



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/01.30.11.14-PUD

## INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA V II

André de Castro Milone  
Carlos Alexandre Wuensche  
Cláudia Vilega Rodrigues  
Flávio D'Amico  
Francisco José Jablonski  
Hugo Vicente Capelato  
João Braga  
José Roberto Cecatto  
José Williams Vilas Boas  
Odylio Denys de Aguiar  
Oswaldo Duarte Miranda  
Thyrso Villela

INPE-7177-PUD/38

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SLENSP>>

INPE  
São José dos Campos  
2019

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Gabinete do Diretor (GBDIR)  
Serviço de Informação e Documentação (SESID)  
CEP 12.227-010  
São José dos Campos - SP - Brasil  
Tel.:(012) 3208-6923/7348  
E-mail: pubtc@inpe.br

**COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO  
DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):****Presidente:**

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos  
Climáticos (CGCPT)

**Membros:**

Dra. Carina Barros Mello - Coordenação de Laboratórios Associados (COCTE)

Dr. Alisson Dal Lago - Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas  
(CGCEA)

Dr. Evandro Albiach Branco - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (COCST)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia  
Espacial (CGETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação-Geral de Observação da Terra  
(CGOBT)

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação - (CPG)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação  
(SESID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Ivone Martins - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

Murilo Luiz Silva Gino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/01.30.11.14-PUD

## INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA V II

André de Castro Milone  
Carlos Alexandre Wuensche  
Cláudia Vilega Rodrigues  
Flávio D'Amico  
Francisco José Jablonski  
Hugo Vicente Capelato  
João Braga  
José Roberto Cecatto  
José Williams Vilas Boas  
Odylio Denys de Aguiar  
Oswaldo Duarte Miranda  
Thyrso Villela

INPE-7177-PUD/38

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SLENSP>>

INPE  
São José dos Campos  
2019



Esta obra foi licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Divisão de Astrofísica  
Av. dos Astronautas, 1758  
12227-010 – São José dos Campos, SP  
Tel.: (12) 3208-7200

**Colaboração na redação:** Ana Maria Zodi

**AGRADECIMENTOS:**

Space Telescope Science Institute (STScI); National Space Science Data Center (NSSDC): como fontes de boa parte das figuras e tabelas utilizadas.

Setores de Comunicação Visual e Desenho do INPE: pela edição de algumas figuras.

## APRESENTAÇÃO

A fascinação pelos mistérios do Universo faz parte da natureza humana desde o começo da civilização. Ao mesmo tempo que admiramos a sua extensão e beleza, sentimos o desafio de conhecê-lo e o desejo de descobrir a sua conexão conosco. Ao investigarmos o Cosmo estamos também indagando sobre a nossa própria origem.

É bem possível que o homem tenha perscrutado o céu antes da terra, mares e rios, que estavam bem mais próximos.

O ciclo das estações, a luz e o calor do Sol durante o dia, o luar e as estrelas à noite, a necessidade de se orientar em seus percursos de um lugar a outro e de estabelecer uma cronologia para os acontecimentos foram motivos suficientes para o homem tentar equacionar o Universo.

A princípio o Universo conhecido se restringia ao Sol, à Lua e alguns planetas. Com o aperfeiçoamento dos instrumentos astronômicos, e a própria evolução das idéias, o conhecimento humano foi se expandindo e o Cosmo se revelando, de forma surpreendente e impressionante.

O sistema solar é hoje esmiuçado pelas sondas espaciais. Os modernos telescópios parecem nos conferir visão de super-homens. Do Sol, partimos para as demais estrelas que, aos bilhões, permeiam a nossa galáxia, a Via Láctea. Mesmo sem conseguir penetrá-las, a astronomia vem decifrando o seu interior, a sua formação e evolução, tão ligadas à nossa própria existência, pois somos fruto das estrelas.

As gigantescas nuvens interestelares descortinam-se com suas formas curiosas e gases fluorescentes, e revelam-se como berçários de estrelas. Indo mais adiante, notamos que o Universo se organiza em grupos de estrelas, galáxias, e em superaglomerados, intercalados por imensos vazios.

Até onde os instrumentos podem satisfazer a nossa curiosidade, avançamos no espaço e retrocedemos no tempo, em direção aos limites do Universo, que nos mostram a sua infância e adolescência.

O conhecimento adquirido alimenta as respostas a algumas das indagações básicas do espírito humano: Como surgiu e se desenvolve este imenso teatro, no qual a matéria e a energia produzem espetáculos fantásticos, em contínua transformação?

Estamos em São José dos Campos, uma cidade do planeta Terra, onde os astrônomos do INPE, iguais a muitos em outros lugares, estão investigando os segredos do Universo. Fazem isso pela satisfação que o conhecimento produz. Mais profundamente, o fazem para ampliar os horizontes do nosso próprio mundo.

Este caderno reúne os tópicos abordados no Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica do INPE, iniciado em 1998 e programado para ocorrer anualmente ao final do primeiro semestre. É destinado principalmente à atualização de professores do ensino fundamental e médio, e a estudantes universitários vinculados a áreas relacionadas à astronomia.

O curso pretende traçar as linhas básicas do que a astronomia já conseguiu decifrar, delineando também um quadro da evolução das idéias e das técnicas utilizadas na pesquisa científica. Paralelamente, são mostrados os trabalhos que a Divisão de Astrofísica do INPE vem desenvolvendo.

Há ainda o propósito de apresentar uma visão desmitificada da ciência e do cientista, expondo as suas tentativas e incertezas no caminho do conhecimento. Finalizando, a última parte do curso enfoca a importância da ciência básica, como principal geradora de novas idéias e tecnologias.

Alguns subprodutos esperados são despertar uma possível vocação científica nos estudantes e motivar os educadores a introduzir novas formas de comunicar a ciência a seus alunos.

Para que os objetivos propostos sejam cumpridos satisfatoriamente, este trabalho deve ser constantemente revisado e, nesse sentido, todas as críticas e sugestões serão bem-vindas.

# SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>A ASTRONOMIA NO DIA A DIA (André de Castro Milone) .....</b>	<b>1-1</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>ASTROFÍSICA OBSERVACIONAL (Francisco José Jablonski) .....</b>	<b>2-1</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>O SISTEMA SOLAR (Cláudia Vilega Rodrigues) .....</b>	<b>3-1</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>O SOL (José Roberto Cecatto) .....</b>	<b>4-1</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>FORMAÇÃO DE ESTRELAS (José Williams Vilas Boas) .....</b>	<b>5-1</b>
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>A VIDA DAS ESTRELAS (Hugo Vicente Capelato) .....</b>	<b>6-1</b>
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>ESTÁGIOS FINAIS DE ESTRELAS (Flávio D'Amico) .....</b>	<b>7-1</b>
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>GALÁXIAS (Carlos Alexandre Wuensche) .....</b>	<b>8-1</b>
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>COSMOLOGIA (Carlos Alexandre Wuensche) .....</b>	<b>9-1</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	
<b>ASTROFÍSICA DE ONDAS GRAVITACIONAIS (Odylio Denys de Aguiar) .....</b>	<b>10-1</b>
<b>CAPÍTULO 11</b>	
<b>HABITABILIDADE CÓSMICA E A POSSIBILIDADE DE EXISTÊNCIA DE VIDA EM OUTROS LOCAIS DO UNIVERSO (Carlos Alexandre Wuensche) .....</b>	<b>11-1</b>
<b>CAPÍTULO 12</b>	
<b>PESQUISAS EM ASTROFÍSICA NO INPE (Oswaldo Duarte Miranda – Rev. João Braga - Thyrso Villela) .....</b>	<b>12-1</b>