

Sistema Solar

Sistemas Extrassolares



Universo
Acessível



REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Roberto de Andrade Medronho

VICE-REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Cassia Curan Turci

DECANO DO CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
Josefino Cabral Melo Lima

DIRETOR DO OBSERVATÓRIO DO VALONGO
Thiago Signorini Gonçalves

© Todos os direitos reservados aos autores e editores.
Realização do Projeto Universo Acessível.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Observatório do Valongo – Universidade Federal do Rio de Janeiro

L869a Lorenz-Martins, Silvia.

Astronomia II: Sistema Solar e sistemas extrassolares / Silvia Lorenz Martins ... [et al.]. -- Rio de Janeiro: OV/UFRJ, 2024.

1 recurso eletrônico (il.) ; digital.

Bibliografia: p.17

ISBN: 978-85-86998-11-9

1. Astronomia. 2. Sistema solar. 3. Sistemas extrassolares. I. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Observatório do Valongo. II. Título.

CDD: 520

Ficha catalográfica elaborada por Regina de Moura - CRB-7/6281

Sistema Solar e Sistemas Extrassolares
Edição eletrônica

Aires Silva

Bianca Mello

Erica Bhering

Jackson de Farias

Júlia Alves

Priscila Marques

Silvia Lorenz-Martins



Universo
Acessível



APRESENTAÇÃO

O Caderno de Astronomia II – Sistema Solar e Sistemas Extrassolares, foi criado em 2020 para ser transformado em um caderno tátil para ensino de astronomia para pessoas com deficiência visual dentro do projeto Universo Acessível. As ilustrações foram adaptadas a partir de imagens reais para permitir a texturização e posteriormente a impressão usando folhas de acetato. Além disso, foram usadas cores contrastantes para facilitar o entendimento da matéria por crianças com baixa visão ou visão monocular, pelo mesmo motivo a fonte usada foi ALPhont. A versão tátil desse material pode ser solicitada ao Instituto Benjamin Constant.

Nesse volume temos uma versão atualizada desse material onde usamos imagens reais de alguns objetos celestes citados aqui, substituindo algumas ilustrações usadas na versão tátil. Mantivemos a fonte.

O trabalho faz parte do projeto de extensão *Universo Acessível* da UFRJ-Observatório do Valongo, sob a coordenação da professora Silvia Lorenz-Martins, desenvolvido em colaboração com o projeto *Ciência ao alcance das mãos*, do Instituto Benjamin Constant, sob a coordenação do professor Aires da Conceição Silva.

Uma versão texturizada desse material pode ser solicitada ao Instituto Benjamin Constant (www.ibc.gov.br).

Índice

O que é um planeta?	06
O Sistema Solar	07
Corpos presentes no Sistema Solar	08
Os planetas rochosos	15
O Cinturão de Asteroides	19
Os planetas gasosos	20
O Cinturão de Kuiper	31
A Nuvem de Oort	32
Sistemas Extrassolares	33
Zona de Habitabilidade	34
O sistema Trappist-1	36
Referências	39

A União Astronômica Internacional utiliza três critérios para definir o que é um planeta. Assim, um planeta é um corpo celeste que:

- Órbita uma estrela;
- Possui gravidade o suficiente para ter forma esférica;
- Tem sua órbita limpa de outros corpos ao redor da estrela.

O Sistema Solar é um sistema gravitacionalmente ligado que contém o Sol, 8 planetas, 5 planetas anões, milhares de asteroides e cometas, todos sob seu domínio gravitacional. O Sol detém a maior parte da massa desse sistema, cerca de 99%, e o restante é distribuído entre os outros corpos. Os quatro planetas mais próximos do Sol são chamados de planetas terrestres: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte e possuem uma crosta sólida e rochosa. Os outros quatro planetas são chamados de gasosos e encontram-se mais afastados do Sol. São eles: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Todos os planetas terrestres, além de Júpiter e Saturno, já eram conhecidos desde a Antiguidade e são visíveis a olho nu. Urano foi descoberto através de telescópios no séc. XVIII e Netuno guarda uma interessante particularidade: é o único planeta descoberto através da matemática. O Sol é formado principalmente por hidrogênio e hélio e é tão grande que em seu interior caberiam 1.300.000 planetas Terra. A Figura 1 abaixo mostra os planetas com seus eixos de rotação e devidas inclinações com relação ao plano de suas órbitas em torno do Sol.

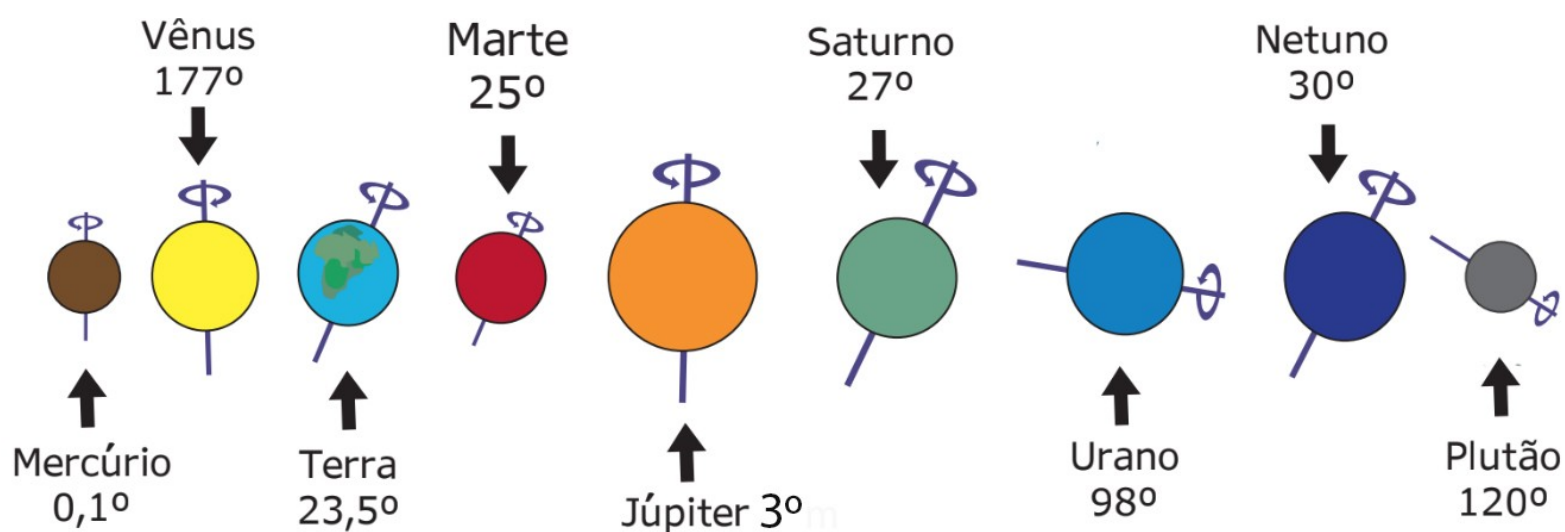


Figura 1 – Planetas e seus respectivos eixos de rotação, apresentando o grau de inclinação com relação à eclíptica – projeção da trajetória do Sol. Crédito da imagem: Bianca Mello

Planetas Rochosos (ou terrestres)

São planetas compostos majoritariamente por rochas. São menores, mais densos e se encontram mais próximos ao Sol. São eles: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. A seguir uma comparação entre os tamanhos desses planetas. Como a Terra esses planetas têm núcleo, manto e crosta.



Figura 2 – Montagem com imagens reais dos planetas terrestres (ou rochosos) mostrando a diferença em tamanhos. Crédito da imagem: <https://authcards.com/terrestrial-planets-long-card/>

Planetas de grandes dimensões, compostos principalmente por gás e que possuem um pequeno núcleo rochoso em seu interior. Se encontram mais afastados do Sol. Diferente dos planetas terrestres, os planetas gasosos, possuem muitos satélites naturais (dezenas) e anéis. Alguns desses anéis só puderam ser evidenciados recentemente por observações do telescópio espacial James Webb.

São eles: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

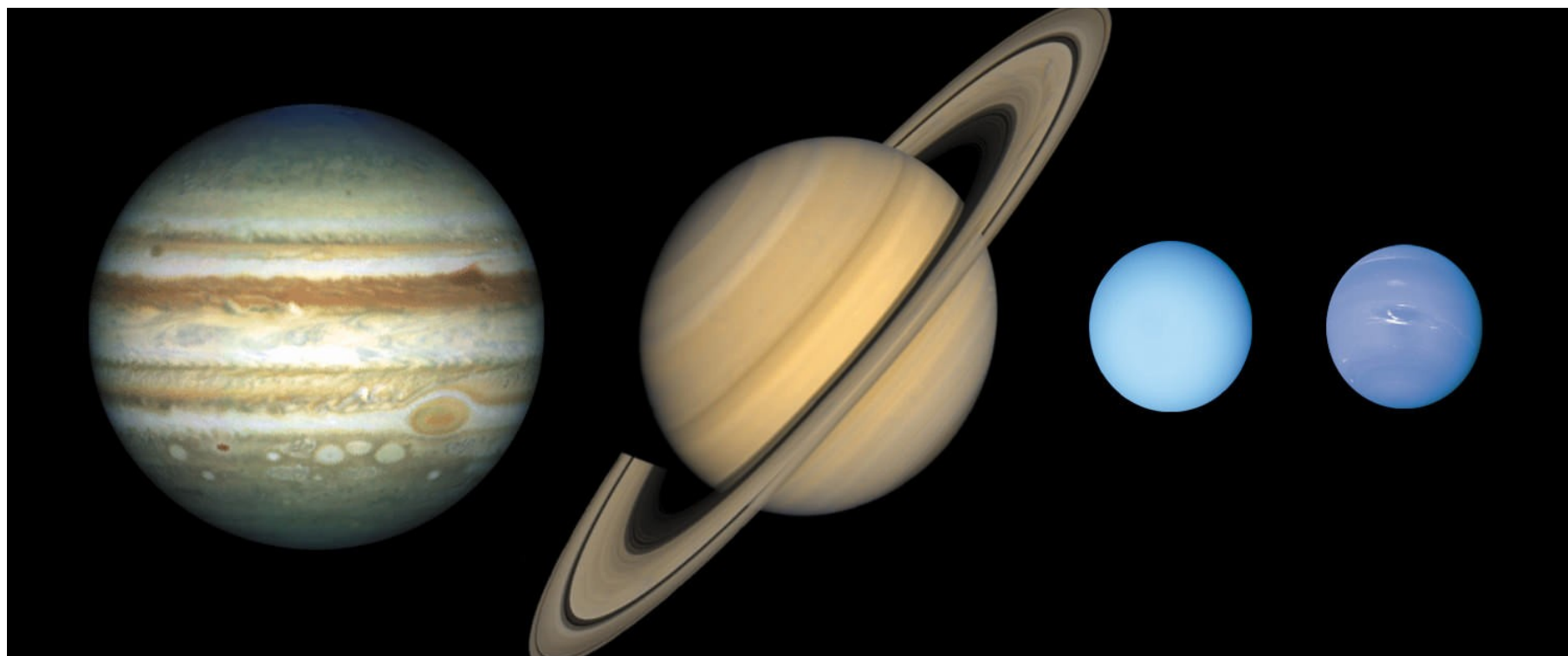


Figura 3 – Montagem com imagens reais dos planetas gasosos do nosso Sistema Solar mostrando a diferença em tamanhos. Da esquerda para a direita, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Crédito: Lunar and Planetary Institute.

Plutão e outros planetas anões são muito parecidos com planetas comuns. Então qual é a grande diferença?

Planetas anões como Plutão foram definidos como objetos que orbitam o Sol e são quase redondos, mas não conseguiram limpar sua órbita de detritos. Até a presente data, a IAU reconheceu apenas cinco planetas anões. Em ordem de distância do Sol, eles são: Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Eris.



Figura 4 – Montagem com imagens reais dos planetas anões mostrando a diferença entre eles. Crédito da imagem: NASA.

Também conhecidos como luas, são corpos menores, que orbitam planetas que, por sua vez, orbitam o Sol. Um único planeta pode prender dezenas de luas em sua gravidade.

Por exemplo, a Terra possui somente um satélite natural, a Lua (Figura 5). Marte, por sua vez tem duas luas, Fobos e Deimos. Os planetas gigantes gasosos, Júpiter e Saturno, tem mais de 60 satélites naturais.



Figura 5 – Lua. Crédito da imagem: Silvia Lorenz-Martins.

São pequenos corpos rochosos e metálicos que também têm órbitas bem definidas em relação ao Sol. Entre Marte e Júpiter há uma região enorme que abriga milhares deles. Essa região é conhecida como cinturão de Asteroides. Acredita-se que os asteroides sejam planetesimais deixados como resíduo da formação do sistema solar. Asteroides contêm matéria primordial da formação do sistema solar e por isso o interesse em seu estudo. Na Figura 6 vemos o asteroide Itokawa que foi visitado pela sonda Japonesa, Hayabusa em 1998 e retornou a Terra com material coletado do asteroide.

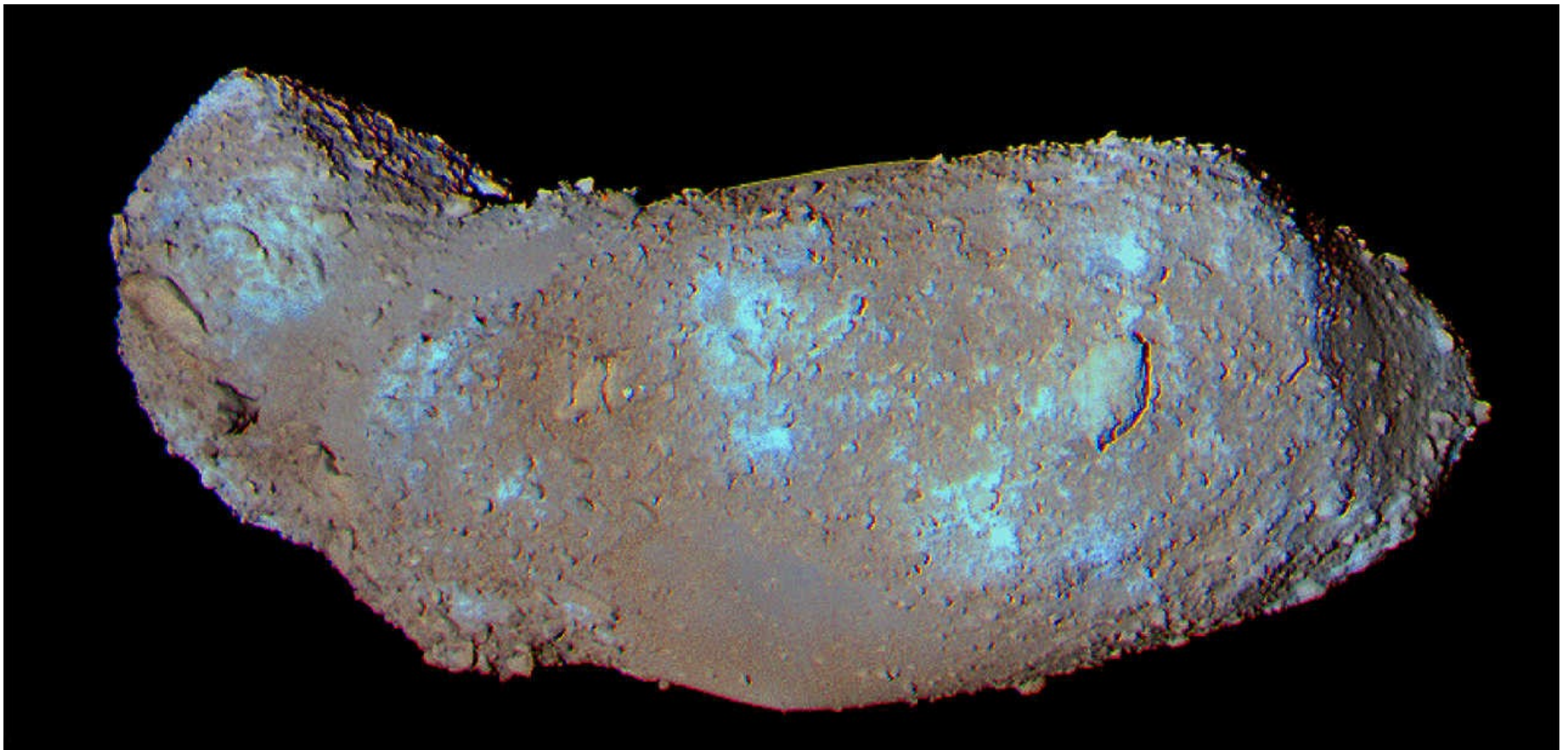


Figura 6 – Asteroide Itokawa. Crédito da imagem: Agência Espacial Japonesa (JAXA).

Cometas não se parecem com nada no céu e por isso, durante muitos séculos, inspiraram medo nas civilizações antigas. Os chineses foram os que mais registraram eventos astronômicos e com os cometas não foi diferente. Criaram um atlas com as aparições cometárias iniciado na dinastia Shang (1600-1046 a.C.). O primeiro registro verificado do cometa Halley, um cometa que aparece periodicamente a cada 75 anos, foi feito na China, no ano de 240 a.C..

Cometas são corpos compostos de poeira e gelo que se encontram localizados no cinturão de Kuiper ou na nuvem de Oort. Esses corpos são atraídos pela gravidade dos planetas maiores e, ao se aproximarem do Sol, perdem massa por causa da radiação solar que sublima os compostos voláteis presentes nesses núcleos cometários, formando duas caudas brilhantes, uma de poeira e outra de gás. Na Figura 7, a seguir, vemos as duas caudas do cometa Halle-Bopp, que passou pelas vizinhanças da Terra em 1997 e voltará somente no ano 4377. É um cometa periódico com período de 2380 anos. A sonda espacial Rosetta, construída pela Agência Espacial Européia (ESA) pousou em um cometa, o 67/Churyumov-Gerasimenko, que tem 4 km de comprimento, em 2016. Também podemos ver a imagem desse núcleo cometário na Figura 8.



Figura 7 – Cometa Halle-Bopp
imagens: NASA.

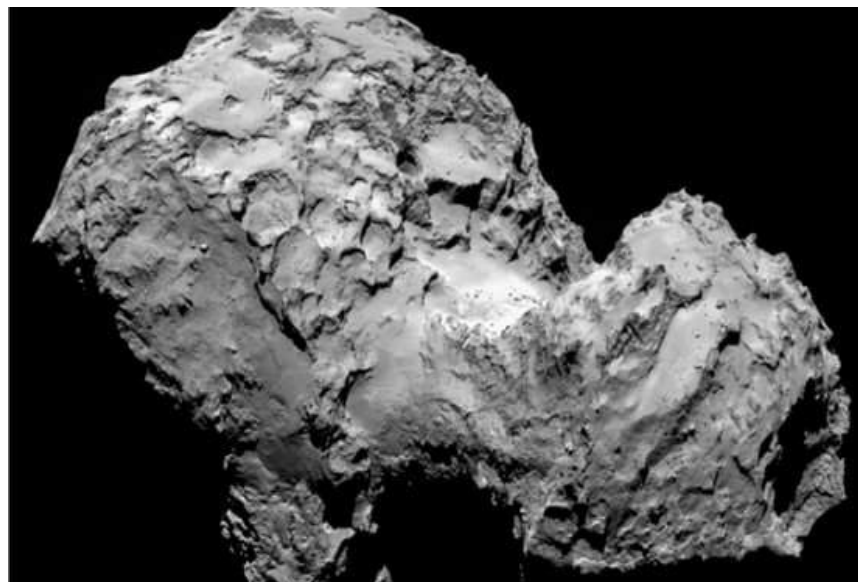


Figura 8 – Cometa 67/Churyumov-Gerasimenko. Crédito das

Meteoroides são os menores corpos do Sistema Solar, possuindo até poucos metros de diâmetro. São pedaços de asteroides ou mesmo de cometas, que viajam no espaço. As estrelas cadentes ocorrem quando um meteoróide penetra em nossa atmosfera e se fragmenta, emitindo luz. Quando isso acontece ele é chamado de meteoro. Se o meteoro atinge a Terra e o encontramos, recebe o nome de meteorito. A Figura 9 mostra ilustrações desses pequenos corpos.

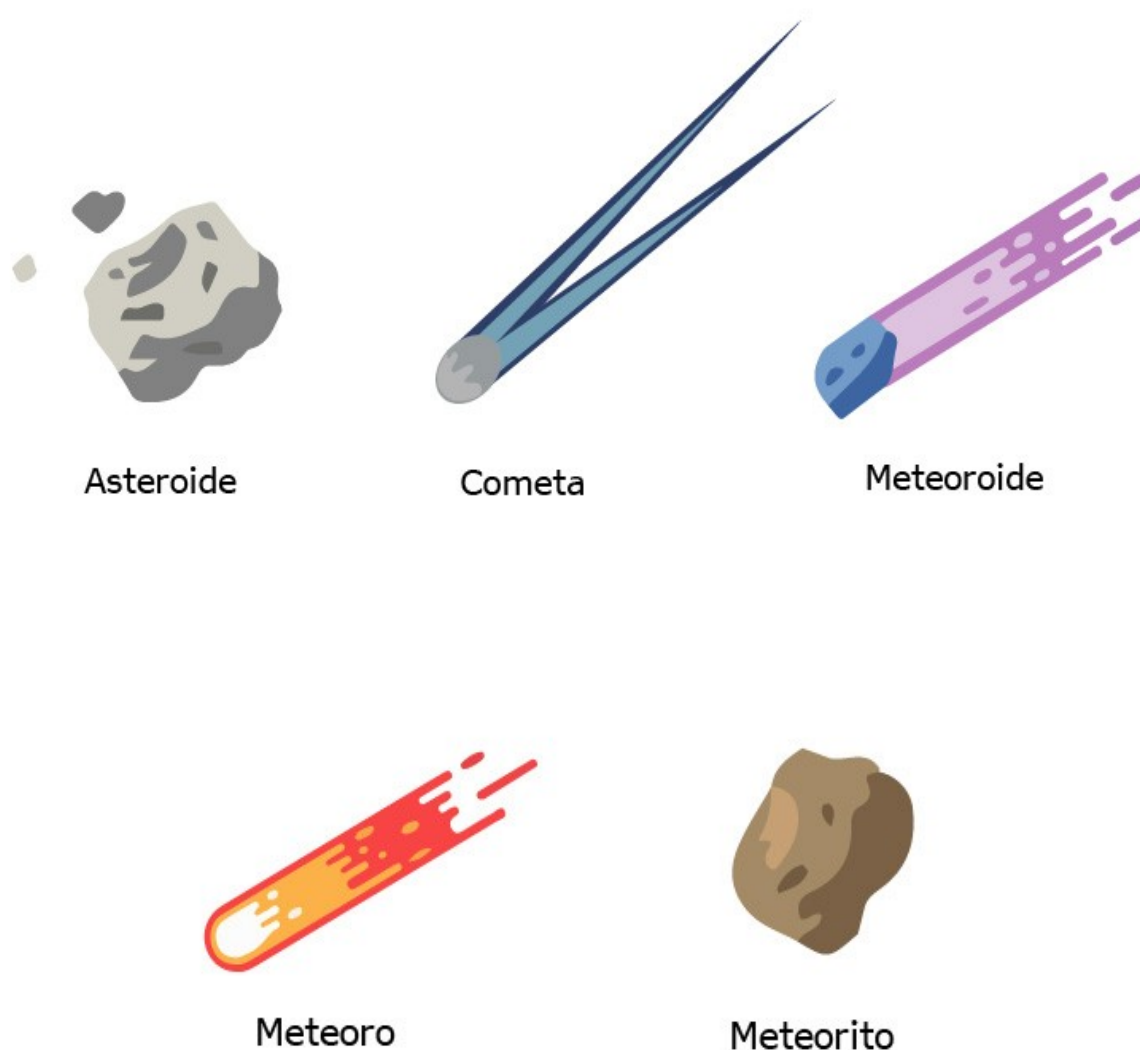


Figura 9 – Pequenos corpos do Sistema Solar. Crédito da imagem: Bianca Mello

Mercúrio

É o menor planeta do Sistema Solar, sendo apenas um pouco maior que a Lua. Apesar de ser o mais próximo ao Sol, não é o mais quente, pois não possui uma atmosfera que retenha calor. Não possui luas, seu dia dura 58 dias terrestres, e seu ano dura 88 dias.

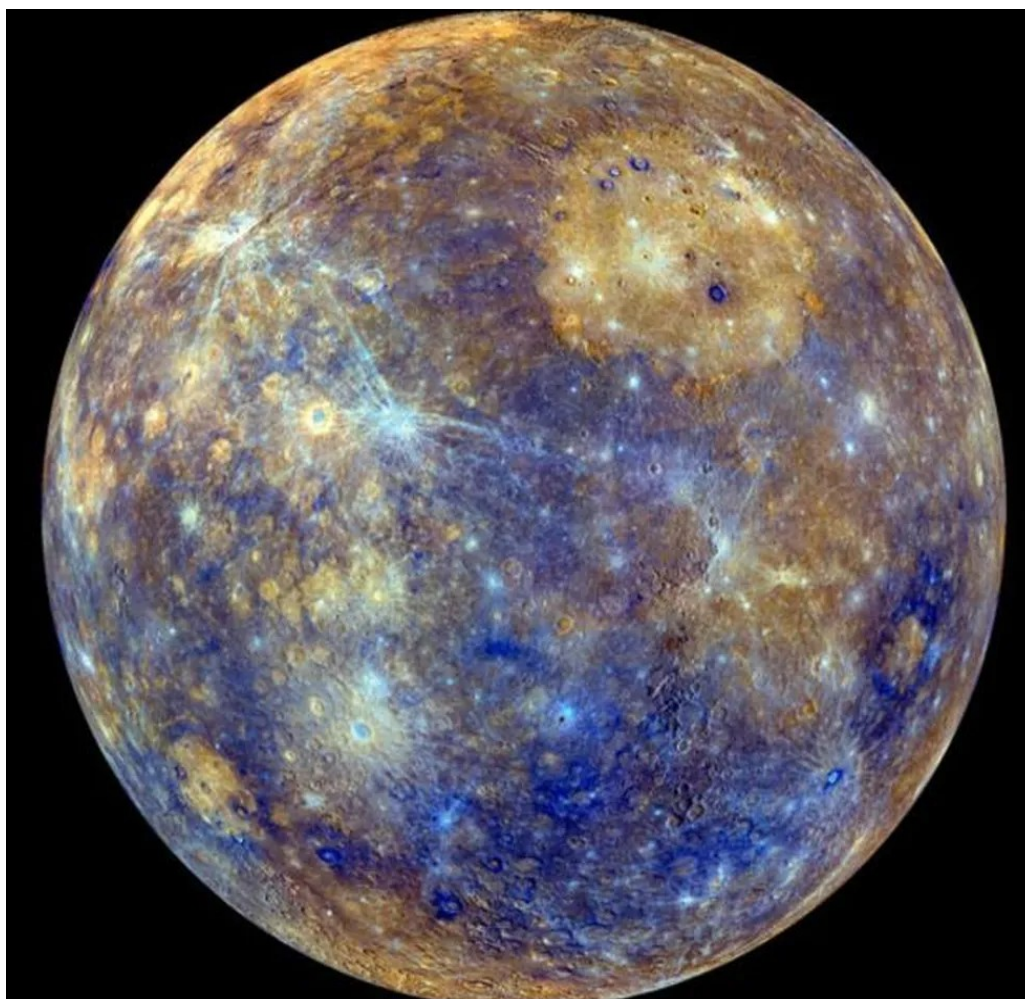


Figura 10 – Mercúrio. Crédito da imagem: NASA

Devido à proximidade de Mercúrio com a Terra, ele sempre será um alvo para missões e observações futuras. A terceira espaçonave programada para chegar a Mercúrio é chamada BepiColombo, e está planejada para chegar a Mercúrio em 2025. Mercúrio já foi visitado pelas sondas Mariner (1974-1975) e Messenger (2008), ambas da NASA.

É o segundo planeta do Sistema Solar, e, apesar de não ser o mais próximo ao Sol, é o mais quente devido à sua atmosfera densa, que causa um efeito estufa no planeta. É considerado o planeta irmão da Terra, já que ambos são compostos praticamente dos mesmos elementos e têm tamanhos similares. Vênus rotaciona no sentido contrário ao dos outros planetas, seu dia dura 243 dias terrestres, e seu ano 225 dias. Como Mercúrio, não possui luas.

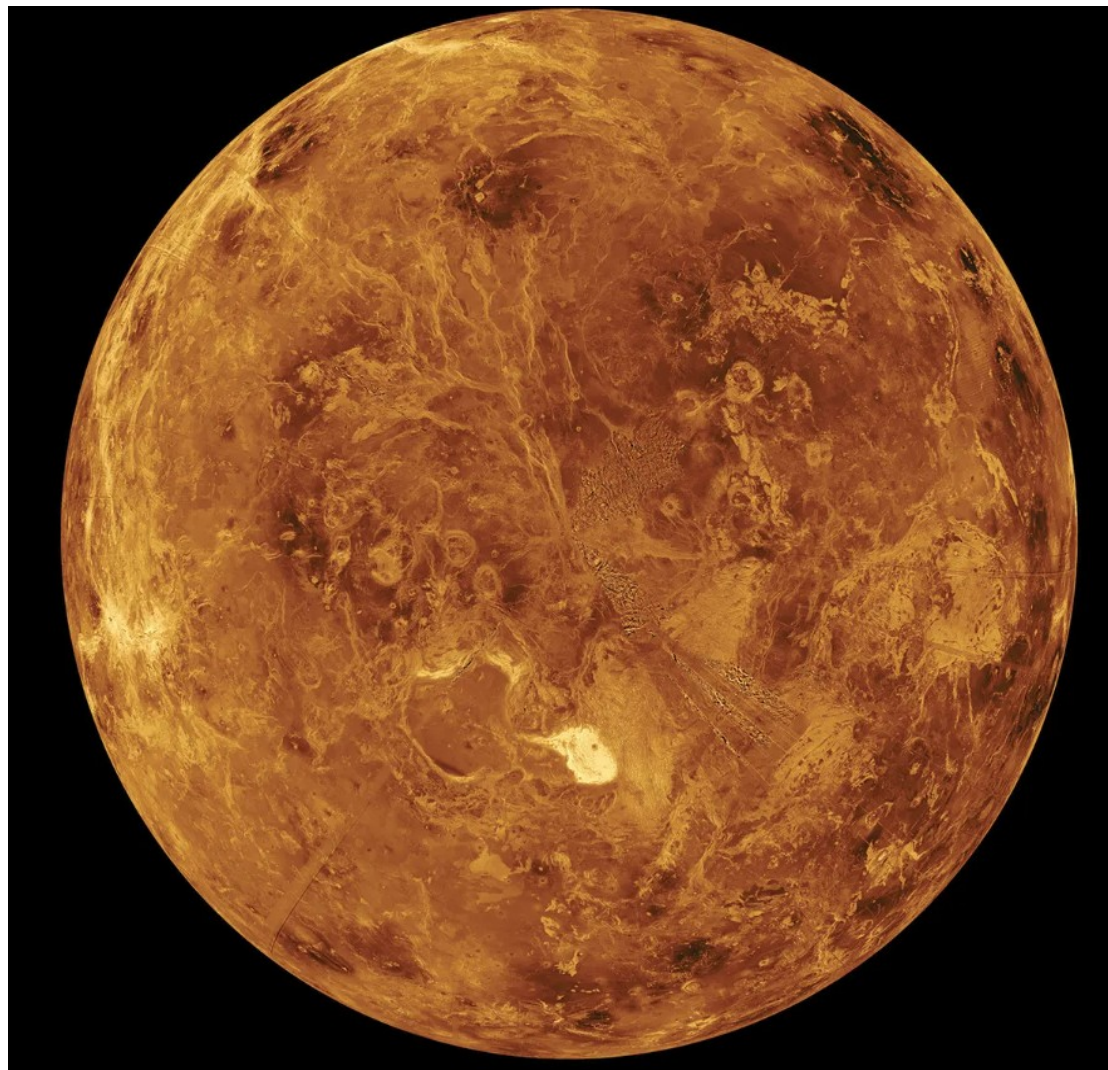


Figura 11 – Vênus. Crédito da imagem: NASA

A Terra é nossa casa e o único corpo celeste onde é conhecida a existência de vida. Nossa atmosfera é essencial para a vida, é ela que impede que a temperatura se eleve muito, bloqueando parte dos raios solares ultravioletas. Também impede que a temperatura caia muito, preservando o calor fornecido pela radiação solar. Além disso, nossa atmosfera nos protege de meteoróides, fazendo com que cheguem a nossa superfície em tamanho muito menor que o original. O ano terrestre dura 365 dias e possui somente um satélite natural: a Lua.



Figura 12 – Terra. Crédito da imagem: NASA

O planeta vermelho é o segundo menor do sistema solar e é alvo de muitos estudos astronômicos. Isso se deve ao fato de cientistas acreditarem que o planeta possa ter possuído vida um dia, tendo evidências de água líquida salgada. Há um grande interesse em estudar a sua capacidade de suportar vida humana futuramente. Várias sondas já visitaram Marte e ainda atualmente há alguns projetos que exploram sua superfície. Possui duas luas: Fobos (Na Figura 13 podemos ver sua trajetória, à esquerda) e Deimos.

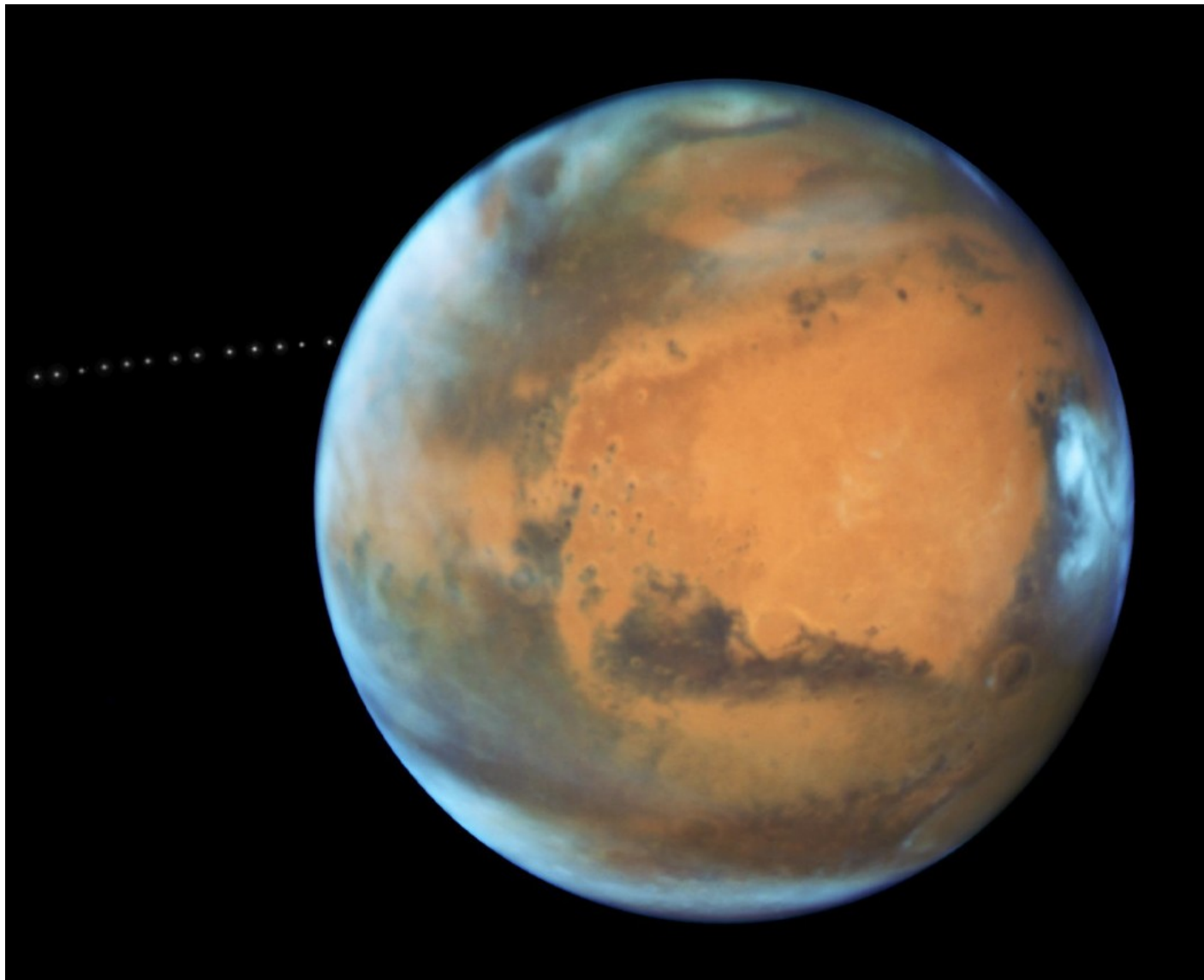


Figura 13 – Marte. Crédito da imagem: NASA

Região localizada entre Marte e Júpiter, abriga milhares asteroides e o planeta anão Ceres, que no passado foi classificado como asteroide.

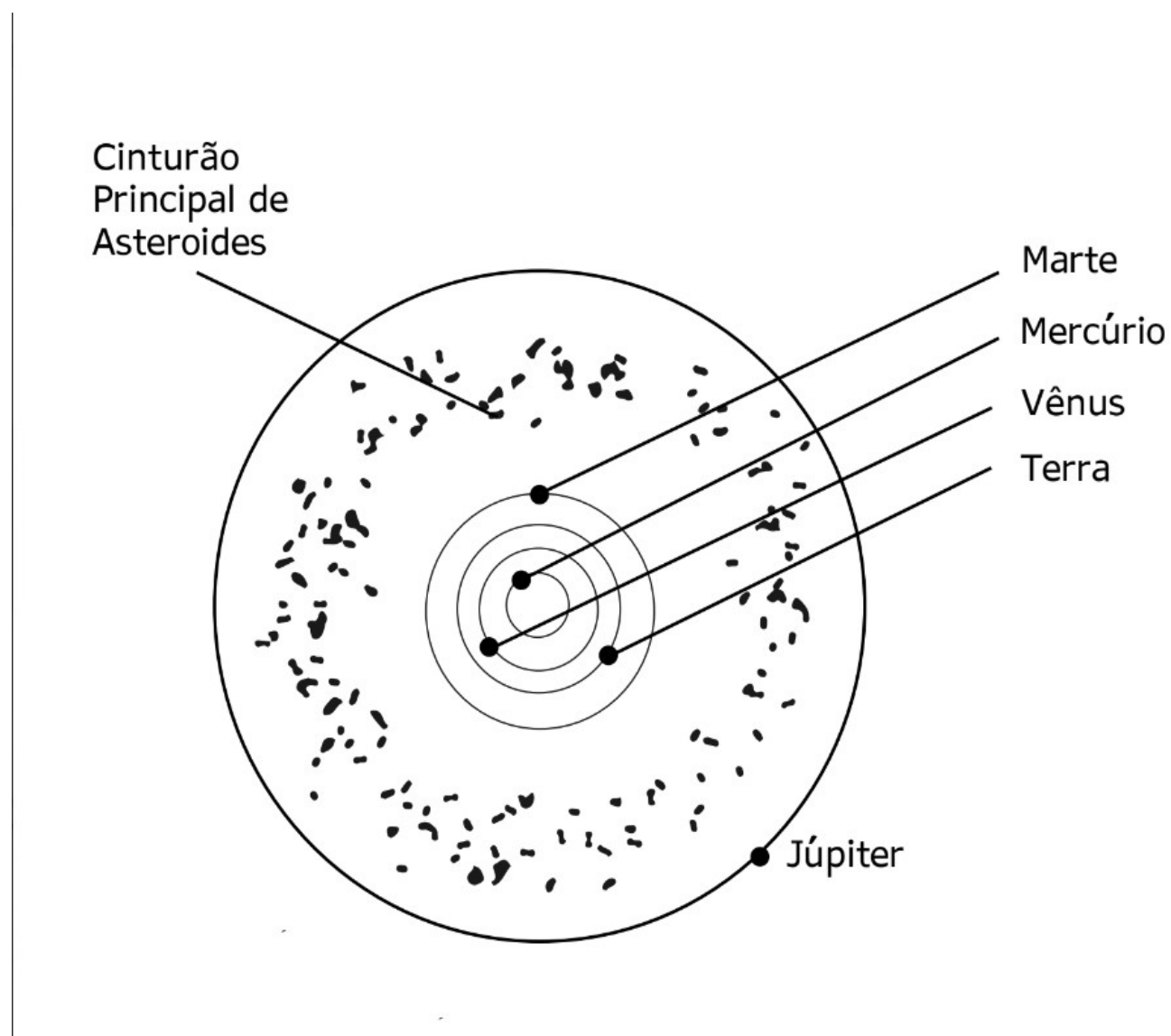


Figura 14 – Ilustração representando a localização do cinturão de asteroides e as órbitas planetárias. Crédito da imagem: Bianca Mello.

Júpiter

É o maior planeta do Sistema Solar, tendo aproximadamente duas vezes e meia a massa de todos os outros planetas juntos. Mesmo estando tão distante é o quarto objeto mais brilhante no céu noturno devido a seu tamanho, e possui um anel muito fino, composto de rochas e por isso só conseguimos observá-lo no infravermelho. Seu dia dura somente 10 horas, e seu ano 12 anos terrestres. É um planeta com mais de 60 luas, incluindo os quatro satélites galileanos: Io, Europa, Ganimedes e Calisto, as primeiras luas descobertas, além na nossa, por Galileu Galilei. As faixas de diferentes cores observadas em Júpiter são provocadas por ventos que existem na atmosfera extensa e turbulenta desse planeta, e que tem direções opostas. Há também na atmosfera de Júpiter um grande furacão permanente, de tamanho de cinco vezes o tamanho da Terra. É conhecido como a grande mancha vermelha de Júpiter. No caderno tátil, as imagens foram adaptadas para receber a texturização. Na Figura 15 um exemplo da imagem adaptada e com textura. Nas Figuras 16 e 17, imagens reais de Júpiter.

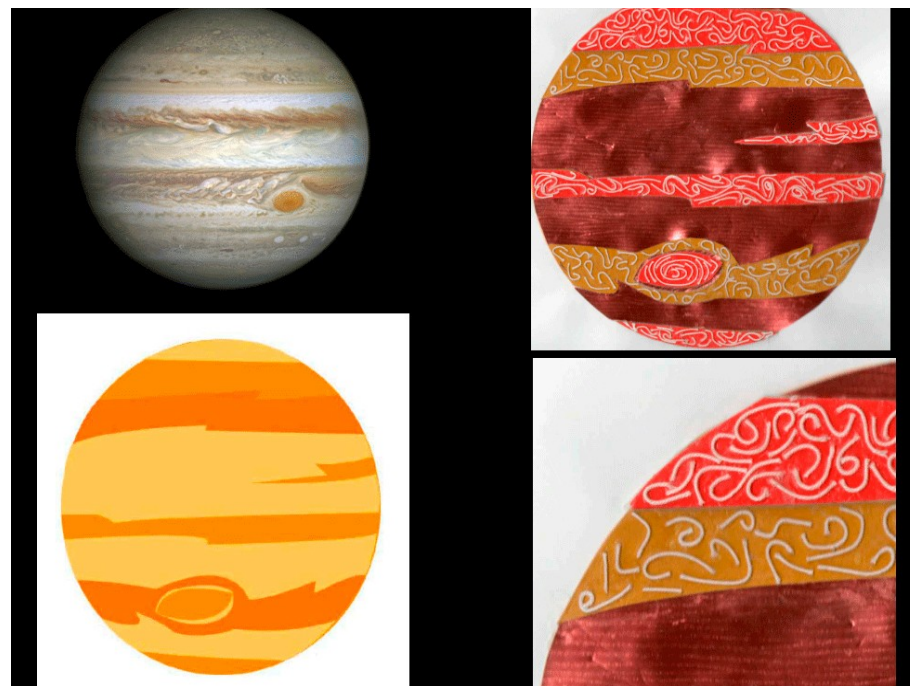


Figura 15 – Júpiter adaptado e texturizado. Crédito: Bianca Mello

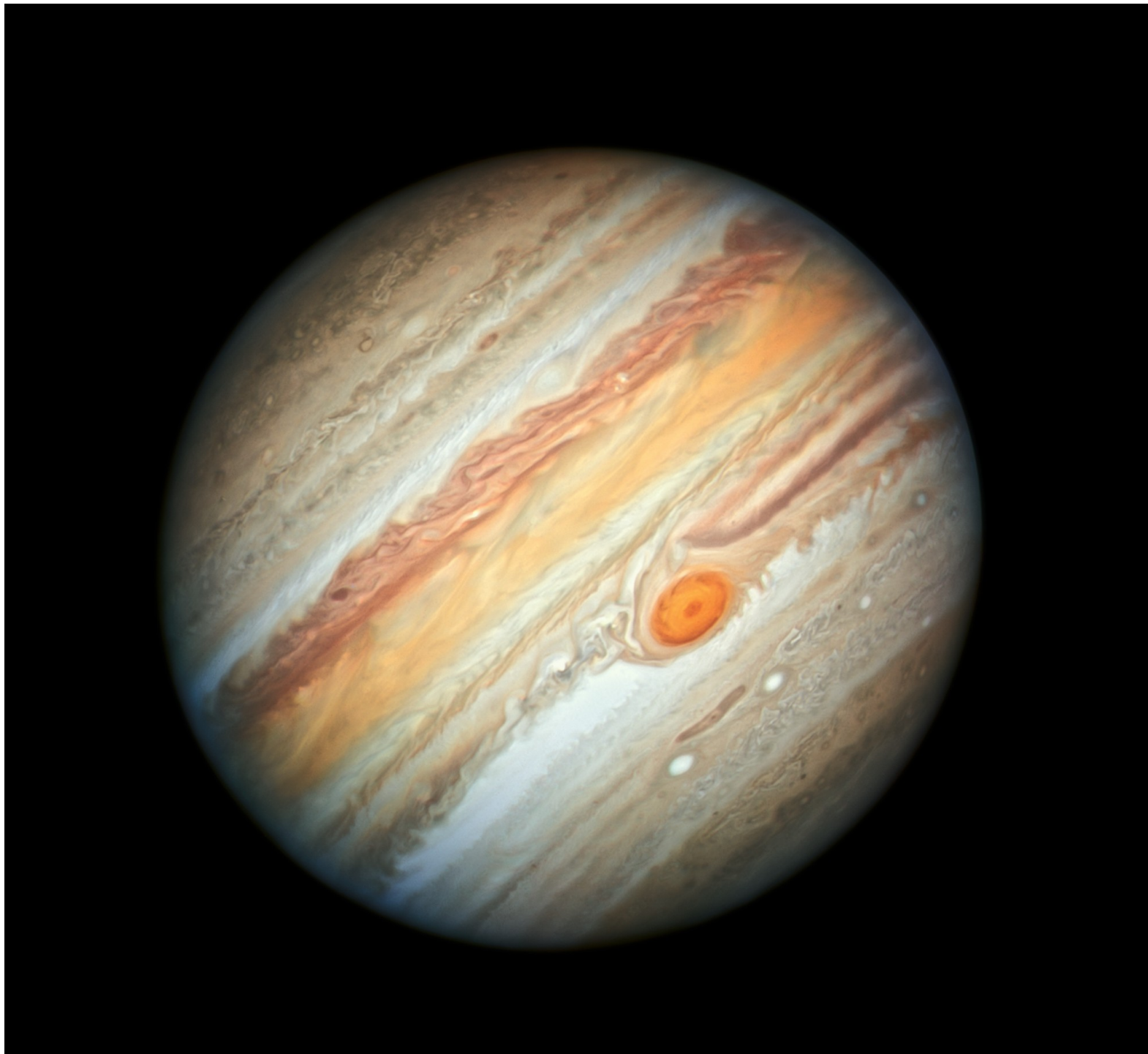


Figura 16 – Júpiter observado pelo telescópio Espacial Hubble, 2019. Nota-se a grande mancha vermelha, um furacão permanente na atmosfera do planeta.

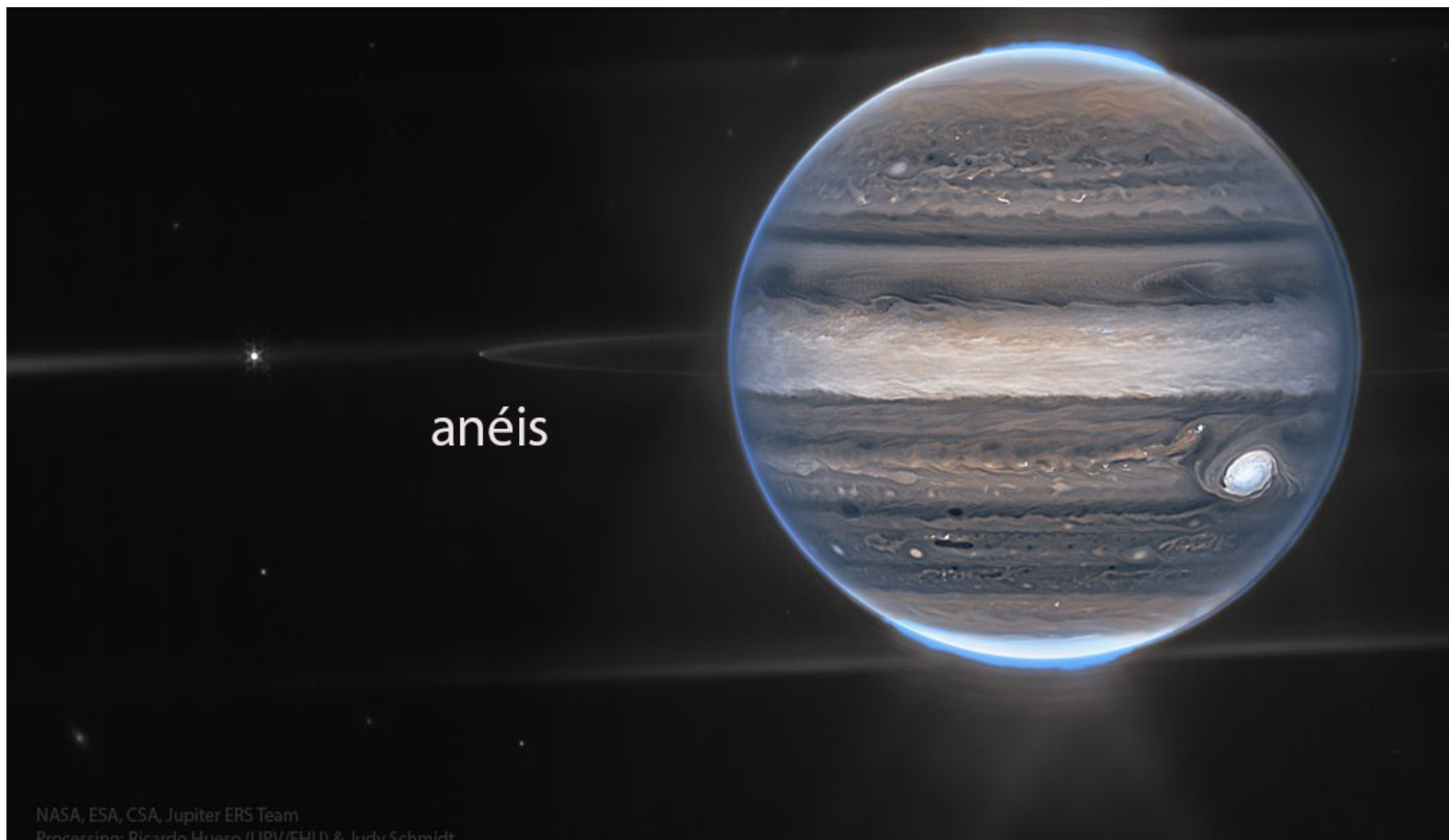


Figura 17 – Nessa imagem podemos ver os anéis de Júpiter porque essa imagem foi feita no infravermelho. Crédito da imagem: NASA, ESA, CSA, Jupiter ERS Team; Processing: Ricardo Hueso (UPV/EHU) & Judy Schmidt

Saturno é famoso por seus anéis brilhantes e achatados, formados por pequenos fragmentos de rocha e gelo. É o segundo maior planeta do Sistema Solar, seu dia dura 12 horas e seu ano 29 anos terrestres. Já foram observadas mais de 60 luas em Saturno e algumas como Europa e Titã são muito estudadas devido a seus potenciais astrobiológicos. É o planeta com mais luas no sistema solar, superando Júpiter.

Saturno foi observado pela primeira vez por Galileu Galilei (1610), mas ele não identificou os anéis. Os anéis só foram descobertos anos depois por Christiaan Huygens em 1659. Assim como ocorre em Júpiter, Saturno também tem uma atmosfera extensa com ventos de direções opostas, formando faixas de diferentes cores, como podemos ver na figura a seguir.

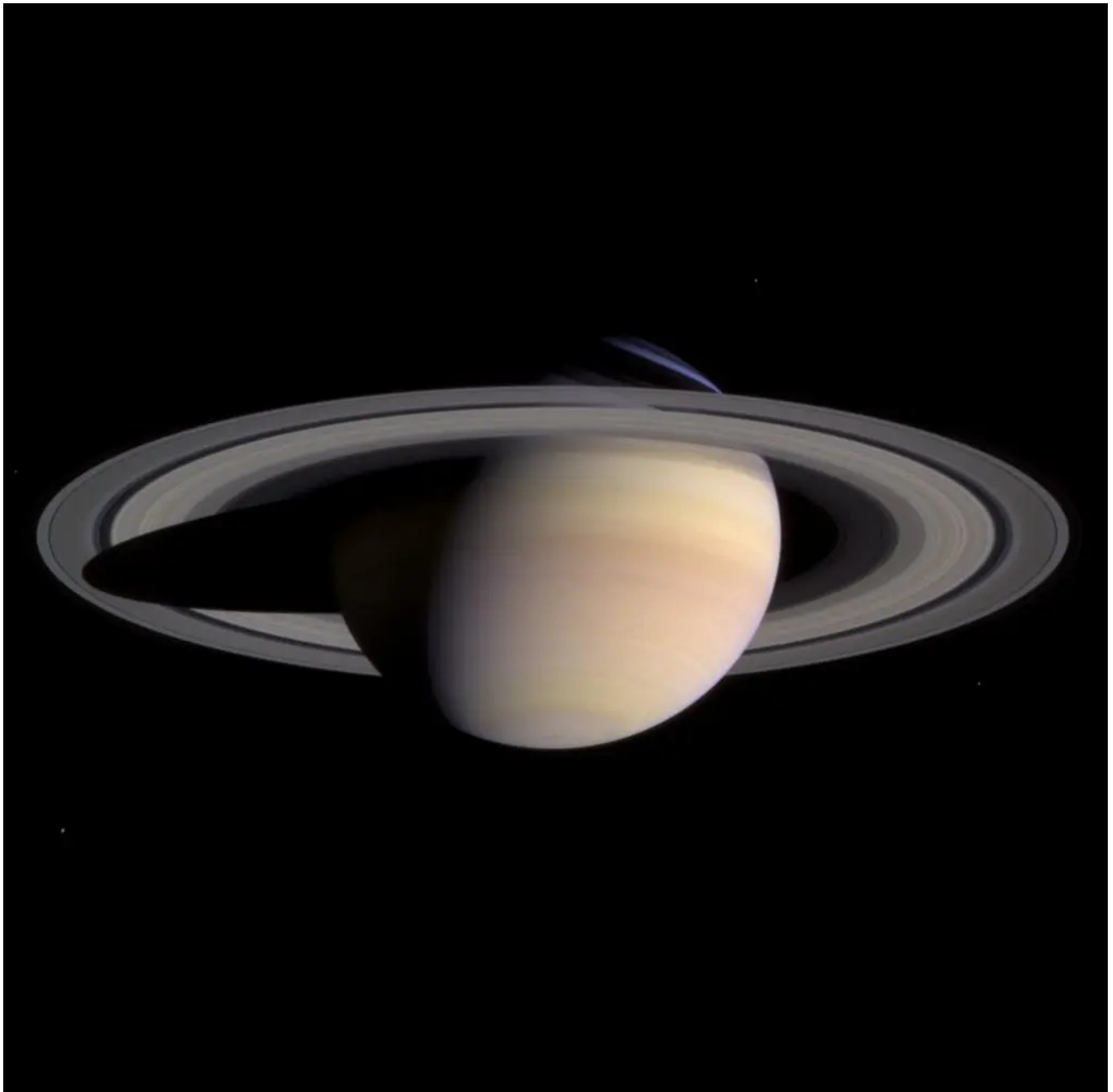


Figura 18 – Saturno. A sonda [Cassini-Huygens](#) capturou essa imagem de Saturno e seus anéis em 27 de março de 2004. Créditos da imagem: NASA/JPL/Space Science Institute



Figura 19 – Imagem dos anéis de Saturno, feita pela sonda Cassini. Os anéis de Saturno têm milhares de quilômetros de largura. Se houvesse carros no espaço, levaria mais de uma semana para atravessar alguns deles. Por outro lado, os anéis são bem finos. Eles têm apenas cerca de 9 a 90 metros de espessura. Crédito da imagem: NASA.

Foi o primeiro planeta a ser descoberto por meio de um telescópio e é o terceiro maior planeta do Sistema Solar. Possui anéis pouco visíveis, assim como Júpiter, e 27 luas. Possui coloração azul, devido a atmosfera composta de metano. Ao contrário dos outros planetas, Urano rotaciona deitado. Seu dia dura 17 horas terrestres, e seu ano 84 anos.

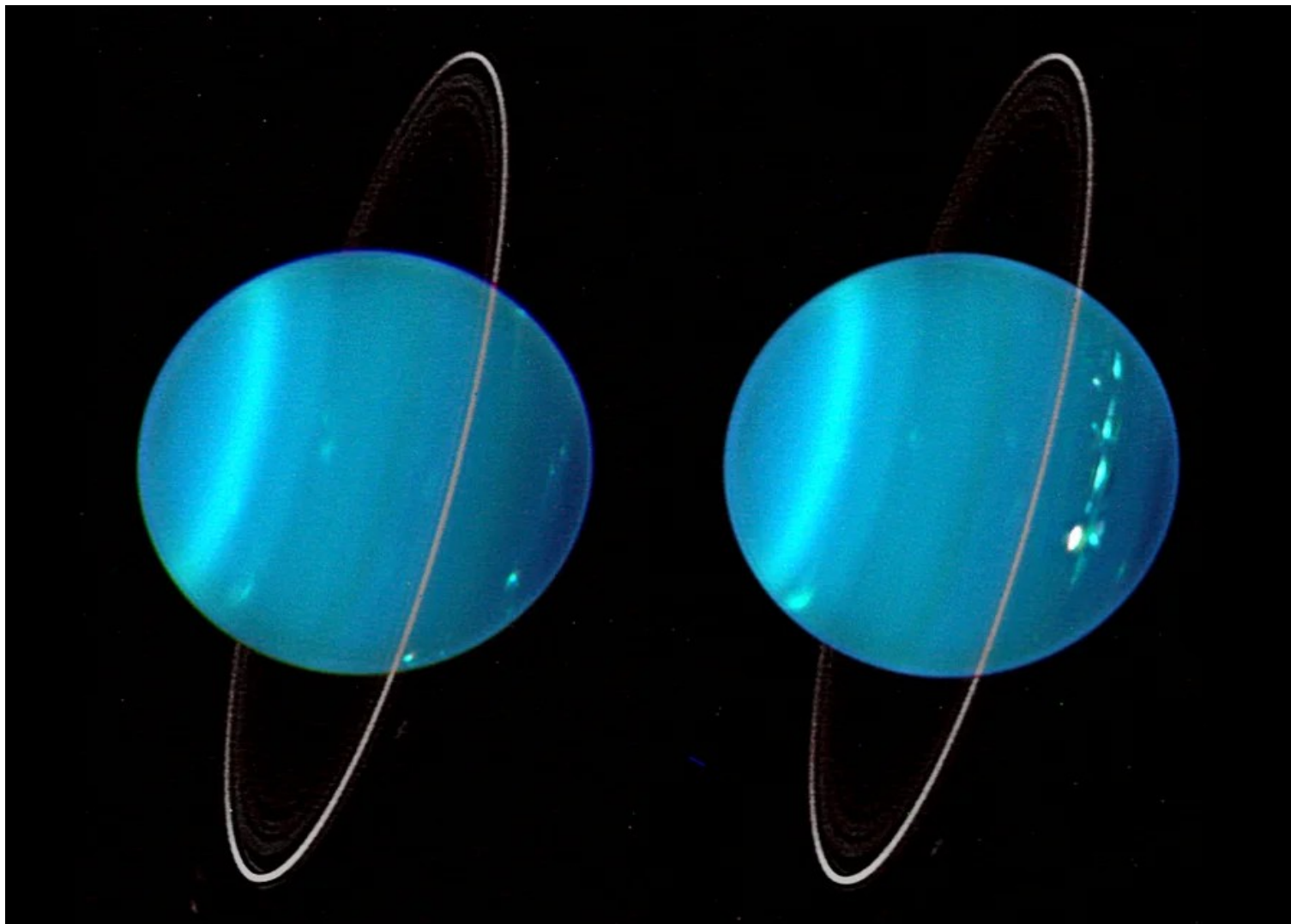


Figura 19 – Imagem composta dos dois hemisférios de Urano. Crédito da imagem: Lawrence Sromovsky, University of Wisconsin-Madison/W.W. Keck Observatory

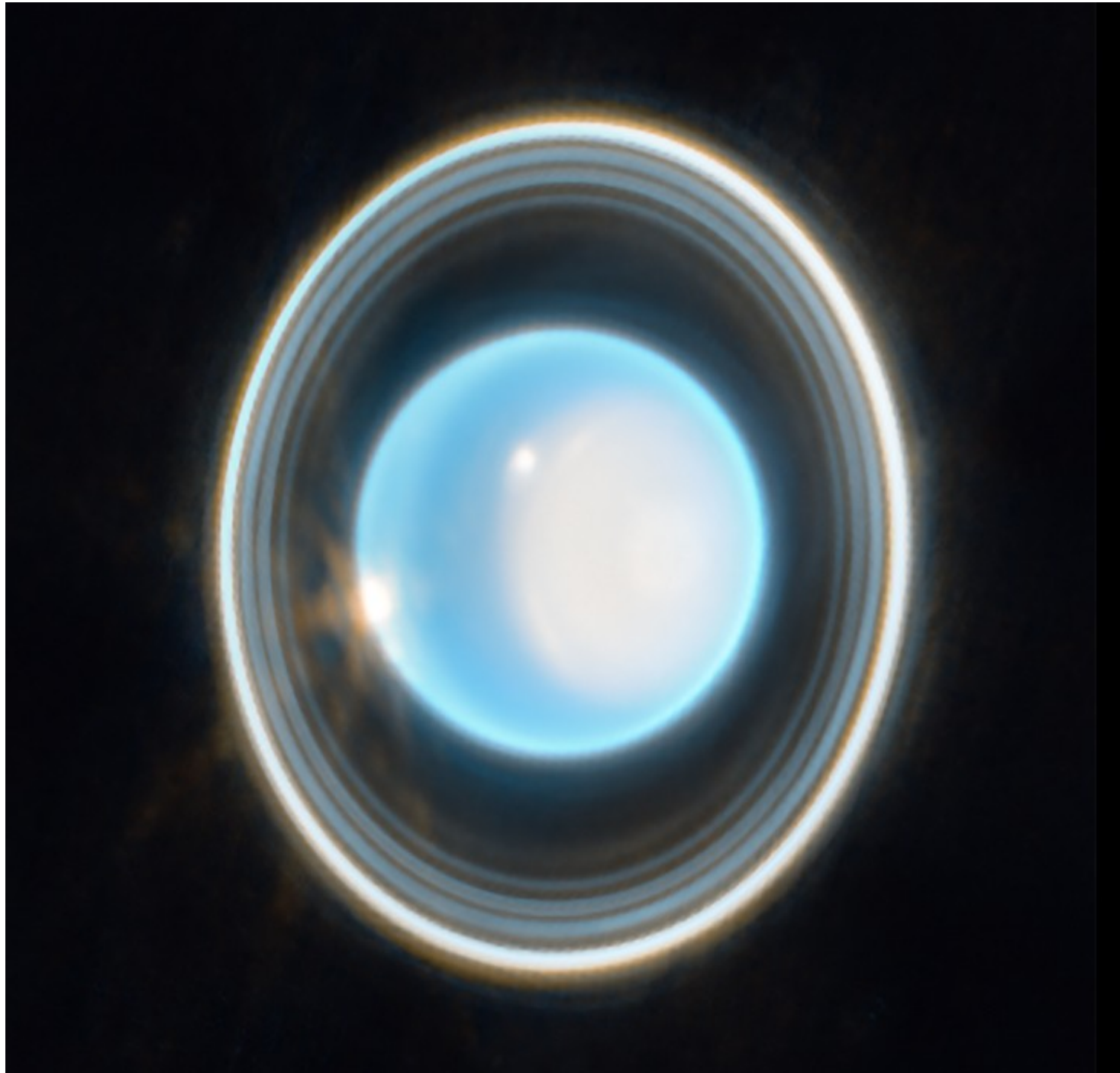


Figura 20 – Urano observado pelo telescópio espacial James Webb. Nessa imagem vemos os anéis com bastante detalhe. Créditos da Imagem: NASA

É o planeta mais distante do Sol e, conseqüentemente, o mais frio. Muito similar a Urano em tamanho e composição, sendo também azulado. Possui seis anéis de difícil observação e 14 luas. Seu dia dura 16 horas terrestres, e seu ano 265 anos.

Esse planeta foi descoberto graças a matemática. Por ser o planeta mais afastado de nós é impossível observar Netuno a olho nu. No entanto, observações de desvios gravitacionais na órbita de Urano indicavam que deveria haver outro corpo celeste de massa considerável, e ainda desconhecido, um pouco além deste. Análises matemáticas foram desenvolvidas, independentemente, por John Couch Adams e Urbain Le Verrier e ambos obtiveram a posição aproximada de onde estaria o planeta. Os cálculos foram confirmados após inúmeras buscas com telescópios e, em 23 de setembro de 1846, Netuno foi descoberto.

Como Júpiter e Saturno, também tem atmosfera extensa onde ventos de direções opostas formam as faixas observadas. Semelhante a Júpiter, Netuno possui uma mancha escura, um furacão permanente. Na imagem a seguir podemos ver a mancha escura.

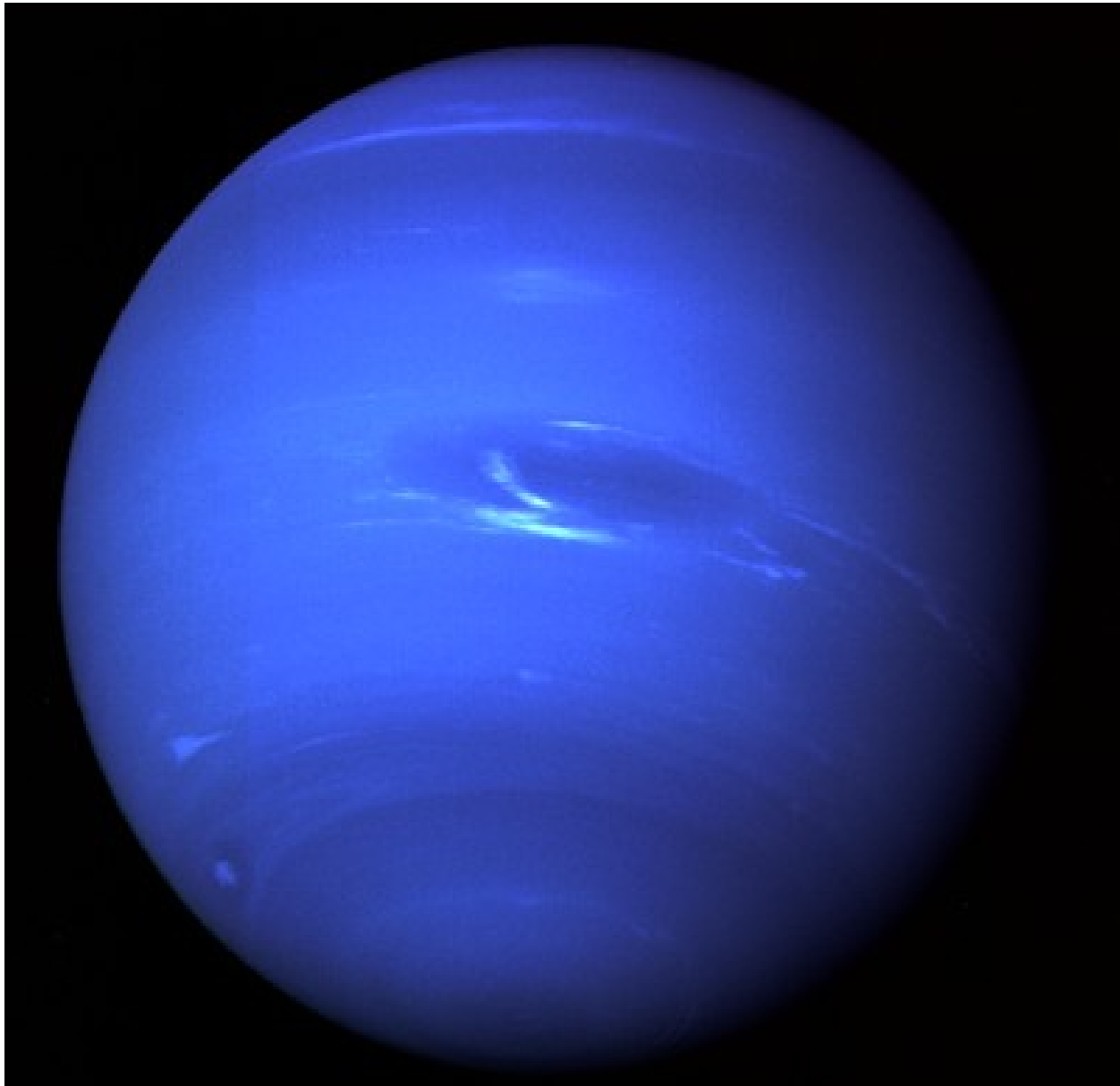


Figura 21 – Netuno – Imagem capturada pela sonda espacial Voyager. Créditos da imagem: Nasa.



Figura 22 – Netuno – Imagem capturada pelo telescópio espacial James Webb, em 2022. Crédito da imagem: NASA.

Localizado além da órbita de Netuno, é similar ao Cinturão de Asteroides, mas muito mais extenso. Composto de pequenos corpos é onde se encontra a maior parte dos planetas anões, incluindo Plutão. Também é onde se concentram parte dos cometas como o famoso cometa Halley.

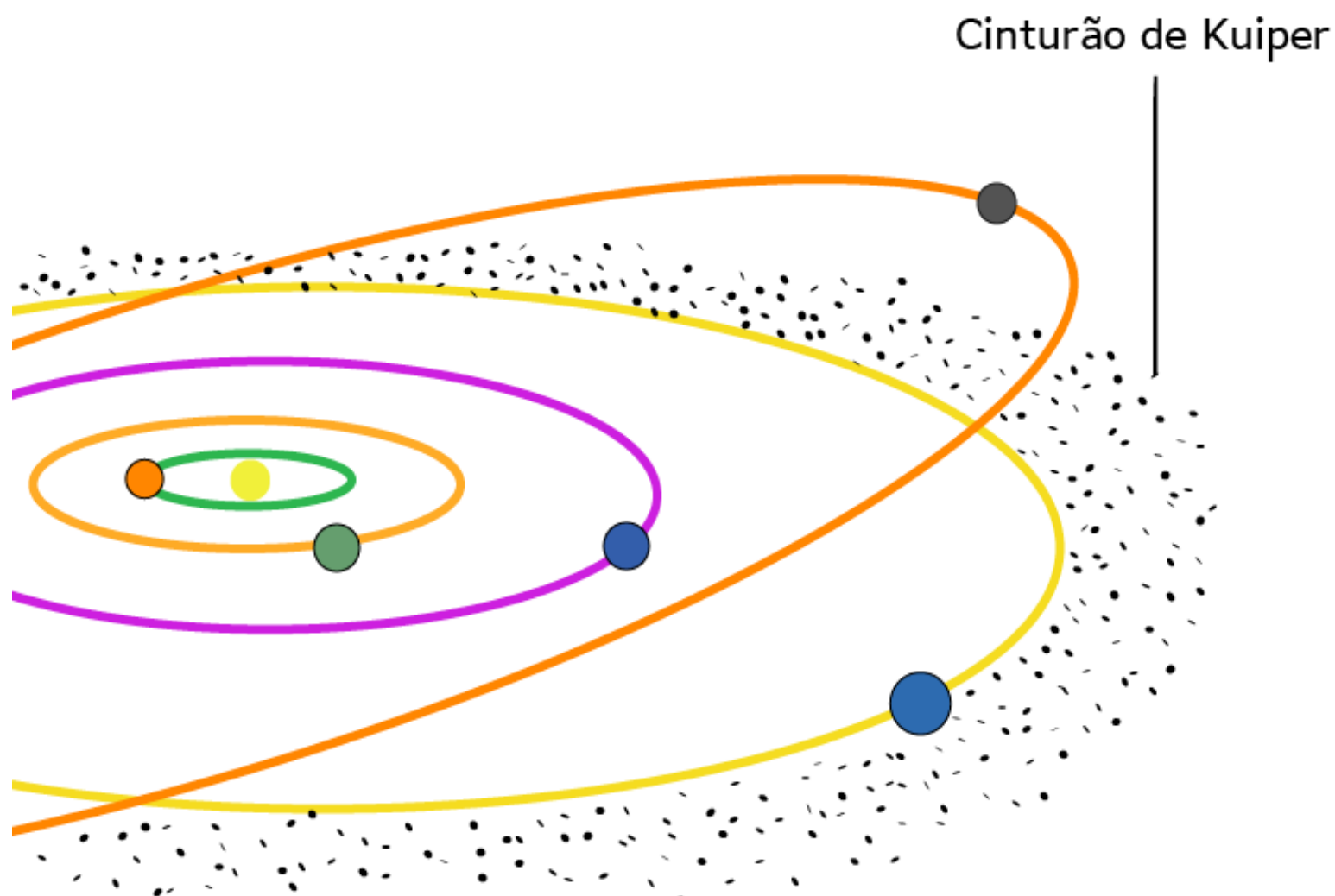


Figura 23 – Imagem do sistema solar com a localização do cinturão de Kuiper. Crédito da imagem: Bianca Mello.

É uma nuvem de forma esférica, como uma concha, localizada após o cinturão de Kuiper, que envolve todo o sistema solar. Seu limite final determina a fronteira do Sistema Solar. É composta por pequenos corpos gelados onde também se localizam parte dos cometas com grandes períodos. O candidato a planeta anão Sedna, é o corpo da nuvem de Oort de maior tamanho com período orbital de 11.400 anos terrestres e também o objeto mais distante conhecido do Sistema Solar.

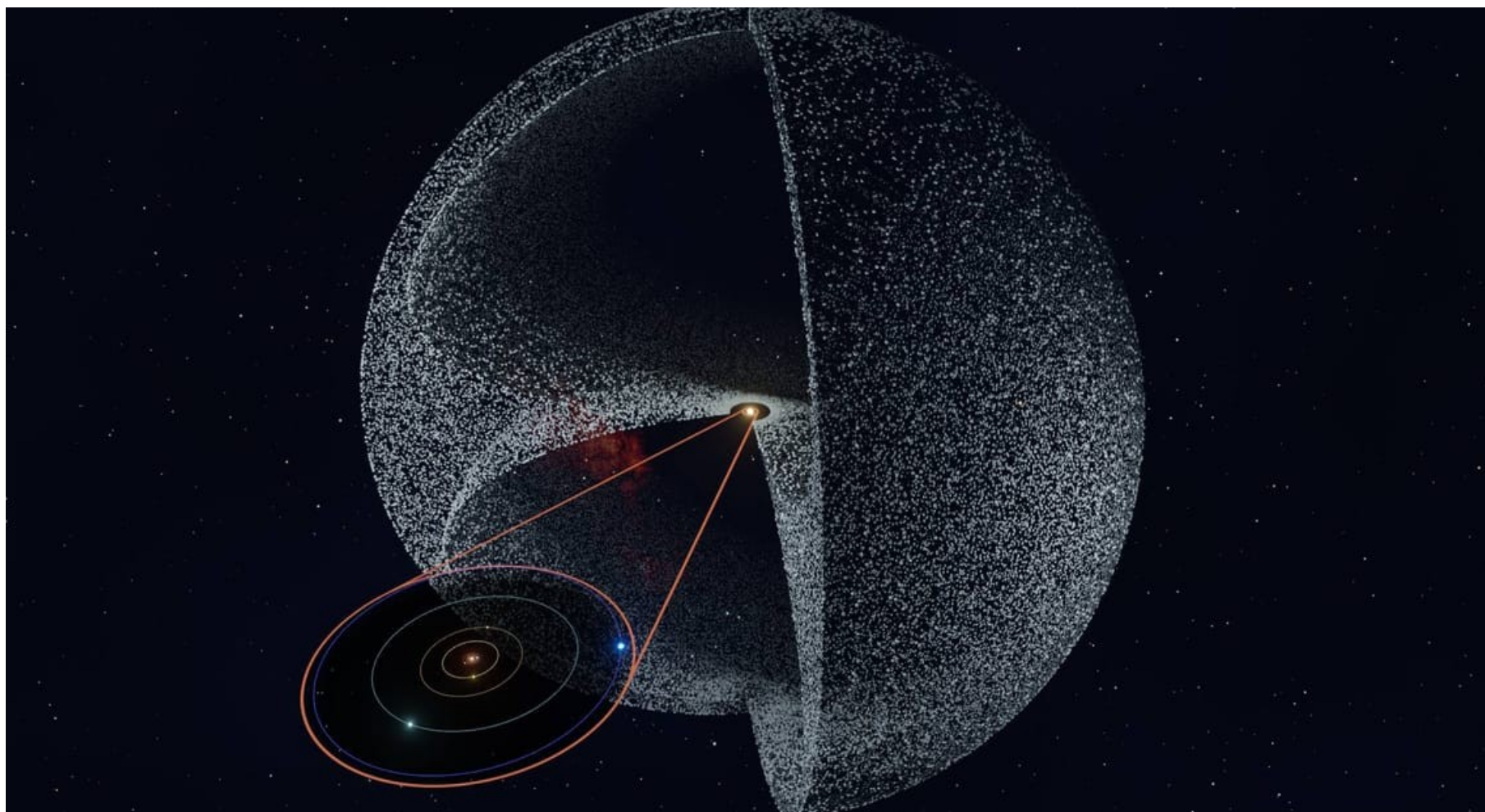


Figura 24 – Representação artística da nuvem de Oort. Crédito da imagem: ©[Vito Technology, Inc.](#)

O que é um sistema extrassolar?

Como já sabemos, um sistema planetário é um conjunto de corpos que orbita uma estrela e se encontra gravitacionalmente ligado a ela. Portanto, um sistema extrassolar é o conjunto de planetas e outros corpos que orbitam uma estrela diferente do nosso Sol. O primeiro exoplaneta descoberto foi encontrado em 1989, chamado HD 114762b e possui cerca de 12 vezes a massa de Júpiter. Com o avanço dos instrumentos de detecção sabemos atualmente que a maioria destes planetas são relativamente pequenos. Um instrumento muito importante no estudo de exoplanetas foi a sonda espacial Kepler. A missão teve fim em 30 de outubro de 2018 devido ao fim de seu combustível depois de nove anos operacional e conseguiu descobrir mais de 4000 exoplanetas em nossa galáxia. Até essa data já foram confirmados 5.756 planetas extrassolares e cerca de 3.800 sistemas planetários além do nosso.

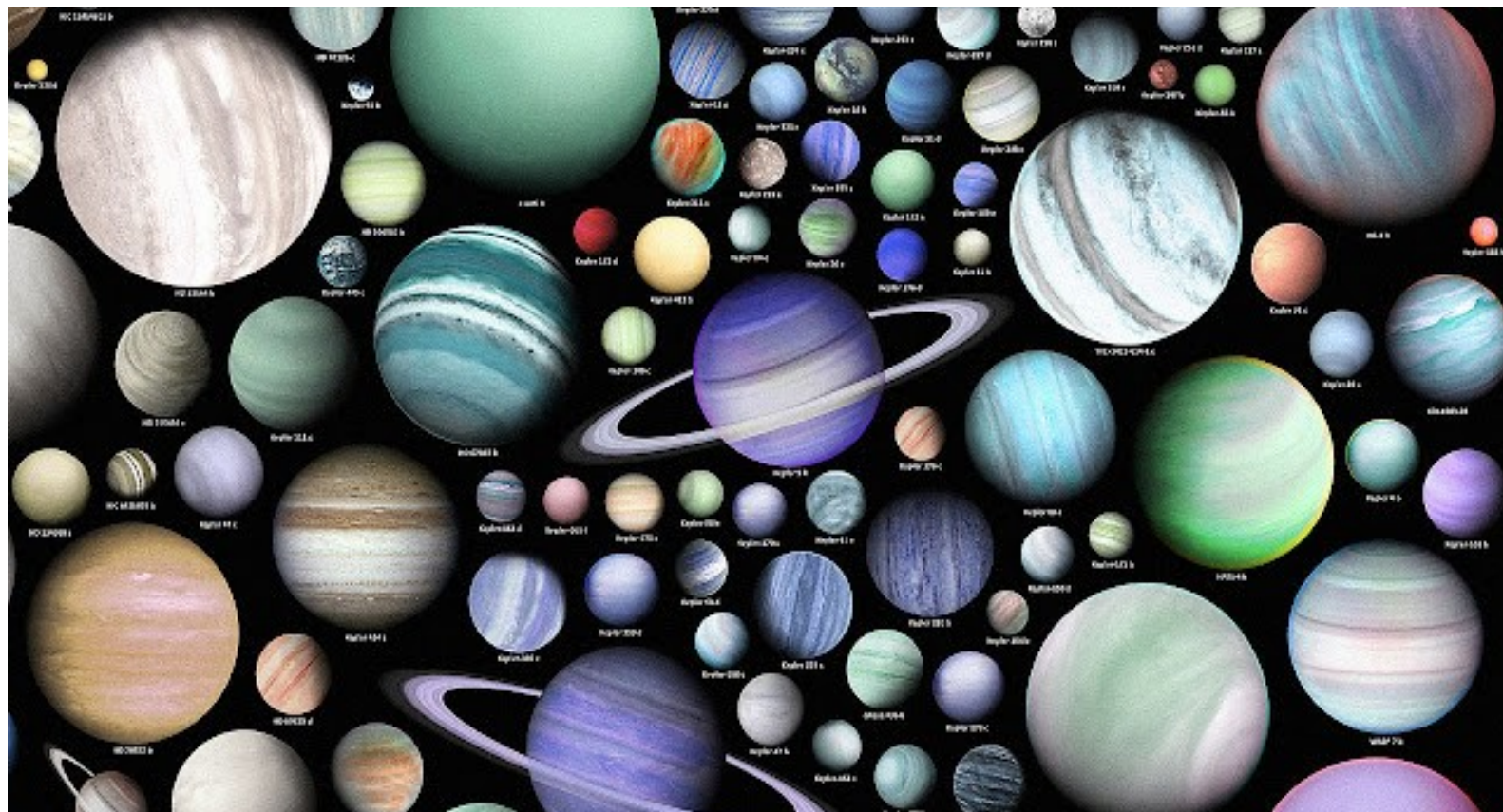


Figura 25 – Representação artística de alguns planetas descobertos pela missão Kepler, da NASA

Entender diferentes sistemas planetários, principalmente os similares ao nosso, nos permite entender o surgimento da vida na Terra e como o Sistema Solar e a Via Láctea se formaram e podem evoluir. Além disso, tais planetas podem ser possíveis candidatos para vida! O conceito de vida, no entanto, é amplo: consideramos vivos organismos com metabolismo, que se reproduzem e sofrem mutações. Para compreendermos como funciona a busca de vida extraterrestre precisamos de um conceito muito importante: a zona de habitabilidade.

ZONA DE HABITABILIDADE

A zona de habilidade é uma área na qual um planeta orbita uma estrela podendo possuir água líquida em sua superfície. Como a estrela é uma fonte de calor, o planeta não deve estar perto o suficiente para que sua água evapore, e nem muito distante para que a água congele.

Assim, as condições necessárias para o surgimento da vida são:

- A estrela central não deve ter mais do que 1.5 vezes a massa do Sol, para que ela possa durar um tempo suficiente para que a vida possa se desenvolver;
- A estrela central não deve ter menos que 0.3 vezes a massa do Sol, para que ela possa gerar calor suficiente para que uma zona de habitabilidade seja criada;
- O planeta deve estar dentro da zona de habitabilidade;
- A órbita do planeta deve ser aproximadamente circular, para que não haja variações extremas de temperatura;
- A gravidade do planeta deve ser forte o suficiente para reter uma atmosfera.

Em nosso sistema solar somente a Terra encontra-se na zona habitável. Vênus e Marte estão próximos dessa zona, mas ainda fora dela.

A Figura 26, a seguir, ilustra onde se encontra a zona habitável, ou zona de habitabilidade, de estrelas com tamanhos variando 0.5 até 2 vezes a massa do Sol. Podemos notar que essa região (área em marrom) varia conforme a massa da estrela, pois ela representa a distância na qual a água pode existir no estado líquido, fundamental para a existência da vida, tal como conhecemos.

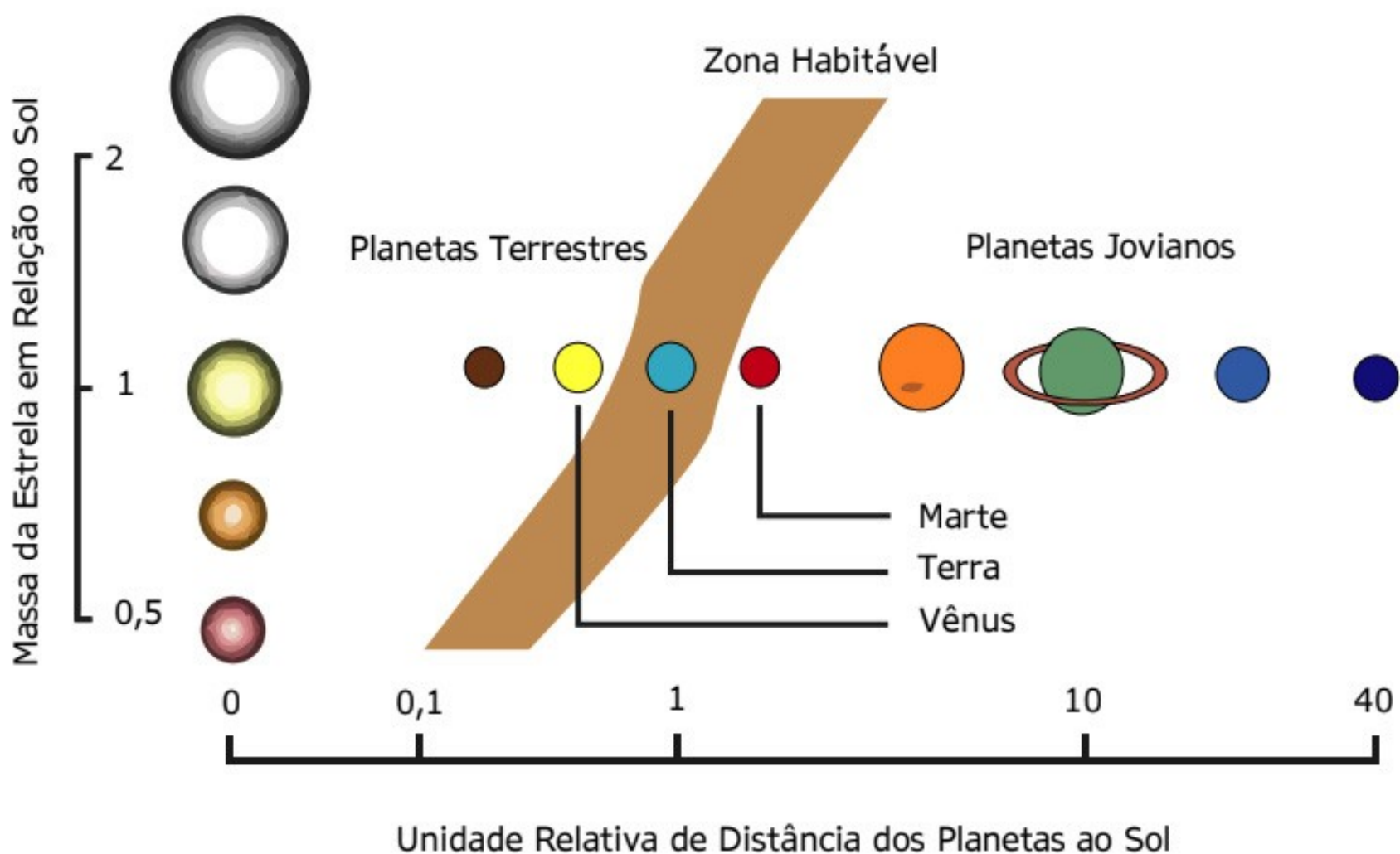


Figura 26 – Zona de habitabilidade. Na figura podemos ver a localização dos planetas do sistema solar. Crédito da imagem: Bianca Mello.

Um sistema extrassolar muito famoso é chamado de Trappist-1. Ele possui 7 planetas ao redor da estrela principal e o mais especial é que alguns podem possuir condições de ter água líquida. Além disso, em termos comparativos, todos eles estão mais próximos de sua estrela central do que Mercúrio, o planeta do Sistema Solar mais próximo do Sol (veja na Figura 27). A estrela do sistema, também chamada de Trappist-1, possui um raio 88 vezes menor que o Sol e é considerada uma estrela muito fria, tendo apenas 2550 K (aproximadamente 2276 graus Celsius) enquanto o Sol tem 5778 K (aproximadamente 5504 graus Celsius). Os planetas desse sistema foram nomeados de modo que todos eles são chamados de Trappist 1 mais uma letra em ordem alfabética de b até h. Uma representação artística desse sistema pode ser visto na Figura 28. Dos sete planetas, seis tem massa identificada e desses seis, quatro possuem massa menor que a da Terra e os outros dois não chegam a ter duas massas terrestres. Os planetas *d* e *e* possuem alta probabilidade de serem habitáveis devido as temperaturas moderadas.

Em março de 2023, o telescópio espacial James Webb observou um dos planetas de TRAPPIST 1, conhecido como TRAPPIST-1b. O observatório descobriu que o planeta, que é o mundo mais interno deste sistema e um pouco mais massivo que a Terra, é provavelmente composto de rocha, sem atmosfera, com temperatura superficial de 232 graus Celsius. Resultados similares foram encontrados para o planeta TRAPPIST-1c. Esses dois mundos parecem análogos a Mercúrio. Isso não é surpreendente. De todos os sete planetas no sistema TRAPPIST-1, o planeta *b*, por ser o mais próximo da estrela, apresenta grande probabilidade de não ter uma atmosfera, pois sente todo o impacto do vento estelar da estrela e das explosões violentas que podem destruir uma atmosfera. No entanto, ainda não é possível dizer se o planeta tem uma atmosfera mais fina de vapor de água, dióxido de carbono ou metano. O futuro deve trazer mais descobertas como essa e mais planetas em zonas habitáveis.

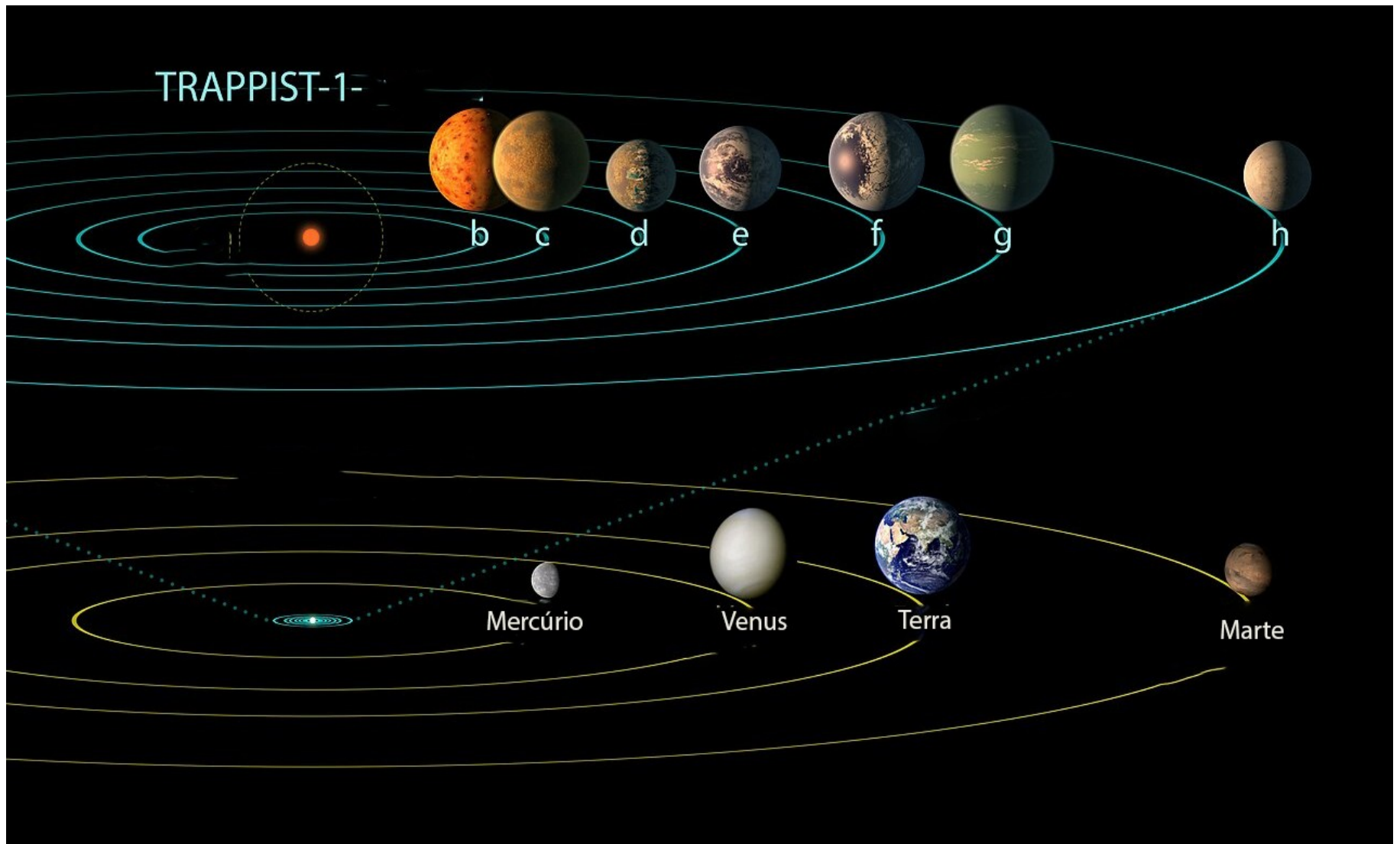


Figura 27 – Representação artística do sistema Trappist 1 e nosso sistema solar. As órbitas do Trappist1 estão ampliadas 25 vezes, na parte superior da figura para melhor compreensão de seu tamanho relativamente ao tamanho do sistema solar interno. Crédito da imagem: NASA.

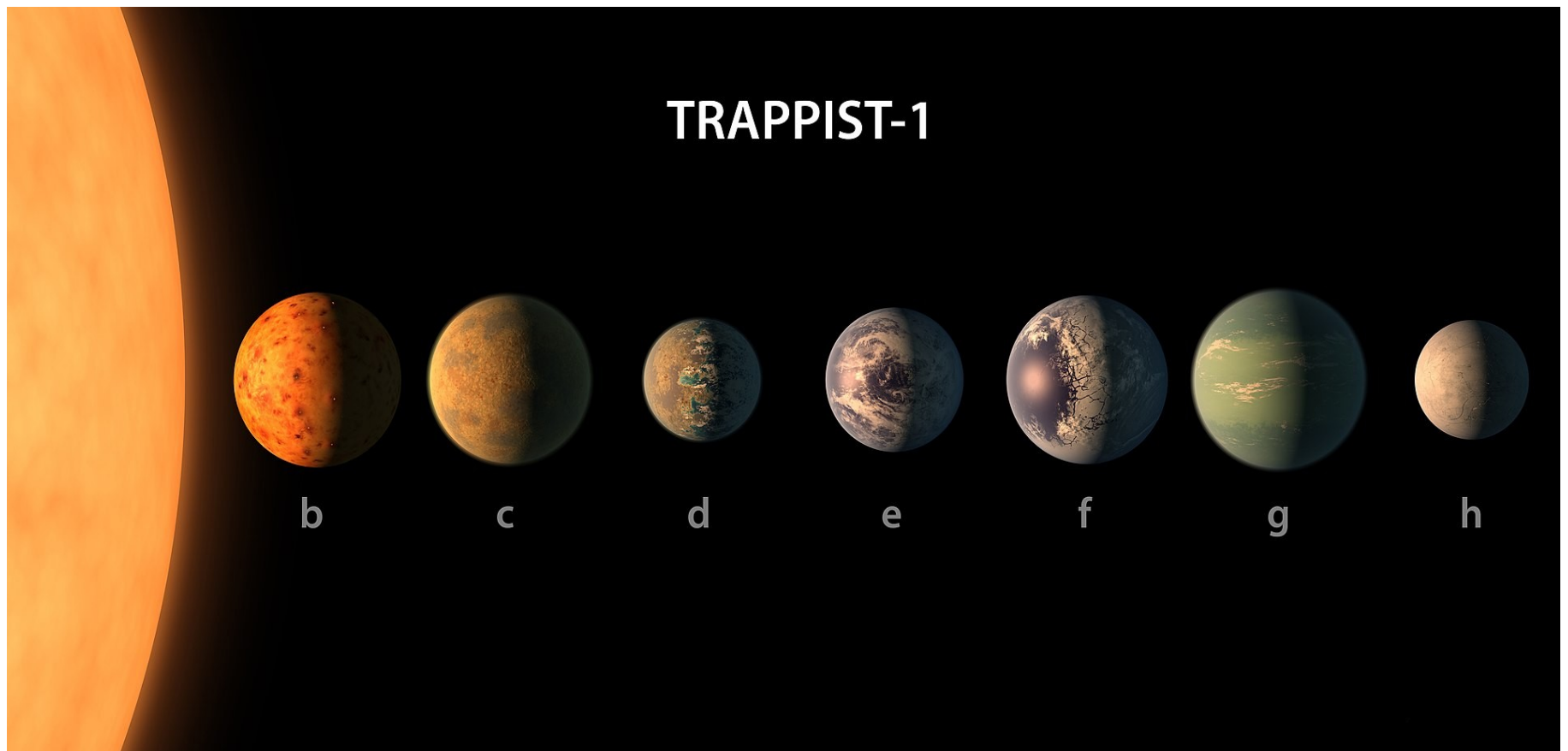


Figura 28 – Representação artística do sistema extrassolar, Trappist 1. Crédito da imagem: NASA/JPL-Caltech.

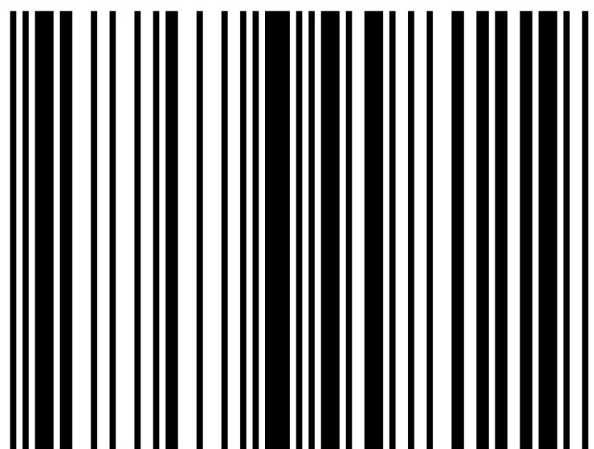
COMINS, N.F., KAUFMANN, J.W., Descobrindo o Universo, 8ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre, 2010.

OLIVEIRA, K., SARAIVA, M.F., Astronomia e Astrofísica, 3ª edição, Editora Livraria da Física, São Paulo, 2014.

<https://exoplanets.nasa.gov>

ISBN: 978-85-86998-11-9

BR



9 788586 998119



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

IBC

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT



Universo
Acessível



Observatório
do Valongo

