

# A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 2

6,0 Gt CO<sub>2</sub>  
Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)



**Ingrid Aparecida Gomes**

(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas  
Ciências Exatas e da Terra**

**2**

**Atena Editora**

**2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 2  
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do  
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-239-5

DOI 10.22533/at.ed.395190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,  
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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.

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 21 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.

Ingrid Aparecida Gomes

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APLICAÇÃO DA FUNÇÃO DENSIDADE COM DISTRIBUIÇÃO BETA EM UM AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTERVALAR	
Dirceu Antonio Maraschin Junior Alice Fonseca Finger	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO FATORIAL PARA A OTIMIZAÇÃO NA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS POLISSACARÍDICAS	
Nilvan Alves da Silva Edilson Lima Cosmo Júnior Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO DE FALHAS E DIAGNÓSTICO TERMODINÂMICO NOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	
Ronald de Paiva Gonçalves Euler Guimarães Horta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>23</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I PARA CLASSIFICAÇÃO DE SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Gabriele M. Kestarek Fernando Jorge C. M. Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE DE GESTÃO DO ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA UTILIZANDO A METODOLOGIA MASP EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Elizabeth Cristina Souza Baltazar De Mesquita João Marcelo Carneiro Mariana Brasil Accioly Paula Nilton da Silva Oliveira Junior Raissa Costa Martins Thuanny Cunha dos Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>41</b>
CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA	
Mirian Gusmão Emanuel Maia Anna Frida Hatsue Modro Fernando Ferreira Morais	

**DOI 10.22533/at.ed.3951904046**

**CAPÍTULO 7 ..... 58**

ANÁLISES DO ACÚMULO DE SEDIMENTOS EM UM REPRESAMENTO DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG

Lucas José Ferreira Viana

Youlia Kamei Saito

Mateus Ribeiro Benhame

Ítalo Oliveira Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.3951904047**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LINGUAGENS DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

João Felipe Pizzolotto Bini

Marcos Antonio Quináia

**DOI 10.22533/at.ed.3951904048**

**CAPÍTULO 9 ..... 89**

COMPARATIVO SOBRE OS PRINCIPAIS MODELOS DE BANCOS DE DADOS NOSQL

João Dutra Cristoforu

Josiane Michalak Hauagge Dall’Agnol

Lucélia de Souza

Gisane Aparecida Michelon

**DOI 10.22533/at.ed.3951904049**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA ANÁLISE E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE UM FÓRMULA SAE

Piêtro da Silva Santos

Ronald de Paiva Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.39519040410**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

DESENVOLVIMENTO WEB: SOFTWARE DE AUXILIO NA GESTAO DE EVENTOS

Francisco de Assis Nunes Cavalcante

Rafael Miranda Correia

**DOI 10.22533/at.ed.39519040411**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS EM ROBOTICA ASSOCIADOS A CONCEITOS SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Nathalino Pachêco Britto

Maria Elizabeth Sucupira Furtado

Atiele Oliveira Cavalcante

Bruno Lourenço

Natã Lael Gomes Raulino

**DOI 10.22533/at.ed.39519040412**

**CAPÍTULO 13 ..... 134**

**ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO EM ROBÔ PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS SUSTENTÁVEL**

Rudi Artur Munieweg  
Karla Beatriz Vivian Silveira  
Sidney Ferreira de Arruda

**DOI 10.22533/at.ed.39519040413**

**CAPÍTULO 14 ..... 141**

**ESTUDO DE FERRAMENTAS DE TESTE BASEADO EM MODELOS EM APLICAÇÕES ANDROID**

Jean Carlos Hrycyk  
Inali Wisniewski Soares  
Luciane Telinski Wiedermann Agner

**DOI 10.22533/at.ed.39519040414**

**CAPÍTULO 15 ..... 148**

**FT-NIR IN THE CONSTRUCTION OF PLS MODELS FOR DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN SAMPLES OF PROPOLIS SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSES**

Matheus Augusto Calegari  
Bruno Bresolin Ayres  
Larrisa Macedo dos Santos Tonial  
Tatiane Luiza Cadorin Oldoni

**DOI 10.22533/at.ed.39519040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 162**

**MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTABILIDADE DE SISTEMAS PREDADOR-PRESA**

Paulo Laerte Natti  
Neyva Maria Lopes Romeiro  
Eliandro Rodrigues Cirilo  
Érica Regina Takano Natti  
Camila Fogaça de Oliveira  
Altair Santos de Oliveira Sobrinho  
Carolina Massae Kita

**DOI 10.22533/at.ed.39519040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 178**

**MODELAGEM POR SUPERFÍCIE DE RESPOSTA SOBRE O USO COMBINADO DO NITROGÊNIO NA BASE COM DIFERENTES ÉPOCAS DE FORNECIMENTO EM COBERTURA EM SISTEMA SOJA/AVEIA**

Adriana Roselia Krausig  
Douglas César Reginatto  
Odenis Alessi  
Vanessa Pansera  
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann  
José Antonio Gonzalez da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.39519040417**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>185</b>
<b>PROPOSTA DE AMBIENTES INTELIGENTES IOT SOB A ÓTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	
Larissa Souto Del Rio	
João Octávio Barros Silva	
Marcelo da Silva de Azevedo	
Éder Paulo Pereira	
Ivania Aline Fischer	
Roseclea Duarte Medina	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>194</b>
<b>LANÇAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS</b>	
Jadilene Rodrigues Xavier	
Edinei Canuto Paiva	
Sebastiao Batista De Amorim	
Celimar Reijane Alves Damasceno Paiva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>219</b>
<b>REMOTE SENSING TOOLS FOR FIRE MONITORING: THE CASE OF WILDFIRE IN CHILE IN 2017</b>	
Gabriel Henrique de Almeida Pereira	
Clóvis Cechim Júnior	
Giovani Fronza	
Flávio Deppe	
Eduardo Alvim Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>229</b>
<b>LÓGICA FUZZY COMO PROPOSTA INOVADORA NA SIMULAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO PELAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E USO DO NITROGÊNIO</b>	
Ana Paula Brezolin Trautmann	
Osmar Bruneslau Scremin	
Anderson Marolli	
Adriana Roselia Krausig	
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann	
José Antonio Gonzalez da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040421</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>236</b>

## LANÇAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

### **Jadilene Rodrigues Xavier**

Estudante de Licenciatura em Física – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais- Campus Januária.e-mail - jadilenerx@yahoo.com.br

### **Edinei Canuto Paiva**

Professor de Física, Doutor em Engenharia Agrícola IFNMG – Campus Januária. e-mail - edinei.paiva@ifnmg.edu.br

### **Sebastiao Batista De Amorim**

Professor de Física – IFNMG – Campus Januária. e-mail – sb.amorim@yahoo.com.br

### **Celimar Reijane Alves Damasceno Paiva**

Professor de matemática, Mestre em modelagem matemática e computacional IFNMG – Campus Januária. e-mail - celimar.damasceno@ifnmg.edu.br

**RESUMO:** Hoje em dia estamos cercados por vários equipamentos que utilizam, de alguma forma, informações enviadas ou recebidas por satélites, constantemente estamos utilizando celulares, televisores ou até mesmo nos conectando à internet via satélite. Nossos veículos estão quase sempre portando um sistema de posicionamento global (GPS), que se utiliza de 26 satélites. Os satélites não só contribuem com o funcionamento desses aparelhos eletrônicos como também são usados para monitorar território, fazer administração de fronteiras, monitorar reservas

ambientais, vigiar costas e reservas de petróleo e também são usados em larga escala para fins militares. No entanto, na maioria das vezes, não conhecemos as leis físicas envolvidas no lançamento dos satélites, muito menos quais as condições que devem ser atendidas para que possam operar. O objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem matemática com base na lei de gravitação universal, no momento angular e nas leis de Kepler que possa explicar como se dá o lançamento de um satélite e como o mesmo permanece em órbita e também comparar esta abordagem às abordagens apresentadas em livros didáticos mais utilizados no nosso instituto. Através de uma modelagem simplificada apresentamos os cálculos necessários para o lançamento de um satélite bem como a definição de sua órbita. Esse trabalho vem sendo desenvolvido através de uma pesquisa de revisão bibliográfica onde buscamos aporte na literatura nacional de autores renomados como: Nogueira (2009), Pessoa Filho (2009) e livros da referência básica do curso de licenciatura em física. Ao concluirmos este trabalho esperamos apresentar uma unidade de ensino sobre lei de gravitação de Newton e movimento de satélites com boa problematização e contextualização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Astronomia, satélites, gravitação.

**ABSTRACT:** Nowadays, we are surrounded by various devices that use the information received or received by satellites in some way, the same is done on cell phones, televisions and even connecting to the internet via satellite. Our vehicles are almost ready, with a global positioning system (GPS), which uses 26 satellites. The satellites do not contribute to the operation of environmental protection reservoirs, monitor the coasts and oil reserves and are used on long scales for military purposes. However, the information about the laws that are happening, are not more recent, are much less than those that must be attended to to operate them. The objective of this work is to present a mathematical approach based on the law of universal gravitation, angular momentum and Kepler's laws, which can be performed as a satellite launch and as the same license in orbit. did in most used textbooks in our institute. Through a simplified modeling, it presents the calculations necessary for launching a satellite as well as a definition of its orbit. This work has been developed through a bibliographical research that searches the national literature of renowned authors: Nogueira (2009), Pessoa Filho (2009) and basic reference books in progress. The objective of this work in the middle of gravity and new age of problematization and contextualization.

**KEYWORDS:** Astronomy, satellites, gravitation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Hoje em dia estamos acostumados a ter notícias sobre fatos importantes que acontecem em todo o mundo quase no mesmo instante em que os mesmos acontecem, estamos conectados a internet, falando ao celular, nos movimentando com muito mais segurança com o auxílio dos aparelhos de Sistema de Posicionamento Global (GPS), conseguimos acompanhar a administração de fronteiras, a extensão territorial a riqueza da Amazônia e a vigilância da costa e das reservas de petróleo. Após o lançamento de um satélite artificial conseguimos enviar um humano à Lua, conseguimos obter imagens do espaço com altíssima precisão graças ao telescópio espacial Hubble o pioneiro em obtenção de imagens do espaço. Tudo isso nos faz ter uma pequena noção do quanto à presença dos satélites artificiais em nossa órbita é importante, no entanto isso não é o suficiente para entendermos porque a presença dos satélites artificiais em nosso espaço é tão precisa, é necessário sabermos quais os tipos de satélites existentes, suas funções e como o mesmo é lançado e mantido em nossa órbita.

O estudo sobre os satélites artificiais além de possibilitar a sociedade uma maior compreensão de suas aplicações e importância para o desenvolvimento de algumas de nossas atividades diárias, o estudo do seu movimento pode ser usado nas salas de aula do ensino médio nas disciplinas de Física, Ciência e Geografia, na Física podemos destacar alguns conteúdos como as Leis de Kepler, elementos orbitais clássicos, Lei da Gravitação Universal e coordenadas geográficas.

Diante do quadro acima apresentado, pretende-se com este trabalho mostrar para

a sociedade em geral e alunos de nível fundamental, médio e superior a importância dos satélites artificiais nos dias atuais e a física existente por trás do seu movimento.

## 2 | UM PEQUENO HISTÓRICO SOBRE O ESTUDO DO MODELO DO UNIVERSO

Para uma melhor abordagem desse trabalho falaremos um pouco sobre alguns estudiosos que dedicaram anos de suas vidas tentando explicar os fenômenos físicos relacionados à astronomia, dentre esses estudiosos enfatizaremos a importância de Johannes Kepler e Isaac Newton já que o lançamento de um satélite artificial tem como base as leis de Kepler e as leis de Newton.

Alguns autores falam um pouco sobre esses pesquisadores e faz uma pequena abordagem de sua contribuição para o estudo do universo. Começando por Cláudio Ptolomeu que era além de astrônomo, geógrafo e matemático viveu entre os anos de 90 e 160 d.C, entre seus trabalhos o mais conhecido é o **Grande sistema astronômico**, esse trabalho foi publicado também em árabe, onde ficou conhecido como **Almagesto**. Nessa obra Ptolomeu conseguiu fazer um gráfico do sistema solar, nesse gráfico ele mostrava que a Terra estava no centro do universo e as outras coisas giravam em torno da mesma. O sistema apresentado por Ptolomeu foi concluído através de observações feitas do movimento diário superficial dos astros. (NASCIMENTO, 2007).

Após o modelo geocêntrico apresentado por Ptolomeu entrava em cena o modelo Heliocêntrico, a frente da defesa desse novo modelo estava o astrônomo Nicolau Copérnico (1473 – 1543). Copérnico além de ousar em colocar o sol no centro do sistema planetário, ainda mostrou que tinha bons argumentos para que esse modelo por ele proposto prevalecesse, ainda segundo o autor acima citado, esse modelo heliocêntrico já havia sido apresentado por outro astrônomo, Aristarco de Samos (310 a.C. – 230 a.C), mas esse modelo na época não foi bem aceito, então após Copérnico apresentar a sua obra *De revolutionibus orbium coelestium* [Das revoluções das esferas celestes] essa idéia de modelo heliocêntrico foi mais bem recebida. (NOGUEIRA, 2009)

Outra contribuição importante foi feita por Tycho Brahe, astrônomo dinamarquês que morreu em 1601 e antes de morrer deixou ao jovem Johannes Kepler (na época seu funcionário) dados importantíssimos e experiência suficiente para que o mesmo criasse as três leis que revolucionaria e esclareceria muitas questões relacionadas a astronomia.

O modelo apresentado por Tycho se diferenciava em poucas coisas do modelo de Ptolomeu e do de Copérnico, o astrônomo afirmava que todos os planetas exceto a Terra, se moviam em torno do sol, mas o sol se movia em torno da terra. No entanto, seu modelo só se diferenciaria do de Copérnico por algumas mudanças feitas no sistema de referência. (NUSSENZVEIG, 2002)

As leis de Kepler foram importantíssimas para a compreensão de tudo que já havia sido estudado e reformulou toda história da astronomia, Kepler, após anos de

estudos determinou novamente a órbita de Marte, depois de todos esses esforços Kepler determinou uma órbita oval, com o sol no eixo, e não no centro como se acreditava anteriormente, Kepler ainda descobriu que a órbita de Marte era uma elipse com o sol em um dos focos e que isso era comum para todos os planetas, dessa forma Képler formulou então a primeira das suas três grandes leis. (NUSSENZVEIG, 2002).

Para uma melhor compreensão e para enfatizar a importância das leis de Kepler para os estudos astronômicos, vamos entender o que diz essas leis:

Em sua primeira lei chamada de lei das órbitas, Kepler afirmava que os planetas movem-se descrevendo órbitas elípticas tendo o sol como foco. Em sua segunda lei chamada de lei das áreas Kepler diz que a distância que liga o planeta ao sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais e a terceira lei diz que os quadrados dos períodos de qualquer planeta são proporcionais aos cubos de suas órbitas. (HALLIDAY, 2006)

Embora Kepler tenha explicado como se dá os movimentos vistos no céu, coube a Galileu Galilei (1564 – 1642) transformar tudo o que já se tinha calculado e comentado em algo visível, mesmo não tendo criado a luneta como alguns acreditam Galileu trabalhou no aperfeiçoamento desse aparelho, e com o auxílio de sua luneta Galileu conseguiu descobrir, por exemplo, que o planeta Júpiter era cercado por quatro pequenos satélites que giravam em torno dele, com isso concluiu que nem tudo orbitava em torno da terra como acreditavam Aristóteles e Ptolomeu. (NOGUEIRA, 2009).

### 3 | A LEI DA GRAVITAÇÃO DE NEWTON, AS LEIS DE KEPLER E O MOVIMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

Isaac Newton (1642 – 1727) foi um dos mais importantes cientistas que o mundo já viu, ficou mundialmente conhecido após apresentar as suas três leis do movimento e a sua lei da Gravitação universal, na sua lei da gravitação Newton revolucionou o mundo da ciência quando mostrou que a força com que a terra atrai a lua, e da mesma natureza com que a terra atrai uma maçã.

Newton inovou quando equacionou a lei da gravitação por dois fatores importantes, por criar uma lei que é universal e ao afirmar que as regras que operavam no espaço eram da mesma natureza das que operavam aqui na terra, ou seja, a mesma gravitação que faz com que a lua gire em torno da terra é a mesma que faz com uma maçã caia do pé aqui na terra. O autor ainda afirma que as descobertas feitas por Kepler e Galileu só ficaram bem explicadas após a descoberta da lei da gravitação universal de Newton. (NOGUEIRA, 2009)

Newton além de mostrar que a terra atrai as maçãs e a lua, mostrou que cada corpo do universo atrai um ao outro, essa atração dos corpos Newton chamou de **gravitação**. O mesmo propôs uma Lei de força que mundialmente todos conhecem como, **lei de Newton da gravitação**, onde a mesma diz que toda partícula atrai outra

partícula qualquer com uma **força gravitacional** de módulo

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad (\text{lei da gravitação universal}) \quad \text{Equação 1}$$

Não é possível perceber essa força de atração da Terra sobre os corpos porque ela é tão grande que a força de atração de um corpo sobre o outro se torna muito pequena, a força com que a Terra atrai uma maçã, por exemplo, é muito mais intensa que a força que qualquer corpo na superfície da Terra exerceria sobre essa maçã. (HALLIDAY, 2006).

A partir da lei da gravitação surgiu a possibilidade de se colocar satélites artificiais em órbita ao redor da terra mesmo que a pouco tempo atrás o homem tenha colocado um satélite em órbita, essa idéia já vinha sendo formulada a muito tempo atrás, já no século XVII, Isaac Newton já pensava nessa possibilidade. No entanto, naquela época o mesmo não tinha acesso a fantástica tecnologia existente como a que dispunha os pioneiros a realizar a façanha de se colocar um satélite em órbita. (ÁLVARES, LUZ, 2009)

Mesmo sendo mais bem explicadas a partir da lei de gravitação de Newton as leis de Kepler A movimentação dos satélites artificiais em nossas órbitas são fundamentados nas Leis de Kepler, pois, os mesmos apresentam trajetórias circulares ou elípticas tendo a Terra em um de seus focos, sua velocidade, sua direção e distância a partir do momento em que são inseridos na órbita terrestre determinam como será essa órbita. (REIS ET.AL, 2008).

### 3.1 Satélites Artificiais, Histórico e Suas Aplicações

**DEFINIÇÃO:** O que é um satélite? Um satélite é simplesmente um corpo de massa relativamente pequena, que orbita em torno de um corpo com uma massa maior, como a Terra por exemplo. Os satélites podem ser divididos em dois grupos: os satélites artificiais, que são os artefatos construídos pelo homem e colocados em nossa órbita e os satélites naturais como a Lua e o Sol. (REIS ET AL, 2008).

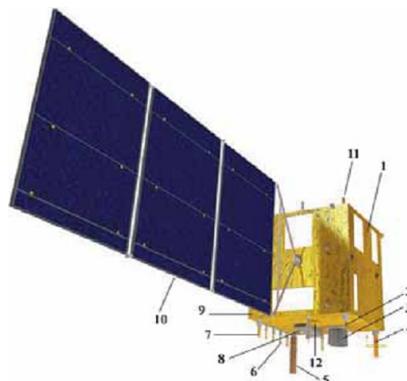


Figura 1. Composição de um satélite artificial. O satélite CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), desenvolvido pela parceria entre Brasil e China, com destaque para os seus principais componentes. Fonte: (CBERS/INPE)

## Composição de um satélite artificial

- a) 1-Módulo de Serviço
- b) 2-Antena UHF de Recepção
- c) 3-Câmera IRMSS
- d) 4-Antena de Transmissão em VHF
- e) 5-Antena UHF Tx/Rx
- f) 6-Antena de Transmissão do CCD
- g) 7-Antena de Transmissão em UHF
- h) 8-Câmera CCD
- i) 9-Módulo de Carga Útil
- j) 10- Painel Solar
- k) 11-Antena de Recepção em UHF
- l) 12-Câmera Imageadora WFI

Entre as inúmeras aplicações desenvolvidas pela comunicação com os satélites temos o estudo da atmosfera e do campo magnético terrestre, e também como elo em telecomunicações. Para que tudo isso seja realizado pelo satélite, é necessário que após o mesmo ser lançado seja feita uma supervisão nesse satélite. Alguns equipamentos de bordo funcionam porque existe uma comunicação entre uma base de apoio e o satélite essa comunicação acontece da seguinte forma: os códigos são transmitidos e recebidos esses códigos são chamados de telemetria e telecomando, esses códigos são entendidos e interpretados através dos equipamentos existentes nos satélites. O funcionamento dos satélites acontece com o uso de energia elétrica, fornecida por baterias ou por geração em painéis fotovoltaicos. Enquanto as baterias suprem apenas uma quantidade limitada de energia, os painéis oferecem baixo rendimento de conversão. Os painéis ainda apresentam um valor financeiro elevado, por isso algumas transmissões são feitas para os satélites com uma potência máxima, com isso não será preciso amplificar o sinal e transmitir do satélite com a mínima potência, o que força ao receptor em Terra a possuir um ganho elevado. Por isso é necessário usar antenas parabólicas de diâmetros grandes e alta potência, as mesmas devem apontar com grande precisão para a posição do satélite e seguir seu movimento em órbita, um pequeno erro de apenas 0.5 graus no apontamento dessas antenas pode interferir no sinal e fazer com que o mesmo não seja recebido. Para se ter um maior êxito na comunicação com os satélites é necessário que se conheça com grande precisão a órbita do satélite, para que, instantaneamente, a posição do satélite seja prevista e assim evitar perdas de comunicação. (KUGA, RAO, CARRARA, 2000)

O lançamento de um satélite artificial já era algo almejado há muito tempo, o seu conceito surgiu já em 1687. Isaac Newton afirmava que quando se acelera um objeto aplicando a ele certa velocidade, este objeto poderia continuar se movimentando

livremente ao redor da Terra descrevendo um círculo fechado, ou órbita. (REIS, 2011)

Ao longo do tempo tivemos vários cientistas que já almejavam a exploração espacial podemos aqui destacar alguns, como o poeta italiano Ludovico Ariosto (1474-1533), com sua obra **Orlando Furioso**; tivemos também o grande Kepler, em **Sonho Astronômico**; o bispo Francis Godwin (1562-1633), com a obra **O Homem na Lua**; ainda o clérigo inglês John Wilkins (1614-1672), com seu trabalho **O Mundo da Lua**; o escritor britânico H.G. Wells (1866-1946), com **Os Primeiros Homens na Lua** e por fim o célebre escritor Júlio Verne (1828-1905), com sua grande obra **Da Terra à Lua e A Roda da Lua**. Lembrando que todas essas obras se tratavam de uma idéia aventureira de ida até a lua, obras essas que mais tarde serviram de inspiração para os primeiros homens a colocar um satélite em órbita. (REIS, 2011).

Segundo Reis et al (2008, p. 03) “O primeiro satélite construído na história da humanidade foi o Sputnik I, lançado ao espaço em 1957, pela ex-União Soviética. Em 1958, o Explorer 1 foi lançado pelos Estados Unidos, como uma resposta ao lançamento do Sputnik I”.

Com o lançamento do Sputnik I, ao espaço e após ver a reação positiva da população do mundo inteiro, os soviéticos perceberam o status que podiam ganhar apostando em uma boa propaganda sobre a sua política de exploração espacial. Diante disso começou então uma disputa entre os países mais desenvolvidos para acontecer o segundo lançamento e assim conquistar o domínio do setor espacial. O fato de os soviéticos lançarem o primeiro satélite ao espaço não surpreendeu de início as tropas militares americanas, e o governo dos Estados Unidos só se sentiu pressionado a acelerar a sua chamada “corrida espacial” quando viu que para a população o lançamento do Sputnik I, foi algo fantástico. Em 6 de dezembro de 1957 os americanos tentaram lançar o seu primeiro satélite artificial ao espaço, mas essa tentativa fracassou e diante de câmeras de todo o mundo o satélite Vanguard (Vanguarda) não decolou, o veículo lançador subiu por pouquíssimo tempo, caiu e explodiu, o acidente transformou o lançamento do Vanguard em um dos acidentes mais espetaculares já acontecidos no cenário espacial. Então no dia 3 de novembro de 1957, foi lançado o Sputnik 2, no interior do mesmo era levada a cachorrinha Laika- era um fato histórico pois, era então o primeiro animal a deixar superfície terrestre. A vontade de impressionar os demais países era tanta que, os soviéticos não pararam para pensar numa forma de trazer a cachorrinha Laika de volta, mas isso era algo irrelevante para a população, o fato era que em apenas dois meses, os Russos já haviam lançado dois satélites, e um deles tripulado por um animal. (NOGUEIRA, PESSOA FILHO, 2009)

Nesse contexto de novidades em que se encontrava a política espacial, eis que aparece a possibilidade de se enviar naves tripuladas ao espaço, Em 1958, os Estados Unidos lança com sucesso o Explorer I ao espaço, esse lançamento foi o início da batalha pelo domínio do setor espacial como uma resposta ao lançamento do Sputnik I. Esse cenário de competição despertou nas duas potências, já que agora após o

lançamento Explorer I os Estados Unidos se encontrava na disputa, uma corrida para ver quem seria o primeiro país a lançar uma nave espacial tripulada, então foram colocados em nossa órbita as naves da missão Apollo, que foram as primeiras naves a levar seres humanos a lua. (REIS ET AL, 2008).

Em 1961 temos então o lançamento de uma nave tripulada feita pelos soviéticos, a bordo desta nave estava Yuri Gagarin (1934-1968), Gagarin foi o primeiro astronauta a “passear” pela órbita terrestre fazendo um percurso de apenas 108 minutos, o astronauta ainda trouxe uma pequena informação do seu rápido passeio, informou a todos que a Terra era azul, enquanto os soviéticos colhiam os frutos da sua boa campanha na corrida pela supremacia espacial os americanos seguiam com um plano audacioso, levar o homem até a lua então exatamente no dia 20 de julho de 1969 às 23h56 horário de Brasília Neil Armstrong a bordo da Apollo 11 coloca o seu pé na lua, marcando assim a história da era espacial, tornando esse um dos fatos mais importantes da humanidade. (NOGUEIRA; PESSOA FILHO, 2009).

### *3.1.1 Alguns tipos de satélites existentes e suas funções*

Os satélites artificiais são dispositivos construídos com a intenção de contribuir para a melhoria de nossas atividades diárias e tem diferentes finalidades como telecomunicação, espionagem, experimento científico – nas áreas de astronomia e astrofísica; geofísica espacial; planetologia; ciências da terra, atmosfera e clima – meteorologia e sensoriamento remoto. Sem deixar de mencionar os satélites de Posicionamento Global (GPS) que tem suas órbitas muito altas (20.200 quilômetros de altitude) e são indispensáveis para a navegação terrestre, aérea e marítima, esses satélites ajudam localizar pessoas, objetos e lugares. (FLORENZANO, 2008).

Reis (2011, p. 06) destaca alguns tipos de satélites e suas funções desempenhadas durante a sua permanência na órbita terrestre:

- a) Vanguard (1958)**- Satélite produzido pelos Estados Unidos é um satélite científico, sendo o primeiro a funcionar com energia solar, dentre suas principais descobertas foi o primeiro a enviar dados relatando o tamanho e forma da Terra.
- b) Luna 1 (1959)**- Satélite produzido pela ex-União Soviética, foi primeira nave a chegar até a Lua, conseguiu fazer medições capazes de fornecer novos dados sobre a cinturão de radiação da Terra.
- c) TIROS (1960)**- Satélite produzido pelos Estados Unidos teve como principal feito o desenvolvimento de um sistema de informações meteorológicas.
- d) Telstar I (1962)**- Satélite produzido pelos Estados Unidos foi o primeiro satélite de comunicação a transmitir imagens de televisão.
- e) Venera (1966)**- Satélite produzido pela Ex-União Soviética, foi a primeira sonda a adentrar a atmosfera de outro planeta e atingir o solo.
- f) SMS – Satélite Meteorológico Síncrono (1974)**- Satélite produzido pelos Estados Unidos conseguiu fazer observações atmosféricas. Ainda continha

instrumentos para fazer observações em sensoriamento remoto e coleta de dados. **Voyagers 1 e 2 (1977)**- Satélite produzido pelos Estados Unidos, foram sondas enviadas a Júpiter e Saturno, tinha como objetivo carregar discos contendo informações sobre a Terra, a intenção era que essas informações deveriam ser encontradas por civilizações extraterrestres.

Hoje em dia estamos cercados de novas tecnologias, a cada dia nos deparamos com televisores e aparelhos de celulares cada vez mais modernos e caros, esses aparelhos que às vezes facilitam as nossas vidas e outra nos diverte diariamente funcionam graças a comunicação com os satélites. Os Satélites artificiais têm inúmeras aplicações, os científicos, por exemplo, tem a missão de fotografar elementos espaciais distantes, e levam alguns experimentos para serem estudados em ambiente de microgravidade. Temos também os satélites de comunicação, que transmitem boa parte dos programas de televisão, também são responsáveis pela realização das ligações telefônicas à longa distância, também contribuem com a teleducação e a telemedicina. Não podemos esquecer também dos satélites de posicionamento, que são responsáveis pelo controle de tráfego aéreo, terrestre e marítimo. (REIS ET AL, 2008)

A discussão sobre satélites artificiais vem ajudar a aperfeiçoar alguns contextos Físicos como as Leis de Kepler, a Lei da Gravitação Universal, o sistema longitude/latitude para o rastreamento de satélites, além de ser indispensável no envio de informações necessárias para o funcionamento de inúmeros aparelhos eletrônicos, entre eles o sistema de posicionamento global – GPS. (REIS, 2011)

A presença dos satélites em nossa órbita nos ajuda a entender os fenômenos que acontecem além de nossa atmosfera e enviam informações preciosas que nos ajudam a conhecer melhor os planetas vizinhos e descobrir novos fatos sobre o nosso próprio planeta. (NOGUEIRA, 2009).

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é também conhecido como projeto Navstar, começou a ser utilizado em abril de 1995, foi desenvolvido para interesses militares e com o passar do tempo essa tecnologia militar foi aos poucos liberada para o uso civil e se tornou um investimento bilionário. O GPS é constituído de pelo menos 24 satélites, que operam em seis diferentes órbitas, nessas órbitas orbitam quatro satélites cada e as mesmas estão cerca de 20000 km da terra, esses satélites leva doze horas para completar sua órbita. (HOFFMANN; VILLAS BOAS; PESSOA FILHO, 2009).

Os satélites meteorológicos têm a função fazer as previsões do tempo e estudar o clima bem como seus fenômenos, tudo que sabemos hoje sobre os fenômenos climáticos não teria tanta precisão se não fosse pelas imagens obtidas pelos satélites meteorológicos. (PESSOA FILHO, 2009).

### 3.1.2 Movimento de satélites

Quando se lança um satélite ao espaço, o mesmo tem uma missão específica e para que essa missão seja cumprida é necessário que o satélite aponte sempre para uma dada direção, para que isso aconteça é necessário que existam meios de aplicar uma rotação no satélite, assim como, para girar um corpo qualquer é necessário aplicar a esse corpo um torque, dessa mesma forma acontece com o satélite. (SOUZA, 2009).

Quando se fala em movimento de satélite, uma das perguntas mais freqüentes que se ouve é como é possível que o satélite não caia na Terra? O que faz com que ele permaneça em órbita ao redor da Terra? Quando falamos de uma altitude de aproximadamente 322 km, por exemplo, o satélite deve sofrer um impulso para atingir uma velocidade de mais ou menos 28.962 km/h, dessa maneira o mesmo irá cair ininterruptamente em direção a Terra atraído pela força gravitacional, então como a superfície da Terra é curva o satélite não conseguirá aterrissar, então ele permanecerá sempre caindo e não conseguirá aterrissar. Isaac Newton já Havia elaborado mentalmente uma relação entre força gravitacional e órbitas planetárias, não só as órbitas de um planeta como, por exemplo, a órbita de um satélite. Newton só imaginou como tudo seria, mas mesmo mentalmente ele demonstra a relação de força gravitacional com as órbitas dos planetas, então ele estende essa relação para outros objetos como satélites por exemplo. Um artefato que consiga atingir uma velocidade de mais ou menos 11,26 km/s (aproximadamente 40.536 km/h), considerando que o mesmo seja desacelerado pela força gravitacional, ainda assim conseguirá escapar dela com sucesso. Para que o mesmo permaneça em órbita, terá que atingir altitudes capazes de fazer com que velocidade e força gravitacional se equilibrem. (MACHADO, 2011).

Sobre a curiosidade com relação ao fato de a órbita dos satélites mudarem com o passar do tempo Kuga, Rama Rao e Valdemir Carrara (2000, p. 04) ressaltam:

O movimento em órbita dos satélites artificiais terrestres resulta numa elipse de tamanho e excentricidade constantes num plano fixo. Caso o movimento orbital não fosse perturbado, o satélite permaneceria nessa órbita indefinidamente. Entre os principais efeitos que fazem com que a órbita altere-se com o tempo estão a não homogeneidade da massa da Terra, além do seu achatamento, e também efeitos decorrentes do arrasto atmosférico e perturbações gravitacionais de outros corpos, notadamente da Lua e do Sol.

A lei da gravitação universal possibilitou entre outras coisas, calcular a velocidade, o período e a órbita de um satélite, segundo:

Para calcular a velocidade que é dada a um satélite, que é levado a uma altura  $h$ , para que o mesmo entre em órbita em torno da terra, o raio  $r$ , de sua órbita é dado por:

$$\mathbf{r} = \mathbf{R} + \mathbf{h} \quad \text{Equação 2}$$

Em que  $R$  é o raio da terra e  $h$  é a altura do satélite

A força gravitacional sobre o satélite, é:

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} \quad \text{Equação 3}$$

Em que  $m^1$  é a massa da terra e  $m^2$  a massa da terra. Essa força faz aparecer uma força centrípeta que faz com que o satélite permaneça em órbita, dessa maneira concluímos que o valor da força centrípeta é igual a  $mv^2/r$ , logo, teremos: (ÁLVARES, LUZ, 2009).

$$m \frac{\vec{v}^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} \quad \text{Equação 4}$$

então,

$$\vec{v} = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{Equação 5}$$

Podemos também calcular o período de um satélite, esse Período pode ser entendido como sendo um tempo, decorrido até que o satélite dê uma volta completa em torno da terra. A distância percorrida numa volta completa dada pelo satélite é  $2\pi r$ , então tem-se:

$$2\pi r = vT$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad \text{Equação 6}$$

Se já tivermos determinado a velocidade, vamos substituí-la na equação acima e então o período do satélite ficará assim: (SAMPAIO, 2005).

$$\begin{aligned} T &= \frac{2\pi r}{v} \\ T &= \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} \\ T^2 &= \frac{4\pi^2 R^2}{\frac{GM}{R}} \\ T &= \frac{4\pi^2 R^3}{GM} \\ \frac{R^3}{T^2} &= \frac{GM}{4\pi^2} \quad \text{Equação 7} \end{aligned}$$

### 3.1.3 Órbita de um satélite artificial

Segundo Machado (2011, p.11) “Órbita é definida pela trajetória fechada (circular ou elíptica) que qualquer objeto descreve em torno de um astro”.

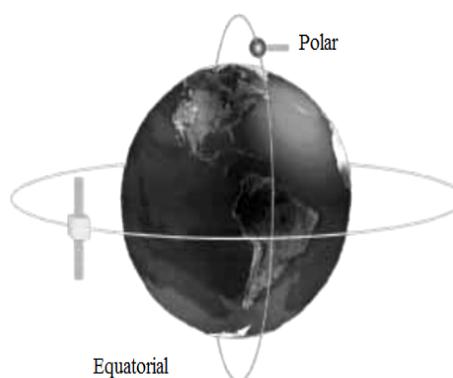
A órbita na qual um satélite é colocado depende principalmente da sua inclinação e do seu período de revolução (tempo que o satélite gasta para dar uma volta completa em torno da Terra), e esses dois fatores estão diretamente relacionados com a sua altitude. Além de baixas ou altas, as órbitas se classificam em dois tipos básicos: polar

e equatorial. (MACHADO, 2011).

É importante ressaltar a diferença entre as órbitas polares e equatoriais, tendo em vista essa importância, Florenzano (2008, p. 19) destaca:

A órbita polar, paralela ao eixo da Terra, tem uma inclinação de 90 graus que permite a passagem do satélite sobre todo o planeta e de forma sincronizada com o movimento da Terra em torno do Sol. Por isso, é chamada também de sol-síncrona. Nessa órbita o satélite cruza o equador sempre na mesma hora local. A órbita equatorial, com uma inclinação de 0 (zero) grau, coincide com o plano do equador. Ela é chamada de geossíncrona quando a sua altitude é de cerca de 36.000 quilômetros, o que permite ao satélite completar um giro em torno da Terra em 24 horas, aproximadamente o mesmo período de rotação do planeta. Nesse caso, também recebe o nome de geoestacionária, porque nessa órbita o satélite está sempre na mesma posição em relação à Terra.

Para uma melhor compreensão do que foi dito pelo autor no parágrafo anterior, a imagem abaixo mostra a principal diferença entre essas duas órbitas:



**Figura 2.** Exemplos de órbitas de satélites. Fonte: <http://www.aeb.gov.br/conteudo>.

As órbitas passam por algumas mudanças no decorrer do tempo, com o passar do tempo algumas forças atuam sobre o satélite fazendo com que assim a órbita do satélite passe por mudanças. Algumas dessas forças são as forças de atração exercidas pelo sol e pela lua e podemos destacar também os efeitos causados pela pressão de radiação solar. (SOUZA, 2009).

De acordo com Halliday (2006, p. 35) “Quando um satélite orbita a terra em uma trajetória elíptica, tanto sua velocidade, que determina sua energia cinética  $K$ , como a sua distância ao centro da Terra, que determinam sua energia potencial gravitacional  $U$ , variam com períodos fixos.”

Dependendo da função que cada satélite irá desempenhar cada um deles irá descrever uma órbita diferente, essas órbitas são definidas da seguinte maneira:

a) **Órbita baixa (LEO):** Essa órbita tem uma altitude de aproximadamente 180-2000 km. Nessa órbita é onde se localizam os satélites científicos, meteorológicos e de sensoriamento remoto.

b) **Órbita geossíncrona (GSO):** É uma órbita inclinada que tem o seu período

idêntico ao tempo que a Terra leva para dar uma volta em torno de seu eixo, no caso, 23 horas 56 minutos e 4 segundos.

c) **Órbita geoestacionária de transferência (GTO):** É uma órbita elíptica inclinada que liga as órbitas baixas e as órbitas geossíncrona. O veículo lançador alcança certa altura de mais ou menos 37.000 km, então se posiciona paralelo ao equador terrestre, por meio de seus propulsores.

d) **Órbita Média (MEO):** Essa órbita é encontrada entre as órbitas baixa e geoestacionária. Nelas são encontrados os satélites de transmissão de dados de internet banda larga, observações geodésicas e de física espacial. (REIS, 2011)

Para tentar explicar o que é uma órbita **geossíncrona** e uma órbita **geoestacionária**, o autor acima citado usa a **Figura 3** para tentar explicar essa diferença.



**Figura 3.** Diferença entre órbita geossíncrona e geoestacionária.

A geoestacionária é um caso de órbita geossíncrona. A geoestacionária é obrigatoriamente circular e se situa sobre o equador terrestre. Por esse motivo, elas são um recurso mais escasso, sendo assim bastante disputadas. Fonte: Site da Sociedade de Computação da Faculdade Swarthmore.

Antes de se lançar um satélite ao espaço é necessário que se calculada a sua órbita. Esses cálculos são feitos antes porque é necessário calcular o risco de choque do satélite com outros artefatos que orbitam o nosso espaço. É importante ressaltar o perigo do lixo espacial que é resultado de missões acontecidas anteriormente, mas que continua em órbita no espaço, esse lixo oferece perigo a novas missões enviadas ao espaço. (REIS; GARCIA; SOUZA; BALDESSAR, 2008).

Ainda existe uma classificação de órbita, como baixa e alta, as que são avaliadas como baixas são as circulares distantes entre 200 km e 2.000 km da Terra. Podemos tomar como exemplo, as mais usadas por missões tripuladas, o ônibus espacial e a Estação Espacial Internacional, por exemplo, estão localizados entre 300 km e 400 km). Também podemos usar o exemplo dos satélites científicos e de observação da terra, como o satélite sino-brasileiro CBERS, que está a 780 km de altura. Já as consideradas altas as de extrema importância são as que se encontra boa parte dos satélites de telecomunicações e meteorológicos- os chamados "satélites meteorológicos". (Souza, 2009).

### 3.1.2.2 Como um satélite é colocado em órbita?

Para entender como um satélite se movimenta, é necessário entender que o satélite é como um objeto constituído de massa, da mesma maneira que este objeto orbita a Terra o satélite orbita também. Mas afinal o que faz com que o satélite se mantenha em órbita? Para que o satélite se mantenha em órbita é a sua velocidade e a sua gravidade. Assim ele se manterá em constante queda livre ao redor da Terra, dessa forma o satélite irá se comportar como se estivesse “amarrado” a sua órbita. Para tentar explicar como um satélite artificial é colocado em órbita, começamos imaginando o lançamento de uma pedra, se ela for arremessada com muita força de um ponto relativamente alto a mesma irá descrever um pequeno arco e não entrará em órbita, no entanto se essa pedra for lançada de um ponto muito alto e com uma força bem maior que a anterior, a pedra irá descrever um arco paralelo à curvatura da Terra, dessa forma a pedra dará uma volta completa em torno da Terra, transformando-se assim em um satélite da Terra.

A **Figura 4**, nos mostra as inúmeras tentativas de se colocar um satélite em órbita ao redor da Terra.

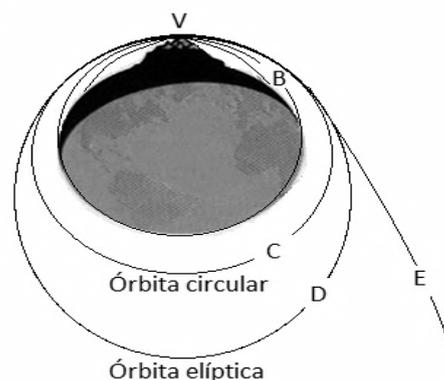


Figura 4. Figura 4. Representação de diversas tentativas de inserção orbital de um projétil.  
Crédito da imagem: Site do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Fonte: <http://www.fsc.ufsc.br/>.

O primeiro passo a ser dado é fazer com que o satélite ultrapasse a atmosfera e supere a gravidade terrestre. O veículo lançador de satélite recebe um impulso capaz de fazê-lo atravessar a atmosfera e permanecer com uma velocidade que seja suficiente para mantê-lo em movimento ao longo da curvatura da Terra, dessa forma o mesmo não será para que não seja engolido pela atmosfera. Issac Newton a milhares de anos atrás já havia falado sobre o lançamento de objetos na nossa atmosfera, ele imaginou um canhão no topo de uma montanha lançando vários projéteis. Cada vez que era arremessado um projétil a velocidade de lançamento aumentava. (SOUZA, 2009).



Figura 5. Seqüência de lançamento do satélite CBERS-2. (CBERS/INPE). Fonte: INPE

### 3.1.2.3 A exploração espacial no Brasil

Em 1980 foi implantada no Brasil a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), a partir da criação da MECB, surge o primeiro projeto do programa espacial brasileiro, tinha se em mente que tudo estivesse pronto até o ano de 1988, no entanto, isso não aconteceu, o primeiro satélite fabricado no Brasil só foi lançado ao espaço em 1993, esse satélite foi o SCD-1. (NOGUEIRA; PESSOA FILHO, 2009).

A política espacial brasileira de início tinha a previsão de construir dois tipos de satélites, um de coleta de dados (SCD) que tem como principal função a retransmissão de dados (temperatura, índice de chuva, umidade, volume dos rios etc.), e um de sensoriamento remoto (SSR), responsável pela obtenção de imagens da superfície terrestre, mas, no entanto, essa função ainda não foi desempenhada com sucesso. Para a obtenção dessas imagens o Brasil participa de um programa com a China o programa é o CBERS (China-Brazil Earth ResourcesSatellite), que significa Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. (FLOREZANO, 2008).



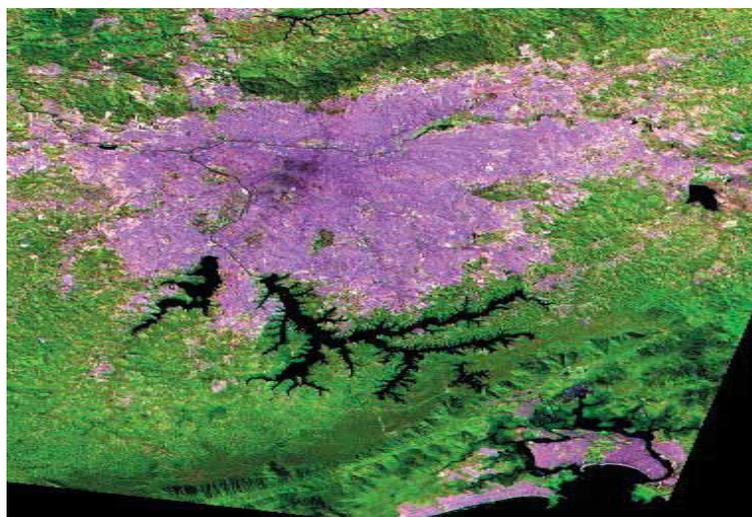
Figura 6. Lançamento do CBERS-2 pelo foguete Longa Marcha da base de Taiyuan, na República Popular da China. (CBERS/INPE). Fonte: INPE

Após o lançamento do CBERS, o Brasil conseguiu atingir uma marca de 100

mil imagens distribuídas por ano da superfície terrestre, tornando-se um dos maiores distribuidores de imagens de sensoriamento remoto do mundo. É importante ressaltar que as imagens obtidas por estes satélites pertencem a todo o país, qualquer pessoa no Brasil que tiver acesso a elas poderá vê-las de forma gratuita e sem restrição nenhuma. Essas imagens são mais utilizadas ultimamente por alguns estados que têm uma maior produtividade na área agrícola. (REIS, 2011).

Segundo a autora acima a política espacial brasileira encontra-se em um ótimo estado de desenvolvimento, diferentemente do que afirma Machado, para ele a política espacial brasileira vem passando por dificuldades para se desenvolver, e ainda não estamos nem perto dos países que apresentam uma política espacial de primeira linha, sobre isso.

O principal problema do atraso nas atividades do programa espacial brasileiro é que o país não consegue desenvolver seu próprio veículo lançador de satélites, tarefa essa que é de responsabilidade dos militares, mas esse não é o único problema que o país enfrenta no caminho do desenvolvimento espacial, à aspectos econômicos, mudanças políticas, concorrência com os outros países, países que estão muito a frente do Brasil nessa corrida pela supremacia espacial além de concorrer com esses países o país ainda tem que driblar o boicote de alguns deles na transferência de tecnologia. (MACHADO, 2011).



**Figura 2.** Imagem obtida pelo sensor IRMSS, a bordo do satélite CBERS com resolução espacial de 80 metros. Ela representa uma área relativamente extensa que inclui as regiões: Metropolitana de São Paulo e Baixada Santista. Fonte: (INPE)

O quadro a seguir mostra as principais Agências Espaciais da atualidade e seus respectivos orçamentos, com a visualização desse quadro é possível ter uma pequena noção de porque a política espacial brasileira ainda é tão pouco conhecida.

País	Agência	Orçamento (US\$)
EUA	NASA- National Aeronautics and Space Administration	18,7 bilhões
FRANÇA (Sede)	ESA-European Space Agency	5,4 bilhões
RÚSSIA	RKA- Russian Federal Space Agency	3,8 bilhões
FRANÇA	CNES- Centre National d'Études Spatiales	2,8 bilhões
JAPÃO	JAXA-Japan Aerospace exploration Agency	2,4 bilhões
ALEMANHA	DLR- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	2,0 bilhões
CHINA	CNSA-Chinese National Space Administration	1,3 bilhões
ÍNDIA	ISRO-Indian Space Research Organization	1,2 bilhões
ITÁLIA	ASI-Agenzia Spaziale Italiana	1 bilhão
REINO UNIDO	BNSC-British National Space Centre	400 milhões
BRASIL	AEB-Brazilian Space Agency	343 milhões

**Tabela 1** Quadro mostrando as principais Agências Espaciais da atualidade e seus respectivos orçamentos

## 4 | ALGUMAS EQUAÇÕES FUNDAMENTAIS PARA O LANÇAMENTO DE UM FOGUETE

Diante de tudo que foi dito, ficou evidente que para um satélite em movimento ao redor da Terra é necessário que um foguete o leve até o espaço, portanto, apresentaremos a seguir alguns cálculos necessários para o lançamento de um foguete.

Para demonstrarmos a equação geral do foguete vamos começar falando da força de resistência fluida, um corpo que se desloca em um fluido com uma velocidade  $v$ , fica sujeito a ação de uma força oposta a seu movimento, chamamos esta força de Força de Resistência Fluida (FRF), essa força é dada pela equação: ( OLIVEIRA, 2008).

$$\vec{F}_{RF} = k_n \vec{v}^n \quad \text{Equação 8}$$

Com  $n = 1$  ou  $n = 2$ ,  $k_n$  é uma constante que depende do formato do corpo e das propriedades físicas do fluido.

Quando temos  $n = 1$  a força de resistência do ar é considerada como uma força de resistência viscosa e é representado pela equação: ( OLIVEIRA, 2008).

$$\vec{F}_{ar} = k_1 \vec{v} \quad \text{Equação 9}$$

A equação acima só é válida para corpos com uma velocidade similar a 2m/s. Agora para  $n = 2$  a força de resistência do ar é considerada como uma força de resistência dinâmica, já não é mais considerada uma força de resistência viscosa, para essa nova força de resistência temos: ( OLIVEIRA, 2008).

$$\vec{F}_{ar} = k_2 \vec{v}^2 \quad \text{Equação 10}$$

#### 4.1 . Coeficiente de Arraste de um Corpo (Cx)

Um corpo que se movimenta no ar tem o seu movimento descrito pelo coeficiente de arraste  $C_x$ . Em alguns casos, a amplitude da força de resistência, o valor da velocidade relativa  $v$  e o coeficiente de arraste  $C_x$  podem ser relacionados pela equação: (HALLIDAY et al, 2006).

$$\vec{F}_{RF} = \frac{1}{2} C_x \rho A \vec{v}^2 \quad \text{Equação 11}$$

Onde  $\rho$  é a densidade do ar,  $A$ , a área da seção transversal efetiva do corpo, o coeficiente de arraste e  $v$  a velocidade relativa do corpo.

Quando temos um  $C_x$  coeficiente de arraste muito pequeno o deslocamento do corpo no ar se torna maior.

##### 4.1.1 Velocidade Relativa (v)

Para se calcular a velocidade relativa temos que começar admitindo que a velocidade atmosférica e a velocidade de rotação da Terra são a mesma, já existem que estudos que comprovaram a existência de ventos nas altitudes orbitais, mas, a falta de um modelo matemático que possa levar em consideração a presença desse efeito, faz com que tomemos a velocidade atmosférica como estática com relação à Terra. . (KUGA, RAO, CARRARA, 2000).

A força de resistência do ar também é influenciada pela velocidade relativa do corpo em relação ao fluido. Quanto maior a velocidade relativa, maior será à força de resistência do ar. Um experimento simples com a finalidade de se observar este fato, é colocar uma das mãos para fora de um carro em movimento. À medida que o veículo acelera, sente-se o aumento da força do ar sobre a mão. (OLIVEIRA, 2008).

##### 4.1.2 A Aceleração Gravitacional

Um foguete na superfície da Terra está sujeito a uma força gravitacional  $F_{g1}$  que pode ser calculada pela expressão:

$$\vec{F}_g = \frac{GMm}{r^2} \hat{r} \quad \text{Equação 12}$$

e

$$\vec{F}_g = m \vec{g}_1 \quad \text{Equação 13}$$

Sendo  $g$  a aceleração gravitacional na superfície da Terra;  $G$  a constante de gravitação universal;  $M$  a massa da Terra;  $m$  a massa do foguete e  $r$  o raio da Terra. Combinando as equações 10 e 11 temos:

$$\vec{g}_1 = G \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad \text{Equação 14}$$

Observando a equação 12,  $\vec{g}_1 = G \frac{M}{r^2}$ , temos que:  $r = R + h$ , percebemos que o valor da aceleração gravitacional varia com a altitude.

A força gravitacional  $F_g$ , a que esse foguete está sujeito à uma dada altitude em relação à superfície da Terra pode ser calculada pela seguinte equação:

$$\vec{F}_g = G \frac{Mm}{(R+h)^2} \hat{r} \quad \text{Equação 15}$$

e

$$\vec{F}_g = m\vec{g}_2 \quad \text{Equação 16}$$

Combinando as equações 13 e 14 temos:

$$\vec{g}_2 = G \frac{M}{(R+h)^2} \hat{r} \quad \text{Equação 17}$$

Onde  $g$  é a aceleração gravitacional para uma altitude  $h$ ;  $G$  a constante de gravitação universal;  $M$  a massa da Terra;  $m$  a massa do foguete e  $R$  é o raio da Terra.

Comparando as equações 12 e 15 obtidas concluímos que:

$$g_1 R^2 = g_2 (R + h)^2 \quad \text{Equação 18}$$

Logo:

$$\vec{g}_2 = \vec{g}_1 \left( \frac{R}{R+h} \right)^2 \quad \text{Equação 19}$$

Para essa equação vamos adotar que o raio da Terra é muito maior quando o comparamos com a altitude conseguida pelo foguete. Dessa forma podemos concluir que a intensidade da aceleração gravitacional, para uma altitude  $h$  muito menor que o raio da Terra, é aproximadamente igual a sua intensidade na superfície terrestre. Devemos lembrar que existem alguns fatores que influenciam no valor da aceleração gravitacional na superfície terrestre. O movimento de rotação da Terra é um desses fatores, isso pode ser comprovado através de experimento quando se mede o valor da aceleração gravitacional em função da latitude do lugar. A morfologia local das rochas também é outro fator. Por isso iremos tomar nos cálculos o valor de o valor médio com a latitude variando de  $0^\circ$  até  $90^\circ$  que é de  $9,80622\text{m/s}^2$ , e iremos aproximar esse valor para  $9,81\text{m/s}^2$ .(OLIVEIRA, 2008).

#### 4.1.3 Velocidade de Descarga do Combustível de Um Foguete

Estamos acostumados a lidar com uma grande maioria dos sistemas físicos que tem sua massa constante. Com os foguetes isso é diferente. Com a descarga do combustível o foguete é impulsionado por uma ação de uma força contínua, em sentido contrário ao do deslocamento do combustível. Como a uma descarga do combustível esse sistema é considerado um sistema de massa variável. Quando temos um foguete que se desloca com uma velocidade de intensidade  $v$  em relação à superfície terrestre

descarregando seu combustível a uma taxa constante  $R = \left| \frac{dm}{dt} \right|$  Então no instante  $t$  a massa do foguete é: (OLIVEIRA, 2008).

$$R = \left| \frac{dm}{dt} \right| \Rightarrow \int_{t_0}^t R dt \quad \text{Equação 20}$$

$$m(t) = m_0 - Rt \quad \text{Equação 21}$$

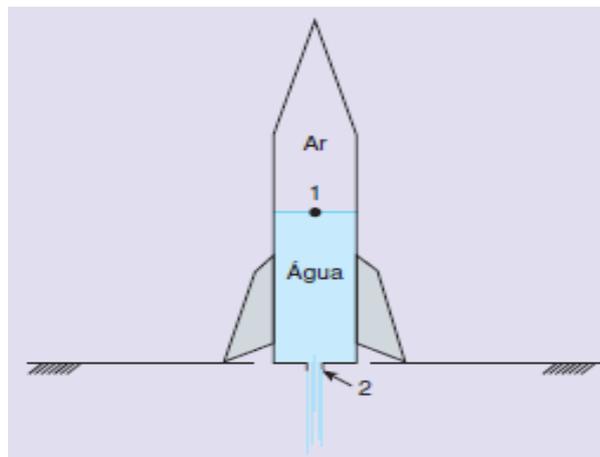
Onde  $m$  é a massa do foguete para um dado instante  $t$ ;  $m_0$  a massa inicial do foguete (massa de combustível + massa do foguete vazio) e  $R$  é a taxa de descarga do combustível.

Agora vamos chamar de  $m_a$  a massa do combustível,  $t_a$  o tempo que o foguete leva para descarregar o combustível e  $m_f$  a massa do combustível todo descarregado, então o tempo de descarga do combustível do foguete é: (OLIVEIRA, 2008).

$$m_f = m_0 - Rt_a \Rightarrow t_a = \frac{m_0 - m_f}{R} \quad \text{Equação 22}$$

$$t_a = \frac{m_a}{R} \quad \text{Equação 23}$$

Agora vamos ver como se dá a velocidade de descarga do foguete, vamos usar o exemplo de um foguete construído com garrafa pet. Considerando as Leis da termodinâmica, para todas as partículas da água expelida pelo foguete cada molécula dessas partículas tem uma velocidade diferente, considere o valor médio das velocidades destas partículas que são expelidas para fora do foguete. (OLIVEIRA, 2008).



**Figura 7.** Descarga da água do foguete de pet. **Fonte:** [http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/em/fisica/faces\\_old/Cap.18.pdf](http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/em/fisica/faces_old/Cap.18.pdf)

Vamos utilizar a equação de Bernoulli para o cálculo de  $v_e$ . Observando os pontos 1 e 2 da figura acima, tomaremos nesses pontos  $p_1 = p$  a pressão do ar neste ponto;  $h_1 = h$  a altura do líquido em relação a base do foguete, ou seja, a base da garrafa;  $v_1$  a velocidade de descida do ponto 1;  $p_2 = p_0$  a pressão atmosférica;  $h_2 = 0$ ;  $v_2 = v_e$ ; a velocidade de descarga da água;  $g$  a aceleração da gravitacional e  $\mu$  a densidade da água. Então utilizando a equação de Bernoulli nos pontos 1 e 2 do

foguete temos:

$$p_1 + \mu gh_1 + \frac{1}{2} \mu v_1^2 = p_2 + \mu gh_2 + \frac{1}{2} \mu v_e^2 \quad \text{Equação 24}$$

Vamos partir da suposição de que a velocidade do ponto 2 é muito maior que a velocidade do ponto 1, dessa forma teremos a seguinte expressão para  $v_e$ :

$$v_e^2 = v_1^2 \cong v_e^2 \quad \text{Equação 25}$$

$$v_e^2 = v_1^2 \cong v_e^2$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\mu} - 2gh} \quad \text{Equação 26}$$

Lembrando que a equação apresenta apenas o cálculo estimado da velocidade de descarga do líquido do foguete, pois, a garrafa da figura 7 é perfeitamente cilíndrica e a garrafa pet não e devemos desconsiderar as áreas dos pontos 1 e 2.

#### 4.1.4 A Equação Geral do Foguete

Já sabemos que a massa de um foguete se deslocando com velocidade  $v$ , descarregando sua massa a uma taxa  $R = \frac{|dm|}{|dt|}$  no instante  $t$ , em relação à Terra, é:

$$m(t) = m_0 - Rt \quad \text{Equação 27}$$

Onde  $m_0$  é sua massa inicial no tempo  $t = 0$ . O seu momento no instante  $t$  é:

$$\vec{p}_i = m\vec{v} \quad \text{Equação 28}$$

No instante  $t + dt$ , a massa expelida pelo foguete será  $Rdt$ . Como a velocidade de descarga do foguete é  $v_e$ , sua velocidade em relação à Terra será  $v - v_e$  e o foguete passará a ter uma massa  $m - Rdt$  e uma velocidade  $v + dv$ . Dessa forma o momento será dado por:

$$\begin{aligned} p_f &= (m - Rdt)(v + dv) + Rdt(v - v_e) \\ &= mv + mdv - vRdt - Rdt dv + vRdt - v_e Rdt \end{aligned} \quad \text{Equação 29}$$

Se tratar de um produto de dois valores infinitesimais o produto pode ser desconsiderado, o momento passa a ter um novo valor:

$$p_f \cong mv + mdv - v_e Rdt \quad \text{Equação 30}$$

Logo, a variação do momento é:

$$\begin{aligned} \vec{dp} &= p_f - p_i = mdv - v_e Rdt \\ &= \frac{dp}{dt} = m \frac{dv}{dt} - Rv_e \end{aligned} \quad \text{Equação 31}$$

Temos que a resultante das forças externas sobre o foguete é  $F_{ext} = dp/dt$ , então a equação final do foguete é:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = R\vec{v}_e + \vec{F}_{\text{ext}} \quad \text{Equação 32}$$

O produto  $Rv_e$  é definido como força de empuxo do foguete  $F_e$ . Esta força faz com que o foguete se desloque para cima.

$$\vec{F}_e = R\vec{v}_e \quad \text{Equação 33}$$

Esta equação depende das condições de lançamento do foguete, na ausência de forças atuando sobre o foguete, essa equação toma uma forma do tipo:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = \mathbf{0} \quad \text{Equação 34}$$

Quando o foguete está sujeito a ações do empuxo e da ação do campo gravitacional, e livre da força de resistência do ar temos a seguinte equação:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = R\vec{v}_e - \mathbf{m}\vec{g} \quad \text{Equação 35}$$

Quando o foguete está sujeito a ação do empuxo e livre da ação do efeito gravitacional e da força de resistência do ar, temos a seguinte expressão:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = R\vec{v}_e \quad \text{Equação 36}$$

Quando o foguete está com uma velocidade relativamente baixa e sujeito a ação do empuxo, da força gravitacional e da força de arraste aerodinâmico, temos a expressão:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = Rv_e - \mathbf{m}g - \mathbf{k}_1\mathbf{v} \quad \text{Equação 37}$$

Quando o foguete está em alta velocidade sujeito a ação do empuxo, da força gravitacional força de arraste aerodinâmico a equação geral desse foguete se torna:

$$\mathbf{m} \frac{dv}{dt} = Rv_e - \mathbf{m}g - \mathbf{k}_2\mathbf{v}^2 \quad \text{Equação 38}$$

## 4.2 Algumas Forças que Atuantes nos Satélites Artificiais

### 4.2.1 Forças Perturbadoras

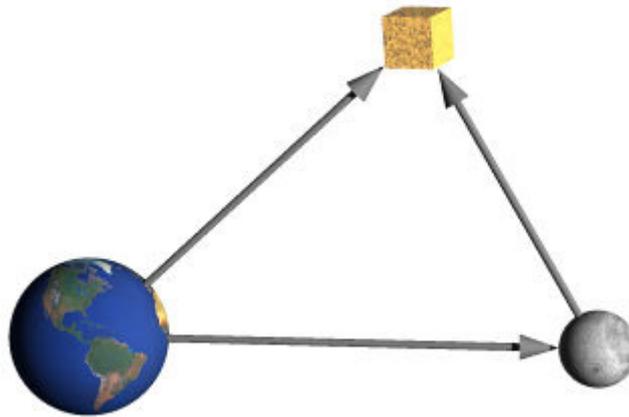
O movimento orbital dos satélites artificiais é constantemente influenciado por várias forças perturbadoras como:

- A força gravitacional devida ao potencial do corpo,
- A atração gravitacional do Sol e da Lua;
- A força de arrasto (mostrada nos cálculos do foguete);
- A força de pressão e radiação;

Sofrendo essas perturbações, a órbita do satélite se afasta da órbita elíptica de dois corpos e, então a órbita contrai e o satélite se arrasta em direção a Terra.

#### 4.2.2 Atração gravitacional do Sol e da Lua

Tomando a massa do satélite como desprezível em relação à massa da Terra, do Sol e da Lua, podemos estudar a perturbação gravitacional de um terceiro corpo através do problema reduzido de 3 corpos, observando Figura 3.3.



**Figura 8.** Atração gravitacional do terceiro corpo (Lua) no satélite. Fonte: [www.dem.inpe.br/val/cursos\\_inpe/kcr\\_ada32\\_2ed.pdf](http://www.dem.inpe.br/val/cursos_inpe/kcr_ada32_2ed.pdf)

O potencial perturbador devido ao terceiro corpo é dado por KOVALEVSKY(1967, CITADO POR KUGA, RAO, CARRARA, 2000).

$$\mathbf{R}_i = \mathbf{GM}_i \left( \frac{1}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}_i|} - \frac{\mathbf{r} \cdot \mathbf{r}_i}{r_i^3} \right) \quad \text{Equação 39}$$

Onde  $M_i$  e  $r_i$  são respectivamente a massa e distância do corpo perturbador ao corpo principal. A aceleração sobre o satélite, causada por estes corpos, é dada pelo gradiente do  $R_i$  em relação a  $r$ .

#### 4.2.3 Forças de Pressão de Radiação Solar

Quando a razão entre a área e a massa do satélite é grande a órbita do mesmo acaba sofrendo alguns efeitos de extrema importância, causado pela força de pressão de radiação solar. Essa pressão de radiação acontece devido a troca de quantidade de movimento dos fótons solares com a parte externa do satélite. Cada fóton tem uma quantidade de movimento associada, e essa quantidade de movimento provém do próprio fóton, assim, a força a qual o satélite é submetido vai depender da energia irradiada do Sol. A pressão de radiação da origem a uma aceleração que age na direção Sol-satélite, no sentido contrário ao versor Terra-Sol, essa aceleração é dada pela seguinte expressão.

$$\vec{\mathbf{A}}_{pr} = -v\mathbf{C}_R \frac{S}{m} \mathbf{P}_s \hat{\mathbf{r}}_s \quad \text{Equação 40}$$

Onde  $v$  é o fator de eclipse,  $C_r$  é um fator que depende da refletividade do satélite, denominado de coeficiente de pressão de radiação,  $S$  é a secção transversal quando observada na direção de incidência dos raios solares e  $m$  é a massa do satélite.  $P_s$  é

a pressão de radiação na órbita terrestre, e vale aproximadamente  $4,55 \times 10^{-6} N/m^2$ .  
 $\vec{r}_s$  é o raio vetor do Sol relativo à Terra.

## 5 | METODOLOGIA

Através de uma modelagem simplificada apresentamos neste trabalho os cálculos necessários para o lançamento de um satélite artificial bem como a definição de sua órbita, cálculos estes, fundamentados nas Leis de Newton e nas Leis de Kepler.

Esse trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa de revisão bibliográfica onde usamos suporte da literatura nacional para montar uma oficina que aborda o lançamento dos satélites artificiais e como o mesmo permanece em órbita, visto que um satélite artificial é lançado na atmosfera levado por um foguete, depois de uma abordagem teórica trabalhada nessa oficina lançamos um foguete feito materiais de fácil acesso, com esse lançamento espera-se que todos tenham uma melhor compreensão dos fundamentos da mecânica orbital.

## 6 | CONCLUSÃO

Ao fim deste trabalho concluímos o quanto uma maior compreensão sobre a existência e funções de um satélite artificial é importante para a sociedade em geral, percebemos que os aspectos físicos e matemáticos para o lançamento de um foguete têm uma gama de conhecimentos que podem ser utilizados nos meios educacionais principalmente nas disciplinas de física e matemática, disciplinas que envolvem o estudo da mecânica orbital, vimos ainda que esse lançamento permita a comparação dos resultados para modelos teóricos e verificar ainda a aplicação de algumas equações.

Após analisarmos todos os dados pesquisados vimos que o movimento dos satélites é sim baseado na Lei da Gravitação Universal de Newton e nas Leis de Kepler, vimos também de forma detalhada como se lança um satélite artificial conseguimos enfatizar a importância do mesmo na atualidade.

## REFERÊNCIAS

FLORENZANO, T. G. **A nave espacial Noé**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2 edição de imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FLORENZANO, T. G. **Os Satélites e Suas Aplicações**. (Série Especializando). 1ª impressão. São Paulo: SindCT. 2008.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, ondas e Termodinâmica**. Tradução: Flávio Menezes de Aguiar, José Wellington Rocha Tabosa. 7. ed. Rio de

Janeiro: LTC, 2006.

KUGA, H. K.; RAO, K.R.; CARRARA, V. **Satélites Artificiais Movimento Orbital**. 2010.

LUZ, A. M. R. da; ALVARES, B. A. **Física volume 1**. São Paulo: Editora scipione, 2009.

MACHADO, P. R. S. **A Produção Do Espaço Geográfico: O Espaço Sideral**. 2011, 35f. (Trabalho de Conclusão de Curso)- Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí 2011.

NASCIMENTO, E. S. do. **Astronomia De Posição**. 2007, 15f. (Trabalho de Conclusão de Curso)- Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.

NOGUEIRA, S.; PESSOA FILHO, J. B; SOUZA, P. N. de. **Astronáutica: Ensino Fundamental e Médio**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB. 2009. (Coleção Explorando o Ensino).

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica :Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

OLIVEIRA, F. **Brasil-China – 20 Anos de Cooperação Espacial**. CBERS – O Satélite da Parceria Estratégica. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2009.

OLIVEIRA, M.A.S. **Os Aspectos Físicos e Matemáticos do Lançamento do Foguete de Garrafa Pet**. 2008, 29f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física 2: Hidrostática, Termologia e Óptica**. 2. ed. São Paulo: Atual Editora. 2005.

SOUZA, P. N. **Satélites e Plataformas Espaciais** (Curso Astronáutica e Ciências do Espaço), Brasília, Agência Espacial Brasileira, 2007.

REIS, N. T. **Fundamentos de Mecânica Orbital**. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br> Acesso em: 03 . Nov. 2012, 16:27:12

REIS, N. T. O; GARCIA, N. M. D; de SOUZA, P. N; BALDESSAR, P. S. **Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial**: uma oficina pedagógica em educação espacial. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br>> Acesso em: 03. Nov. 2012, 15:17:30.

REIS, N. T. O; GARCIA, N. M. D. **Educação Espacial no Ensino Fundamental**: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br> Acesso em: 05. Mar. 2013, 09:05:10

ZANOTTA, D.C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M.T. **O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física**. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br> Acesso em: 16. Jun. 2013, 09:10:15

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Ingrid Aparecida Gomes** - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-239-5

