

**Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)**

# **Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4**



**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

# Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4

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: Karine de Lima  
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>	
C569	Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-475-7 DOI 10.22533/at.ed.757191107  1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario  CDD 509.81
<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

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 4*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 22 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISIS DE LAS CÉLULAS DE SARCOMA DE OSEJO EN PERRO DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN CON EQUIPO DE COBALTO	
Paula de Sanctis Brunno Felipe Ramos Caetano Luis Maurício Montoya Flórez Valéria Barbosa de Souza Luís Fernando Barbisan Marco Antônio Rodrigues Fernandes Ramon Kaneno Rogério Antônio de Oliveira Willian Fernando Zambuzzi Noeme Sousa Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AVALIAÇÃO COMPUTACIONAL DE INTERAÇÕES ENTRE AS PROTEÍNAS M E M2-1 DO VÍRUS SINCICIAL RESPIRATÓRIO HUMANO (HRSV) E RIBAVIRINA	
Ernesto Tavares Neto Leandro Cristante de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ENCAPSULAMENTO DE NANOPARTÍCULAS FERROMAGNÉTICAS EM MATRIZ EPOXÍDICA PARA O TRATAMENTO DE HEPATOCARCINOMA	
Bruno de Vasconcellos Averaldo Hangai Alexandre Zirpoli Simões	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
ESTUDO QUÍMICO DO EXTRATO CLOROFÓRMICO DAS FOLHAS DA <i>Annona muricata</i> L.	
Maria Luiza da Silva Pereira Karoline Pereira Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA CALCULAR A ROTAÇÃO DO SOL	
Matheus Leal Castanheira Dietmar Willian Foryta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO ESTADO DE ALAGOAS PARA OS ANOS DE 2015 E 2016	
Esdras de Lima Andrade Whendel Cezar Silva de Couto Daniel Nivaldo da Conceição Alex Nazário Silva Oliveira Elizangela Lima de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911076</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PÓS-IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E AÇÕES CORRELATAS DO ÓRGÃO AMBIENTAL FISCALIZADOR	
Poliana Arruda Fajardo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911077</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
OSCILADOR HARMÔNICO: MODELO PARA A DESCRIÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS EM EQUILÍBRIO ESTÁVEL SOFRENDO PEQUENAS OSCILAÇÕES	
Pedro Henrique Ferreira de Oliveira João Philipe Macedo Braga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911078</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
PALAVRAS CRUZADAS: UMA FERRAMENTA LÚDICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA E DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA	
Osmar Luís Nascimento Gotardi Andréa Martini Ribeiro Fernanda Marchiori Grave Letícia Cristiane Malakowski Heck Mario Victor Vilas Boas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911079</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>102</b>
QUANTIFICAÇÃO DE P-FENILENODIAMINA (PPD) EM FORMULAÇÃO DE CORANTE PERMANENTE DE CABELO	
Maria Letícia Mendes Soares Thamiris Costa dos Santos Carolina Venturini Uliana Mariele Mucio Pedroso Hideko Yamanaka	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110710</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>111</b>
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DIRETO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	
Mariana Basolli Borsatto Beatriz Garcia Silva Paulo César Lodi Rogério Custódio Azevedo Souza Bruna Rafaela Malaghini Caio Henrique Buranello dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110711</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>121</b>
SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO SEGURO DE BIOPROCESSOS	
<a href="#">Milson dos Santos Barbosa</a> <a href="#">Lays Carvalho De Almeida</a> <a href="#">Isabelle Maria Duarte Gonzaga</a> <a href="#">Aline Resende Dória</a> <a href="#">Luma Mirely Souza Brandão</a> <a href="#">Isabela Nascimento Souza</a> <a href="#">Débora da Silva Vilar</a> <a href="#">Juliana Lisboa Santana</a> <a href="#">Priscilla Sayonara de Sousa Brandão</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110712</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>129</b>
SÍNTESE DOS NÍVEIS INTERPRETANTES DAS ESTAÇÕES DO ANO APRESENTADOS POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	
<a href="#">Daniel Trevisan Sanzovo</a> <a href="#">Carlos Eduardo Laburú</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110713</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>140</b>
SISTEMA DE CONTROLE EMPREGANDO TECNOLOGIA RFID	
<a href="#">Felipe de Carvalho Forti</a> <a href="#">Alexandre César Rodrigues da Silva</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>150</b>
TÉCNICAS DE MEDIÇÃO BASEADAS NA FUNÇÃO DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA PARA DETECÇÃO DE DANO BASEADA NA IMPEDÂNCIA ELETROMECAÂNICA	
<a href="#">Guilherme Silva Bergamim</a> <a href="#">Caio Henrique Rodrigues</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110715</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>164</b>
TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS À MINERAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO SERIDÓ POTIGUAR	
<a href="#">Paulo Sérgio de Rezende Nascimento</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>180</b>
UM ESTUDO SOBRE ANÉIS LOCAIS	
<a href="#">Brendol Alves Oliveira Gomes</a> <a href="#">Eliris Cristina Rizzioli</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>192</b>
UMA VISÃO GERAL DE FRAMEWORKS PHP POPULARES PARA PROGRAMAÇÃO WEB	
<a href="#">Lilian N A Lazzarin</a> <a href="#">Leandro do Nascimento dos Anjos</a> <a href="#">João Florentino da Silva Junior</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110718</b>	



<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>202</b>
UM PANORAMA DA QUALIDADE DA INTERNET BANDA LARGA NA REGIÃO DO MATO GRANDE	
Igor Augusto De Carvalho Alves	
Hellen Adélia Oliveira Da Cruz	
Maria De Lourdes Assunção Soares Dantas Fonseca	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110719</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>216</b>
USO DE SUPPORT VECTOR MACHINE EM AMBIENTE SUBTERRÂNEO: APLICAÇÃO EM POÇO DE MONITORAMENTO PARA REGRESSÃO DE DADOS DE NÍVEL DE ÁGUA	
Thiago Boeno Patricio Luiz	
Guilherme de Freitas Gaiardo	
José Luiz Silvério da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110720</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>229</b>
UTILIZAÇÃO DA DIFRAÇÃO DE RAIOS X NA CARACTERIZAÇÃO DO HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR (HDL) MG/AL E SEU EFEITO MEMÓRIA	
Victor De Aguiar Pedott	
Elton Luis Hillesheim	
Iemedelais Bordin	
Rogério Marcos Dallago	
Marcelo Luís Mignoni	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110721</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>237</b>
UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA ESTUDO DE ONDAS OCEÂNICAS	
Matheus José de Deus	
Mateus das Neves Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110722</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>242</b>

## MÉTODO SIMPLIFICADO PARA CALCULAR A ROTAÇÃO DO SOL

**Matheus Leal Castanheira**

Universidade Federal do Paraná, mlcastanheira@gmail.com

**Dietmar Willian Foryta**

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Física, foryta@fisica.ufpr.br

**RESUMO:** Quando observamos o sol, podemos perceber pela posição das manchas solares, que ele tem um movimento de rotação. Este movimento de rotação não é rígido como observamos na Terra, o movimento no Sol depende de sua latitude e isso chamamos de rotação diferencial. Neste trabalho, mostraremos uma maneira simples de se estimar esta velocidade de rotação, utilizando imagens públicas do telescópio SOHO e um software de geometria chamado Geogebra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Astronomia; Educação; Sol; Rotação.

### SIMPLIFIED METHOD TO CALCULATE THE ROTATION OF SUN

**ABSTRACT:** When we observe the sun, we can realize by the position of the sunspots, that it contains a rotating movement. This rotation movement is not rigid as we observe on Earth, the movement in the sun depends on its latitude and this is what we call differential rotation.

In this paper, we will present a simple way to estimate this speed of rotation, using public images taken from the SOHO telescope and a geometry software called Geogebra. Keywords astronomy, rotation, sun, sunspot.

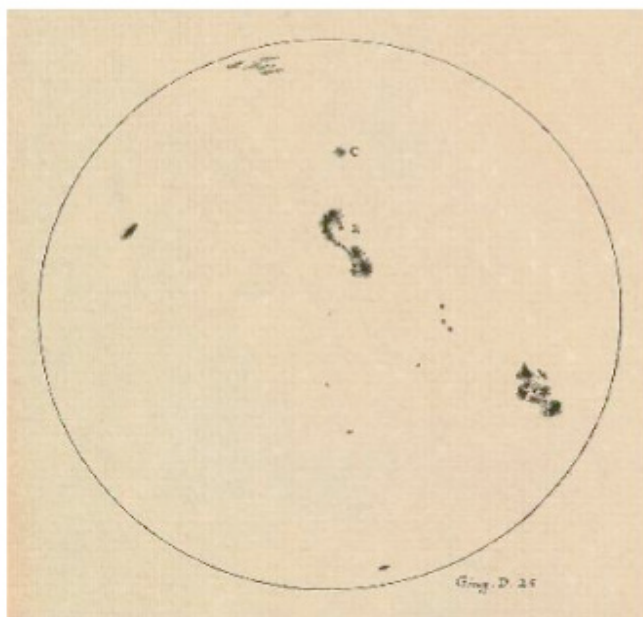
**KEYWORDS:** Astronomy; Education; Sun; Rotation.

### 1 | INTRODUÇÃO

A cerca de aproximadamente 4,5 bilhões de anos uma grande massa de hidrogênio começava a se aglutinar dando início a uma pequena estrela que hoje conhecemos como Sol.

O termo Sol etimologicamente origina-se do Indo-Europeu, vindo de *saewel*, que pode ser traduzida como brilhar ou iluminar. Sozinho nossa pequena estrela brilhou e iluminou o sistema solar por aproximadamente 500 milhões de anos, até que os detritos em volta dele começaram a se acumular dando origem aos planetas. Em um diminuto planeta a aproximadamente 150 milhões de km de distância a vida floresceu, e uma raça de hominídeos olhava para o céu e observava uma grande bola brilhante que os iluminava e aquecia. Aquela esfera de luz aparentemente girava em torno da Terra. Com o passar do tempo a humanidade evoluiu em diversas culturas e

não demorou muito para que várias delas tivessem o Sol como uma divindade, por exemplo ele era conhecido como *Helios* pelos gregos, *Mitras* pelos persas, *Rá* pelos egípcios e *Guaraci* para os Tupis. Apesar da constante evolução humana, foi só por volta do século XVII d.e.c com a invenção do telescópio, que um astrônomo chamado Galileu Galilei, começou a desenvolver os primeiros estudos da superfície do Sol. Ele percebeu que existiam manchas escuras na superfície do Sol, e no verão de 1612 fez os primeiros registros do que hoje conhecemos como manchas solares, um desses registros pode ser visto na Figura 1.



**Figura 1:** Primeiro registro de manchas solares feito por Galileu em 1612 publicadas no livro *Letters on Sunspots* em 1613.

A partir daí começou uma nova era de estudos sobre o Sol. Hoje, além de telescópios em terra, temos satélites específicos para observação solar, como o SOHO e o STEREO. Além da luz visível podemos observar o Sol em outros comprimentos de onda, desde de ondas de rádio com baixas frequências até ondas altamente energéticas como o raio x.

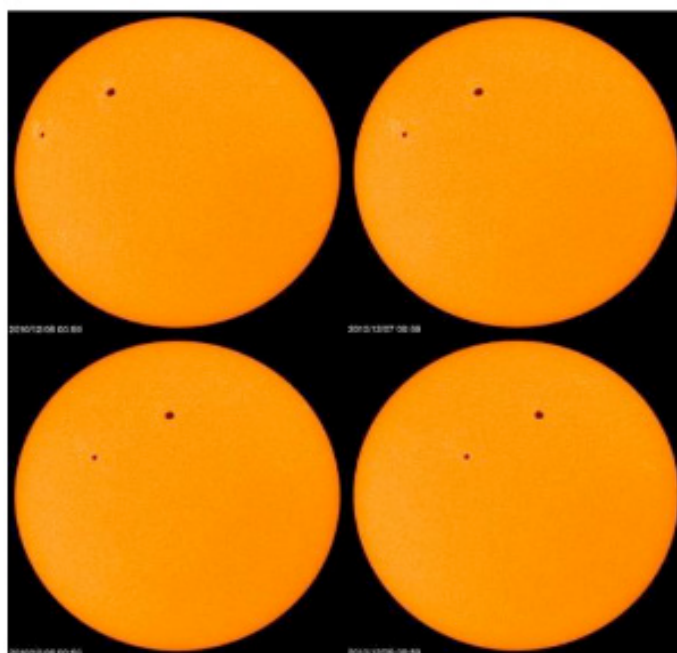
## 2 | METODOLOGIA

Carrington (1859), observando os padrões de rotação das manchas solares inferiu uma taxa de rotação diferencial do Sol. Agora observando imagens do Sol feitas pelo *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) iremos fazer um processo análogo. O SOHO é um satélite telescópio destinado ao estudo do Sol e suas imagens são de domínio público e foram obtidas no site <http://sohodata.nascom.nasa.gov>. Na figura 2 podemos observar duas manchas solares.



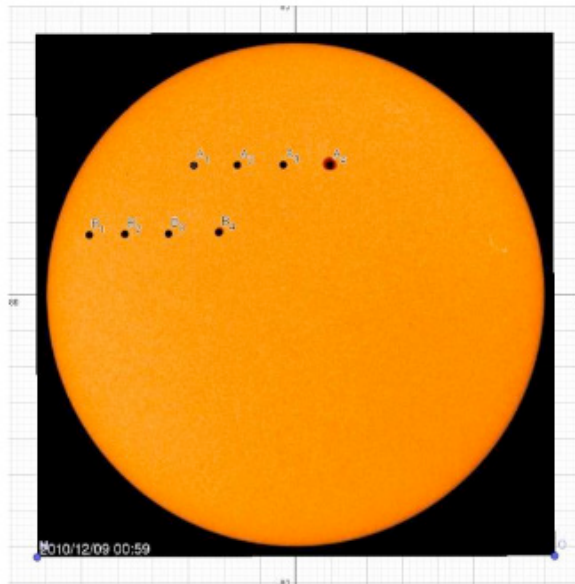
**Figura 2:** Foto do telescópio SOHO tirada no dia 09/12/2010 as 00:59 horas.

Com o passar dos dias as manchas se deslocarão da esquerda para a direita, este deslocamento está representado na Figura 3. Observando o deslocamento das manchas e o tempo de duração seremos capazes de determinar o período de rotação daquela região.



**Figura 3:** Fotos do Sol de 06/12/2010 a 10/12/2010 com espaçamento de 24 horas feitas pelo telescópio SOHO.

Observando as imagens usaremos o programa Geogebra e marcaremos a posição de cada uma das manchas solares.



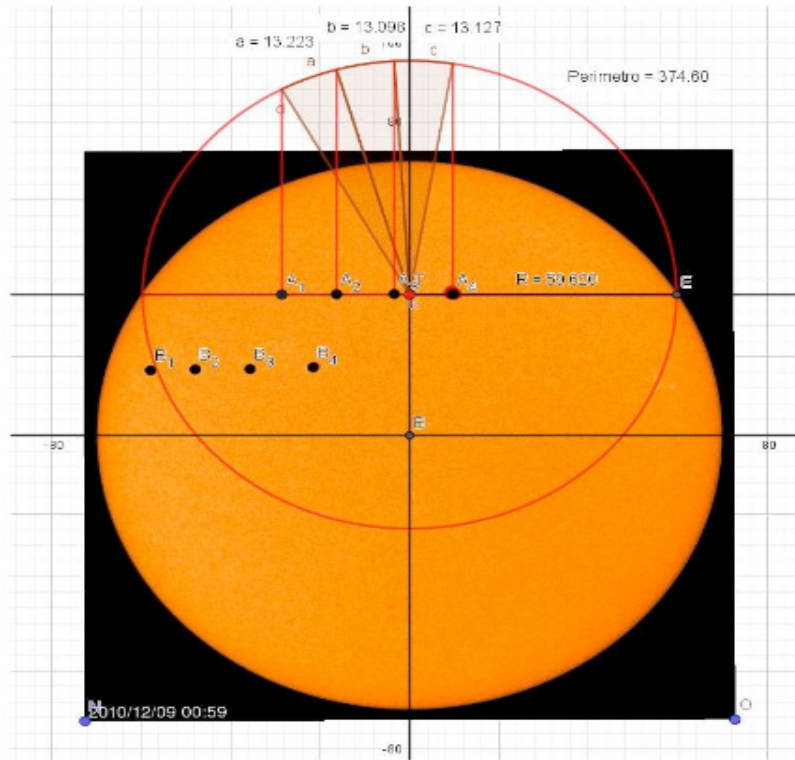
**Figura 4:** Marcação das manchas solares de 06/12/2010 até dia 09/12/2010 com espaçamento de 24 horas.

Esta marcação pode ser vista também como uma sobreposição das 4 imagens da Figura 3, gerando o que vemos na figura 4.

Observando as imagens do Sol temos a impressão que as manchas se deslocam em uma linha reta, mas como elas estão se movimentando na superfície do Sol, elas estão realmente se movimentando sobre uma superfície esférica, ou seja, elas percorrem um caminho em um círculo com o diâmetro da região onde elas se encontram. Com o auxílio do Geogebra iremos rotacionar este círculo para podermos visualizá-lo, agora passaremos a nos referir a ele como círculo E. Com isso, conseguiremos medir o real deslocamento da mancha A fazendo um prolongamento da posição no disco solar até interceptar o círculo E.

### 3 | COLETA DE DADOS E ANÁLISE EXPERIMENTAL

Com os dados fornecidos pela figura 5 construiremos o quadro 1, utilizaremos a posição no círculo E da mancha no ponto A1 como referência e contaremos a distância percorrida pela mancha a partir deste ponto.



**Figura 5:** *Projeção do percurso da mancha A e prolongamentos para a transposição do percurso reto no disco solar para um arco sobre o círculo E.*

Ponto	Tempo (h)	Distancia ( $10^5$ km)
A1	0	0
A2	24	1,3223
A3	48	2,6232
A4	72	3,9448

**Quadro 1:** Dados da Mancha A

Tendo em vista que o raio do Sol é de  $6,9551 \cdot 10^5$ km o raio do círculo E é de  $5,9620 \cdot 10^5$ km, sabemos então que o caminho percorrido pela mancha será igual ao perímetro. O perímetro de um círculo é dado por  $P=2\pi R$ . Então o perímetro do círculo E será de  $3,7460 \cdot 10^6$ km.

Para calcular o período de rotação, iremos primeiro calcular a velocidade com que a mancha se desloca.

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$V_m = \frac{3,9448 \cdot 10^5 \text{km}}{72 \text{h}}$$

$$V_m = 5,478 \cdot 10^3 \text{km/h}$$

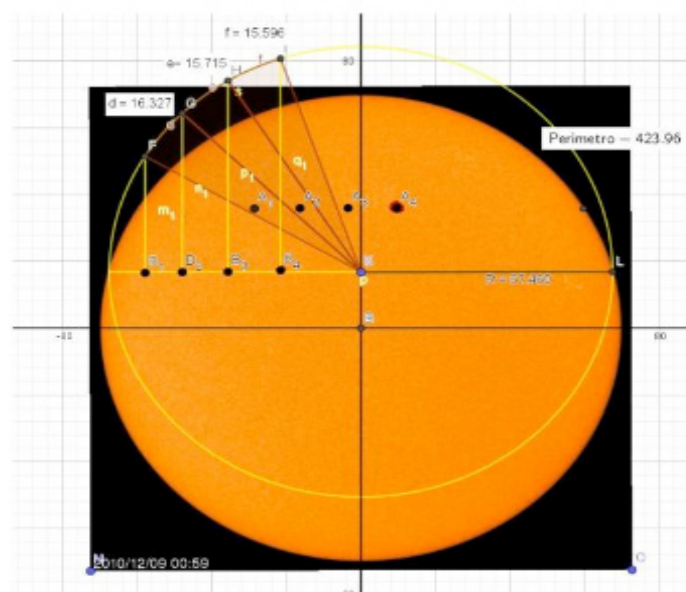
Agora, com esta velocidade calculamos o período de rotação:

$$T = \frac{P}{Vm}$$

$$T = \frac{3,7460 * 10^6 \text{ km}}{5,478 * 10^3 \text{ km/h}}$$

$$T = 683,826 \text{ h}$$

Convertendo para dias teremos 28,5 dias. Analogamente podemos repetir o processo para a mancha B.



**Figura 6:** *Projeção do percurso da mancha B e prolongamentos para a transposição do percurso reto no disco solar, para um arco sobre o círculo L.*

Com base na figura 6 para a mancha B teremos os seguintes dados:

Ponto	Tempo (h)	Distancia( $10^5$ km)
B1	0	0
B2	24	1,6327
B3	48	3,2078
B4	72	4,7674

**Quadro 2:** Dados da Mancha B

Utilizando os dados da mancha B e fazendo os cálculos análogos aos feitos acima, chegaremos a um período de rotação de 26,67 dias.

#### 4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, podemos perceber o período de rotação do Sol diminui conforme nos afastamos dos polos e nos aproximamos do equador, ou seja, cada latitude gira com uma velocidade específica, diferente do que observamos na superfície da terra onde temos uma rotação rígida, onde todas as latitudes giram com a mesma velocidade angular. Quando temos diferentes velocidades de rotação no mesmo astro damos o nome para este fenômeno de rotação diferencial.

Com imagens públicas e uma matemática simples, que poderia ser feita até mesmo sem o auxílio do software. Conseguimos determinar os períodos de rotação do sol, mostrando assim que ele possui uma rotação diferencial.

#### REFERÊNCIAS

CARRINGTON, R. C. On the distribution of the solar spots in latitudes since the beginning of the year 1854. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, Volume 19, 1 edição, 12 Novembro 1858.

CHAGAS, Maria Liduína D. Rotação diferencial em estrelas do tipo solar. 159f. Tese (Doutorado) - Departamento de Física Teórica e Experimental, Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, 2014.

GALILEI, Galileu. **Letters on sunspots**. Academia Dei Lincei, Roma. 1613.



## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Jorge González Aguilera:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**Alan Mario Zuffo:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-475-7

