

## ASTRONOMIA FÁCIL DE ENTENDER: O MISTÉRIO DOS BURACOS NEGROS

*ASTRONOMY EASY TO UNDERSTAND: THE MYSTERY OF THE BLACK HOLES*

Marli Santana dos Santos<sup>1,3</sup>, Welberton Rios da Silva<sup>2,3</sup> e Iranderly Fernandes de Fernandes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colégio Estadual Rotary, Feira de Santana-BA. E-mail: [marlifsa@yahoo.com.br](mailto:marlifsa@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand, Feira de Santana-BA. E-mail: [welbertonfsa@hotmail.com](mailto:welbertonfsa@hotmail.com);

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Física, Observatório Astronômico Antares, Mestrado Profissional em Astronomia. E-Mail: [irafbear@gmail.com](mailto:irafbear@gmail.com)

Este artigo tem o intuito de fazer uma reflexão acerca do mistério dos buracos negros, a fim de desenvolver uma Astronomia “Fácil de Entender”, trazendo as características necessárias para a compreensão sobre o tema de modo dinâmico e criativo. Serve de base também para iniciar um estudo mais aprofundado sobre os Buracos Negros favorecendo a continuidade da construção do conhecimento.

**Palavras-chave:** Buracos Negros; Universo; Astronomia; Conhecimento.

This article aims to reflect on the mystery of black holes, to develop an “Easy to Understand” Astronomy, bringing the necessary characteristics to understand the subject in a dynamic and creative way. It also serves as a basis for initiating a more in-depth study of Black Holes, favoring the continuity of knowledge construction.

**Keywords:** Black Holes; Universe; Astronomy, Knowledge.

### INTRODUÇÃO

O Universo, para muitos, transmite uma fascinação simplesmente por ser cheio de mistérios. Mistérios esses que vão desde a sua origem até o conhecimento das coisas existentes no Universo. E um dos objetos que mais traz curiosidades sobre o Universo são os Buracos Negros. E, até mesmo depois de anunciar a primeira imagem de um Buraco Negro – que será observada nos próximos tópicos – ainda permanece na sua obscuridade muitos segredos sobre o Espaço-Tempo. De acordo com Hawking (2016, p. 14):

Dizem que às vezes a realidade é mais estranha que a ficção. Em nenhum lugar isso é mais verdadeiro que no caso dos buracos negros. Os buracos negros são mais estranhos que qualquer coisa já sonhada por escritores de ficção científica, mas são fatos do mundo da ciência.

Mas, qual o primeiro pensamento que vem e o que você imagina quando o assunto é Buraco Negro? Muitos podem imaginar que um Buraco Negro seria literalmente um “buraco” no qual tudo que cai nele fica desaparecido por toda a eternidade, sendo impossível escapar desse fim. Mas essa percepção não está, necessariamente correta.

Alguns conceitos são necessários para assimilar a existência dos Buracos Negros e, entre eles, temos: a Gravidade, a Teoria da Relatividade, a Singularidade e o Horizonte de Eventos. A partir desse entendimento, pode-se compreender os Buracos Negros da sua formação até à sua inexistência.

Esse artigo te conduzirá a uma jornada científica para entender um pouco mais sobre o Universo de uma maneira simples e descomplicada. Por isso, hoje, vamos entender sobre os Buracos Negros.

## BURACOS NEGROS EXPLICADOS

Quando se fala em Buracos Negros, pode vir à mente diversos questionamentos, como por exemplo: Será que os buracos negros são uma entrada para outra dimensão? Ou, a existência de um deles pode ocasionar a extinção de nosso planeta? Como eles surgem? O que há dentro de um buraco negro? E para responder a essas e outras perguntas que esse artigo foi criado.

Há muito tempo já se ouvia falar sobre algo, que posteriormente entenderíamos como sendo um buraco negro, e, como afirma Campagner (2009): “O geólogo inglês John Michell (1724-1793), professor da Universidade de Cambridge, escreveu em 1783 um artigo onde postulava a ideia de que poderia haver uma estrela com uma densidade tão alta que sua gravidade poderia aprisionar a luz”. E, ainda de acordo com John Michell, essa estrela não poderia ser perceptível pelos telescópios da época, porque a gravidade seria tão intensa a ponto de absorver a sua luminosidade levando-a a ficar escura.

Hoje, pode-se afirmar a existência desse objeto, não como uma estrela, mas como um buraco negro. Um local no qual, segundo as teorias, as leis da Física não podem ser comprovadas e onde o espaço-tempo deixam de existir.

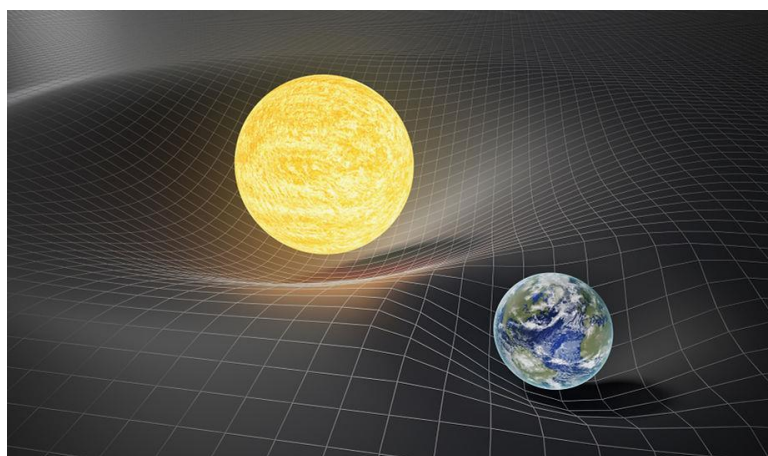
E vocês sabem que tudo isso que nós conhecemos até agora se baseia na Teoria da Relatividade Geral de Einstein? Para entender facilmente os buracos negros, como eles surgem e como funcionam, temos realmente que compreender melhor essa teoria. Então vamos lá!

## TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL

Foi com a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, que se tornou possível avançar no entendimento sobre o Universo. Mas, o que diz essa Teoria? Em suma, para uma melhor compreensão, segundo Einstein, uma das coisas que esta teoria diz é que:

“[...] quanto mais pesado, maior é a deformação e consequentemente maior é a atração que este astro exerce sobre outros corpos (DUQUE, 2016)”,

Esta afirmação pode ser observada na Figura 1 – (Representação artística da deformação do tecido do espaço-tempo).



**Figura 1:** Tecido do Espaço-Tempo. Fonte: FOSS, 2021.

Essa ideia traz a possibilidade de definir a gravidade como sendo uma distorção no espaço-tempo. Pode-se entender que, se tiver uma estrela no espaço, esse mesmo espaço que está a sua volta se curva, interferindo na trajetória de planetas e corpos celestes que transitarem próximo a ela, inclusive da luz e da radiação eletromagnética.

Imagine isso da seguinte forma:

Você tem uma cama e resolve colocar algumas bolinhas de gude sobre o colchão. De maneira inicial nada vai acontecer pois as bolinhas irão permanecer no local onde foi posicionada. Mas, depois, você decide se deitar na cama, e como o seu peso é superior ao das bolinhas de gude, consequentemente o colchão irá afundar e as bolinhas irão se aproximar de você. Dessa forma, teríamos um exemplo mais simplificado de como funciona a gravidade.

Só que aí, surge mais uma pergunta: O que tudo isso tem a ver com os buracos negros?

Apesar de ser difícil de observar diretamente, o buraco negro pode ser deduzido do seu entorno graças ao efeito que sua gravidade exerce sobre os astros próximos. Se o nosso Sol, por exemplo, se transformasse em um buraco negro, os mesmos planetas continuariam circulando ao seu redor (HAWKING, 2002, p.115-6).

Para vocês terem uma ideia, a massa de um buraco negro é tão grande que faz com que o tecido espaço-tempo se afunde infinitamente. De acordo com Foos (2021):

“[...] o espaço e o tempo estariam “misturados-entrelaçados”, sendo o tempo a quarta dimensão, fazendo cair por terra a ideia de que vivemos em um universo tridimensional com o tempo fluindo”.

Ou seja, como o espaço e o tempo estão entrelaçados nas quatro dimensões, pode-se dizer que eles acabam se tornando uma coisa só.

Por isso, se o buraco negro distorce o espaço então ele vai distorcer o tempo também. O que se conclui com isso: Que quanto maior for essa distorção, mais lento o tempo vai passar para os corpos que estão lá dentro, tendo a possibilidade de, até mesmo, quase parar.

Até agora você já deve ter compreendido que o buraco negro, por enquanto na teoria, é a única coisa que tem a capacidade de parar o tempo. Como afirma Duarte (2021):

“Um fenômeno que a Relatividade Geral prevê é como um observador externo iria observar você caindo no buraco negro. Enquanto o tempo passa normalmente para você, o observador externo iria ver você indo cada vez mais lentamente, ele ia observar você congelar próximo ao horizonte de eventos e para o observador, o seu tempo estaria congelado.”

Mas, surgem vários outros questionamentos: Como os buracos negros surgem? De onde ele vem? Ele simplesmente aparece? E por que ele possui uma massa tão grande?

Para ter essas respostas, continue viajando pelo universo de informações que este artigo lhe oferece.

## COMO NASCE UM BURACO NEGRO

Bom, facilitando essa compreensão, de acordo com pesquisas realizadas, a morte de uma estrela seria o único fenômeno que possibilitaria o surgimento de um buraco negro. Mas é claro que não seria qualquer estrela, teria que ser uma estrela com bastante massa para que isso aconteça. A energia da estrela vem da fusão de átomos de Hidrogênio em Hélio, e após, essa energia será irradiada para fora gerando seu brilho fazendo com que ela se permaneça viva. Só que, de tanto realizar esse processo de fusão, vai ter um momento em que não terá mais hidrogênio suficiente e é aí que as estrelas começam seu ciclo de morte (FREITAS, 2021). Se for uma estrela pequena, com pouca massa, possa ser que desapareça de uma maneira calma e silenciosa. Mas as estrelas grandes não, acho que não querem aceitar esse fim, e ainda fazem mais uma tentativa para não sucumbir.

Percebam, que quando o Hidrogênio acaba, as estrelas começam a fundir vários outros elementos químicos, além do Hélio, o Carbono até finalizar no Ferro. Só que aí tem um problema, porque o Ferro não libera energia apenas consome. E isso faz com que a estrela morra justamente por não ter mais energia para liberar. Mas a maneira dela morrer é que torna interessante o processo, é como se fosse um prédio implodindo, ela morre para dentro. Agora imagine essa situação de maneira catastrófica? De acordo com Freitas (2021):

“[...] esse colapso, para estrelas de alta massa, se torna uma explosão — a supernova. Depois da supernova, você tem duas possibilidades finais, dependendo da massa da estrela inicial: uma estrela de nêutrons ou um buraco negro”.

Então, quando a estrela morre ela comprime sua massa o máximo que pode em um ponto mínimo, dando origem aos buracos negros. Com a vasta imensidão do Universo, com as tecnologias avançadas que temos hoje, percebe-se que existe vários buracos negros, sendo que, apenas em nossa Galáxia, a Via Láctea, como afirma Sacani (2020): “[...] há mais ou menos 100 milhões de buracos negros”. Mas não se assuste, porque estes buracos negros estão tão distantes que você não precisa se preocupar.

### **EXEMPLOS DE UM BURACO NEGRO**

O primeiro buraco negro a ser descoberto foi o Cygnus X-1 que pode ser visualizado na Figura 2 – (Imagem do Buraco Negro Cygnus X-1), com aproximadamente 21 massas solares. Percebam que não podemos ver o buraco negro, mas visualizamos a sua energia a partir de imagens de raios X. De acordo com Hosti (2021):

Cygnus X-1 foi detectado em 1964, mas ainda levou quase 30 anos para os dois principais físicos especialistas em buracos negros, Stephen Hawking e Kip Thorne, concordarem que Cygnus X-1 era realmente um buraco negro. Desde a sua descoberta, ele tem sido o foco de numerosos estudos. Mas, como é de se esperar, o primeiro buraco negro descoberto ainda não parou de surpreender os físicos do mundo inteiro. Está localizado a aproximadamente 7250 anos-luz da Terra e é um buraco negro estelar, ou seja, não é um buraco negro supermassivo. Ao invés disso, Cygnus X-1 foi criado através de uma estrela que se colapsou há milhões de anos. Descobrir o Cygnus X-1, possibilitou um grande avanço nas pesquisas científicas pois comprovou as teorias de que os buracos negros realmente existem.

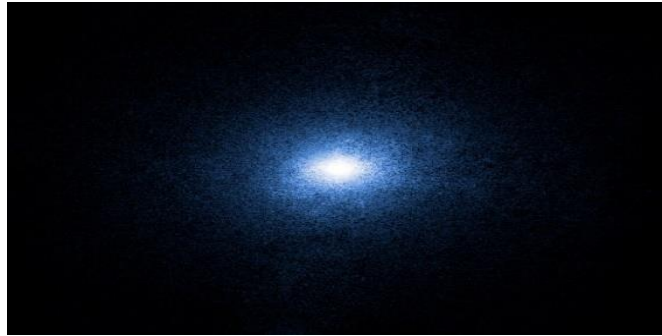


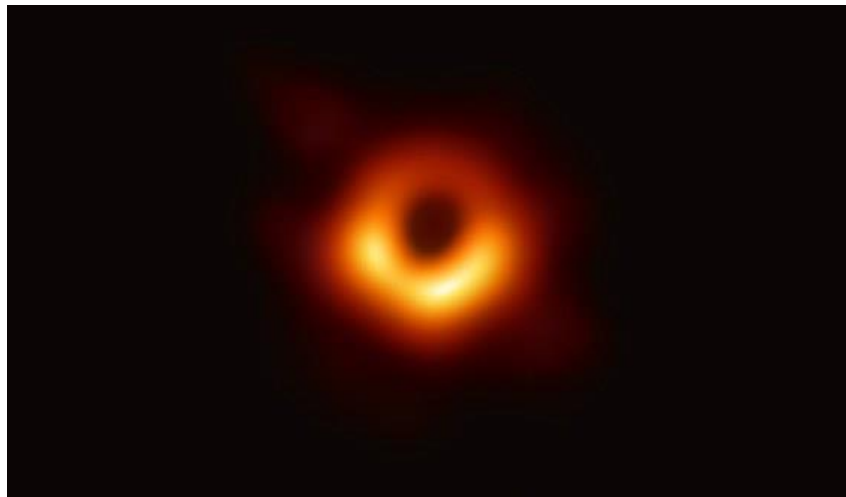
Figura 2: Imagem raios X de Cygnus X-1 tirada pelo Chandra. Fonte: NASA, 2011.

Mas existem buracos negros bem maiores e são eles que podem causar complicações. Uma amostra desse tipo de buraco negro supermassivo é o que se encontra no centro da nossa Via Láctea, o *Sagittarius A\** que pode ser visto na Figura 3.

Pela primeira vez, astrônomos conseguiram fotografar um buraco negro supermassivo localizado no coração da Via Láctea. Batizado de Sagitário A\*, esse objeto apresenta uma massa equivalente a 4 milhões de estrelas do tamanho do Sol e está a cerca de 26 mil anos-luz da Terra (CORREIO BRAZILIENSE, 2022).

Esses tipos de buracos negros ficam geralmente nos centros das galáxias e ninguém sabe como conseguiram ficar tão grandes e poderosos. E alguns cientistas acreditam que eles cresceram tanto que eles foram aprisionando outros buracos negros aumentando ainda mais a sua forma. Tem gente também que acredita que eles são restos de um outro universo que existiu antes do *Big Bang*.

Figura 3: Sagittarius A\* no centro da Via Láctea



Fonte: NASA, 2011.

### **OLHANDO DENTRO UM BURACO NEGRO**

O buraco negro tem uma força tão intensa, tão forte, que coisa nenhuma consegue escapar lá de dentro, nem mesmo a luz. Por essa questão que eles ficam totalmente escuros, impossibilitando que se enxergue algo além disso, dificultando até mesmo na hora de localizar o buraco negro.

Mas aí surgem algumas curiosidades: O que é que existe dentro de um buraco negro? Se nem a luz escapa lá de dentro, o que acontece se a gente entrar em um buraco negro?

A primeira coisa que se deve ter noção para entender um buraco negro é saber que, na verdade, ele não é um buraco, como muitas pessoas podem pensar. Para melhor compreensão, imagine que você está se aproximando de um buraco negro, vai chegar em um determinado ponto que não dá mais para escapar, uma viagem sem volta, você será aprisionado e nunca mais sairá de lá. Momentos antes, teoricamente, o que você conseguirá visualizar seria um imenso círculo preto, ou seja, o buraco negro, justamente porque, como foi dito anteriormente, nem a luz tem força suficiente para escapar lá de dentro. Então, conseqüentemente, como a luz não chegará aos olhos, torna-se impossível saber o que existe dentro de um buraco negro. Percebe-se apenas uma esfera preta.

Mas para sua salvação existe um local que é chamado de Horizonte de Eventos de um buraco Negro. Como afirma Franciolle (2021):

O horizonte de eventos de um buraco negro está ligado à velocidade de escape do objeto - a velocidade que seria necessária exceder para escapar da atração gravitacional do buraco negro. Quanto mais perto alguém chegar de um buraco negro, seria necessário maior velocidade para que pudesse escapar daquela gravidade massiva. O horizonte de eventos é o limite em torno do buraco negro onde a velocidade de escape supera a velocidade da luz.

E, se mesmo assim você chegar perto o suficiente e não conseguir escapar, acontecerá um processo chamado de Espaguetificação. Seu corpo será cruelmente esticado devido ao gradiente da força gravitacional do buraco negro, ou seja, quanto mais perto do buraco negro mais forte é a força gravitacional e, como o tempo também se distorce, talvez você não tenha tempo de perceber o que está acontecendo, porém quem está de fora verá você afinar igual a um espaguete.

Conforme a Teoria Geral da Relatividade, se observarmos um buraco negro de longe, só poderemos ver regiões fora do horizonte de eventos, mas se alguém caísse ali, experimentaria outra "realidade". No horizonte de eventos, sua percepção do espaço e do tempo mudaria completamente. Ao mesmo tempo, a imensa gravidade do buraco negro comprimiria seu corpo horizontalmente e o esticaria verticalmente, como um macarrão. Os cientistas chamam esse fenômeno de "Espaguetificação" (MITTMANN, 2019).

O mesmo ocorre quando uma estrela ou outro corpo celeste se aproximar do buraco negro. Creio que vocês conseguiram compreender a gravidade da situação devido a quantidade de massa das estrelas em relação ao ser humano. Mas, para saber realmente o que ocorre dentro de um buraco negro seria necessário que você estivesse disposto a entrar nele para ter essa certeza. Porque até agora isso ainda não aconteceu e não se sabe se vai ocorrer por vários motivos, como por exemplo, a distância que estamos dos buracos negros ou porque acreditamos que não haja nenhum voluntário disposto a ser sugado por um buraco negro.

### **SINGULARIDADE DE UM BURACO NEGRO**

Singularidade é definida como uma particularidade. A Singularidade de um buraco negro, ou como alguns chamam, o coração de um buraco negro, é um ponto no qual as leis da Física, como nós a conhecemos, não funcionam. Já compreendemos até aqui que o buraco negro é um objeto supermassivo com uma alta gravidade. Só que essa massa está condensada em um local muito pequeno, ou seja, tem

uma grande quantidade de massa comprimida em um volume muito pequeno, e isso faz com que a densidade do corpo tende ao infinito. Como afirma Penrose (2020):

[...] nesse ponto a gravidade é infinita, a densidade é infinita e muitas outras quantidades físicas chegam ao infinito. Quando isso acontece, esses "infinitos" não podem ser tratados com a matemática normal: "Qualquer equação com infinitos deixa de fazer sentido. Isso, dá origem a essas "singularidades" no espaço-tempo.

É isso que ocorre no buraco negro, uma singularidade. A ideia de densidade infinita vem quando uma estrela, com dezenas de massas solares, entra em colapso em um determinado ponto em uma região infinitesimal do espaço, ou seja, uma quantidade de matéria absurda num espaço tendendo a zero. Seria, por exemplo, equivalente a colocar toda a massa de uma estrela em um espaço do tamanho de uma cabeça de alfinete.

### **A MORTE DE UM BURACO NEGRO**

Os buracos negros consomem qualquer coisa que ultrapasse o seu horizonte de eventos, fazendo com que fique mais massivo e, conseqüentemente, aumente sua gravidade e isso se torna um ciclo. Mas será que os buracos negros podem deixar de existir?

Da mesma forma que os buracos negros podem aumentar ao engolir algum material, há a possibilidade de, lentamente, ele diminuir quando perder pequenas quantidades de energia. Stephen Hawking sugeriu que haveria a possibilidade de os buracos negros evaporarem e, conseqüentemente morrerem, a partir da chamada radiação Hawking.

Embora nada cruze essa fronteira dos buracos negros, eles podem emitir radiação espontaneamente graças à mecânica quântica, chamadas de "partículas virtuais". Mesmo o vácuo completo do espaço está repleto dessas partículas, que entram e saem da existência - essas partículas com energias opostas geralmente se aniquilam. Mas, devido à extrema atração gravitacional na fronteira dos buracos negros, pares de fótons poderiam ser separados, com uma partícula sendo absorvida pelo buraco negro e a outra escapando para o espaço. O fóton absorvido tem energia negativa e subtrai energia na forma de massa do buraco negro, enquanto o fóton que escapou torna-se radiação Hawking. Só com isso, um buraco negro poderia evaporar completamente (HAWKING, 2016).

Mas isso não seria de uma hora para outra. Poderia levar mais tempo do que toda a idade do universo.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo propôs o estudo inicial sobre os buracos negros de maneira fácil de entender, sendo perceptível que, os buracos negros e muitas outras coisas do universo, continuam sendo palco de muitas curiosidades para nós, seres humanos. Mesmo com todas as pesquisas e estudos realizados, ainda há um grande mistério por trás dos buracos negros.

Não cabe neste texto esgotar o assunto sobre Buracos Negros, mas sim instigar o leitor a procurar outras referências específicas para fazer um aprofundamento sobre o tema, o que já pode ser iniciado a partir da coletânea de referências que esse artigo traz. Estamos vivenciando várias descobertas que ficarão marcadas para sempre na história da ciência. O conhecimento é uma trajetória que nunca para de ser percorrida, sempre tem algo novo, por isso a necessidade de avançarmos nesse assunto, pois ainda temos muito o que aprender sobre o Universo.

## REFERÊNCIAS

- CAMPAGNER, Carlos Alberto. **Buracos negros - Corpos de densidade tão alta que aprisionam até a luz**. 2009. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/buracos-negros-corpos-de-densidade-tao-alta-que-aprisionam-ate-a-luz.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- DUARTE, Roberta. **Como seria cair dentro de um buraco negro?** 2021. Disponível em: <<https://pintofscience.com.br/blog/como-seria-cair-dentro-de-um-buraco-negro/>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- DUQUE, Bruno Silvério. **Tecer com luz: Arte telemática, Física quântica e Cosmologia**. 2016. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/24243/1/2016\\_BrunoSilverioDuque.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/24243/1/2016_BrunoSilverioDuque.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- FOOS, Bruna Sander. **Entendendo o Espaço-Tempo**. 2021. Disponível em: <<https://www.folhaum.com/post/entendendo-o-espaco-tempo>>. Acesso em: 15 out. 2022.
- FRANCIOLLE, Marcello. **O que é horizonte de eventos de um buraco negro?**. 2021. Disponível em: <<https://gaiaciencia.com.br/o-que-e-o-horizonte-de-eventos-do-buraco-negro-e-o-que-acontece-la-espaco-fisica>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- FREITAS, Camila de Sá. **Supernovas: saiba mais sobre o fim explosivo da vida das estrelas**. 2021. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/228958-supernovas-saiba-fim-explosivo-vida-estrelas.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- HAWKING, S. **O universo numa casca de noz**. São Paulo: Editora Arx, 2002.
- HAWKING, Stephen. **Buracos Negros**. In.: Palestras da BBC. 2016. Disponível em: <<https://cienciadoamanha.files.wordpress.com/2019/02/buracos-negros-stephen-hawking.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2022.
- HOSTI, Bruno. **Cygnus X-1: o primeiro buraco negro**. 2021. Disponível em: <<https://www.espacotempo.com.br/cygnus-x-1-o-primeiro-buraco-negro/>>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- MITTMANN, Sergio. **Astronomia**. 2019. Disponível em: <[https://www.if.ufrgs.br/~mittmann/2\\_Astronomia\\_final\\_01-12-2019.pdf](https://www.if.ufrgs.br/~mittmann/2_Astronomia_final_01-12-2019.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- NASA. **Cygnus X-1: A Stellar Mass Black Hole**. 2011. Disponível em: <[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/chandra/multimedia/cygnusx1.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/multimedia/cygnusx1.html)>. Acesso em: 24. de nov. 2022.
- PENROSE, Roger. **Singularidade dos Buracos Negros**. In.: BBC News. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-54462160>>. Acesso em: 24. de nov. 2022.