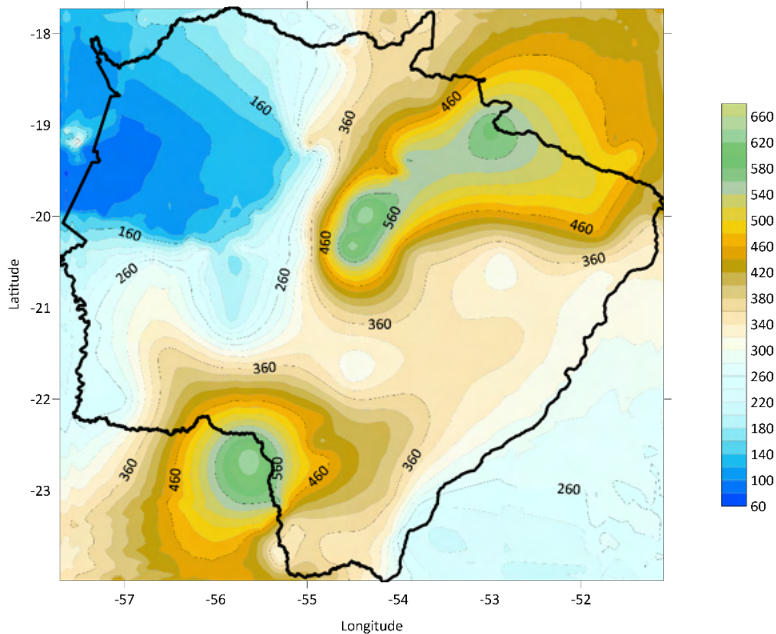


Figura 4 – Altimetria (m) do estado do Mato Grosso do Sul utilizando dados do BDG/IBGE (autoria própria).

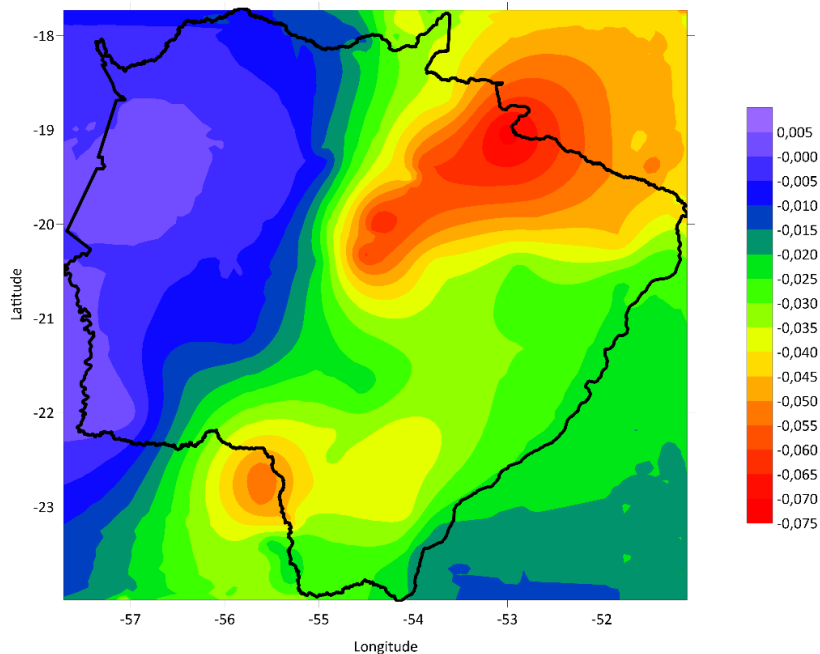


Figura 5 – Visualização das diferenças numéricas (m) entre as altitudes normal e ortométrica no estado do Mato Grosso do Sul utilizando dados altimétricos e gravimétricos do BDG/IBGE (autoria própria).

Estatísticas Aplicadas	Resultados
Média (m)	-0,0107
Desvio Padrão (m)	0,0165
Variância (m <sup>2</sup> )	0,0003
Desvio mínimo (m)	-0,0730
Desvio máximo (m)	0,0035
CC (Altitude Ortométrica x Diferenças de Altitudes)	-0,9609
CC (Altitude Normal x Diferenças de Altitudes)	-0,9609
CC (Gravidade Local x Diferenças de Altitudes)	0,2609
CC (Gravidade Local x Altitude Ortométrica)	-0,1696
CC (Gravidade Local x Altitude Normal)	-0,1696

CC=Coefficiente de Correlação Linear de Pearson

Figura 6 – Quadro resumo das estatísticas.

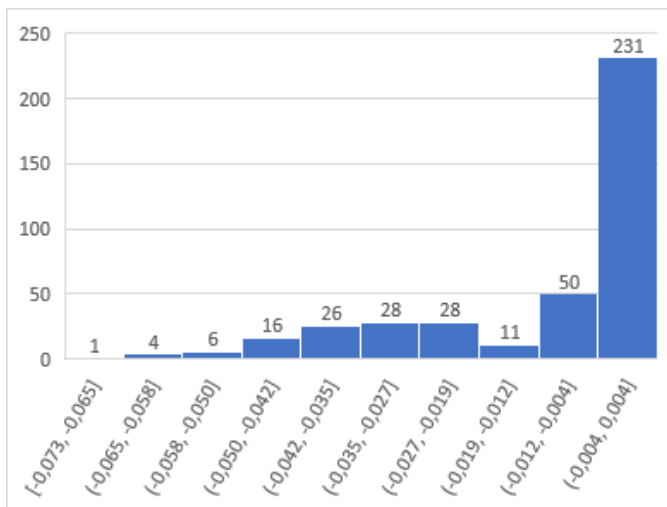
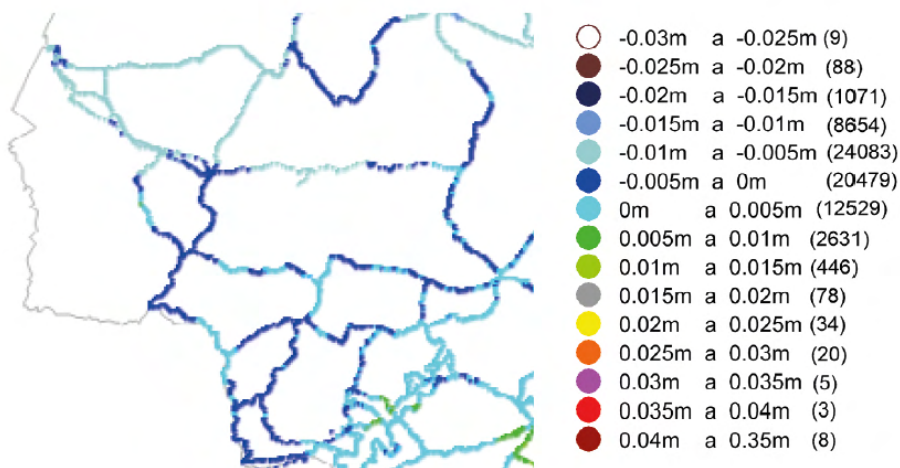


Figura 7 - Histograma das distribuições de frequência e as variações numéricas entre as altitudes normal e ortométrica (m).



**Figura 20 - Diferenças entre as altitudes normais do REALT 2018 e as altitudes ortométricas-normais calculadas com a mesma rede**

Figura 8 – Extrato da figura 20 em IBGE (2019).

#### 4 I CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Tendo como base os resultados alcançados na presente pesquisa, conclui-se o pleno êxito da metodologia proposta e aplicada. O usuário do SGB via BDG/IBGE tem mais um caminho, visando por exemplo, a densificação de redes altimétricas de precisão ou de atendimentos específicos, como nos casos das engenharias e os responsáveis por planejamentos administrativos regionais. Sugere-se a aplicação desta metodologia à outras regiões e implementações de ajustamentos mais complexos.

#### REFERÊNCIAS

DE LARA, R. **Efeito da variação do valor da densidade lateral relacionada à separação geóide-quasegeóide na região de Porto Alegre RS – Estudo de Caso**. IV Simpósio Brasileiro de Geomática – SBG2017 II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica - CTIG2017 Presidente Prudente - SP, 24-26 de julho de 2017 p. 470-473.

DE LARA, R. et al. **Separação geóide-quasegeóide (SGQ) e sua variação em função do valor da densidade lateral no município de Porto Alegre – RS**. Revista SODEBRAS, V.16, n.180, dezembro, 2020, p. 88-94.

GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba: Editora da UFPR. 1999. 302p.

GIBBONS, J.D. **Nonparametric Statistical Inference**. 2nd ed. M. Dekker, 1985.

HEISKANEN W.A. et MORITZ, H. **Physical Geodesy**. A series of books in geology. Freeman. 1957.

IBGE. **Reajustamento da rede altimétrica com números geopotenciais 2018**. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>

IBGE. **Reajustamento da rede altimétrica com números geopotenciais 2019**. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>

IBGE. **Banco de Dados Geodésicos (BDG)**, 2021. Acesso em <http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>

IHDE, J.; Sanchez, L.; BARZAGHI, R.; DREWES, H.; FOERSTE, C.; GRUBER, T.; LIEBSCH, G.; MARTI, U.; PAIL, R.; SIDERIS, M. **Definition and proposed realization of the International Height Reference System (IHR)**. *Surveys in Geophysics*, Heidelberg: Springer-Verlag, v. 38, n. 3, p. 549-570, Maio. 2017.

MORITZ, H. **Geodetic Reference System 1980**. *Bulletin Géodésique*, v.54, 1980. 395-405p.

SJÖBERG, L.E. **A strict formula for geoid-to-quasigeoid separation**. *Journal of Geodesy*. Springer-Verlag. v.84. 2010. 699-702p.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**FRANCISCO ODÉCIO SALES** - Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial, com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional, Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019, atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuou entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira, Educação Fiscal, Educação Científica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica, técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do Ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas, Geometria não euclidiana, Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Música (IFCE Campus Crateús), do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena, DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alternative Energy Sources 82, 83

Altitudes científicas 174

Aprendizagem 35, 41, 98, 99, 101, 103, 104, 105, 110, 113, 128, 134, 137, 138, 163, 164, 165, 166, 168, 170, 172, 173

Aulas práticas 108, 110, 111

AWE 82, 83, 84, 85, 86, 87, 93, 94

### B

Biological material 1

### C

Caracterização geológica 115

Celulose bacteriana 80, 139, 140, 141, 142, 147, 148, 150

Classificação de tráfego 30, 31, 33, 40, 41

Cl concentration 1, 4

Composição química 17, 167

Compósitos 69, 71, 72, 73, 76, 77, 78

Controle 1, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 20, 26, 31, 42, 137, 138, 151, 161

### D

Detritos espaciais 5, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162

Docência 108, 109, 185

### E

Educação básica 128, 129, 185

Educação superior 97

EDXRF 1, 2, 3, 4

Environmentally Sound Technologies 82, 83

Estabilidade 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 44, 71

Experimentação 128, 134, 135

### F

Farinha de bagaço de mandioca 69, 72, 74, 80

Fontes nutricionais 140, 145

## **G**

Geociências 108

## **I**

INAA 1, 2, 3

Incremento de velocidade 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 66, 67

Intervenção 97, 98, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 167, 185

## **K**

Komagataeibacter hansenii 140, 141, 149

## **L**

Legislação 17, 22, 151, 156

## **M**

Manobra orbital 53, 54, 55, 66, 67

Mata Ciliar 43, 47, 48, 52

Mensuração 43, 166

Metais pesados 17

Micronutrientes minerais 17, 21, 22, 23, 26

MLP 30, 31, 32, 33, 35, 40

Modelos atômicos 163, 167, 168, 170, 171, 172

Monitor 3, 4, 88, 108, 109, 110, 113, 114, 185

Morfologia 115

## **P**

Polipropileno 69, 71, 72, 76, 77, 78

Produção 1, 19, 25, 26, 70, 79, 81, 105, 134, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 153, 156

Propriedades mecânicas 69, 71, 76, 77, 78, 141

Psicologia social 97, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 107

## **R**

Reconstrução paleoclimática 115

Redes definidas por software 30, 31, 41, 42

Redes neurais artificiais 30

Referências altimétricas 174

Resíduos recorrentes 151

## **S**

Separação geoide-quasegeoide 174, 176, 177, 179, 180, 183

Sequência didática 138, 163, 168, 170, 172

Simulador PhET 163, 165, 167, 168, 169, 172

Sistemas ligados por cabos 5, 6

Suplementos 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Sustainability 82, 95

## **T**

Transferência de órbita 53

Tukey 43, 44, 45, 50, 51

## **U**

Utilização industrial 139, 140

## **W**


Whey protein 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 29


# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)


 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)


# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)