

O PAPEL DOS SERES EXTREMÓFILOS NO ENTENDIMENTO DA ORIGEM DA VIDA, E SUA INFLUÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA VIDA EXTRATERRESTRE NA TERRA

THE HOLE OF EXTREMOPHILY BEINGS IN UNDERSTANDING THE ORIGIN OF LIFE, AND IT'S INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF EXTRATERRESTRIAL LIFE ON EARTH.

Ronaldo Pinheiro de Almeida¹, Márcia N. M. Rosa², Iranderly Fernandes de Fernandes³, Vera Aparecida Fernandes Martin⁴

Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Física, Observatório Antares, Mestrado Profissional em Astronomia, Grupo de Astrofísica Teórico e Observacional. E-mail: ¹profron04@gmail.com, ²marcia_nrosa@hotmail.com, ³iffernandes@uefs.br, ⁴vmartin@uefs.br

A vida surgiu neste planeta há 3,8 bilhões de anos atrás, mas até hoje o homem vem levantando hipóteses sobre esse aparecimento ter acontecido fora da Terra. O presente artigo se propõe a discutir algumas das evidências que colocam em foco as teorias de origem da vida como sendo extraterrestre, bem como analisa algumas das consequências das possibilidades de um encontro entre formas de vida interplanetárias. Na primeira parte, é feita uma introdução sobre o tema, destacando o papel dos seres extremófilos na compreensão da origem da vida na Terra ou fora dela. Na segunda parte, é feita uma breve revisão sobre a Teoria da Panspermia, ampliando a de como seria a relação entre seres terrestres e extraterrestres. Por fim, é apresentada considerações próprias que defendem a visão dos autores, deixando claro a noção de que este estudo é mais um instrumento que fomenta o debate sobre esse tema tão complexo.

Palavras-chave: Origem da vida. Vida extraterrestre. Extremófilos. Panspermia.

The life appeared on this planet 3.8 billion years ago, but even today man has been raising hypotheses about why this appearance of life happened outside the Earth. The present article proposes to discuss some of the evidences that focus on the theories of the origin of extraterrestrial life, as well as analyzing the possibility of a contact between interplanetary life forms. In the first part, an introduction is made on the subject, highlighting the role of extremophile beings in understanding the origin of life on Earth or outside it. In the second part, it started with a review of the Theory of Panspermia until a broad discussion was reached about how the relationship between terrestrial and extraterrestrial beings would be. Finally, is presented the own considerations that defend the authors view, making clear the notion that this study is another instrument that fosters the debate on this complex topic.

Key words: Origin of life. Extraterrestrial life. Extremophiles. Panspermia.

INTRODUÇÃO

Quando a vida surgiu na Terra há 3,8 bilhões de anos atrás, os microrganismos foram se proliferando pelos diversos tipos de ambientes desse planeta, inclusive nos locais considerados praticamente inabitáveis, como geleiras, fontes termais, ambientes de alta salinidade e profundezas oceânicas quase sem luz e pressão elevada, como afirma Duarte (2010).

Já segundo Linhares e Gewandsnajder (2014), durante quase dois bilhões de anos, só haviam seres procariontes no planeta. Só que os mesmos autores, baseados na classificação mais recente dos seres vivos, apontam que esses seres estão divididos nos domínios *Archaea* e *Bacteria*. Sendo que o primeiro grupo é formado por bactérias primitivas encontradas em habitats do globo terrestre com características geofísicas extremas, com altíssimas temperaturas ou baixas, próximas de 0 °C, pressões elevadas e ambientes com alta salinidade. Esses procariontes juntamente com alguns fungos são chamados de seres extremófilos, especialmente por conseguirem sobreviver nesses lugares inóspitos ou ambientes extremos, que, como diz Duarte *et al* (2010), expressa um a relação intimamente atrelada ao entendimento de habitabilidade.

Por sinal, a questão referente às características que tornam um planeta habitável intriga não somente a comunidade científica, mas até mesmo as pessoas de uma forma geral, já que encerra um dos maiores mistérios da humanidade, a existência ou não de vida fora do planeta Terra. Nessa área do conhecimento

científico muitos cientistas acreditam que esses seres extremófilos podem dar uma importante contribuição para se chegar a conclusões mais precisas, uma vez que em muitos planetas já descobertos é frequente a ocorrência de condições semelhantes àquelas onde esses organismos vivem aqui na Terra. *Duarte et al* (2010) afirma que, a partir da ocorrência de microrganismos na base da atual árvore filogenética, há fortes evidências para a origem da vida em condições de altas temperaturas.

Existem vários exemplos que corroboram essa ideia, como é o caso da descoberta de microrganismos habitando os famosos gêiseres do Parque de Yellowstone, nos EUA, com temperaturas que ultrapassam 80 °C; bactérias encontradas nas calotas polares da Antártica, vivendo em temperaturas próximas ao nível de congelamento; outras vivendo nas profundezas oceânicas sob elevadas pressões. E tudo isso com estratégias que até hoje não foram devidamente elucidadas (DUARTE et al. 2010).

Entretanto, para que fique mais claro, essa investigação sobre os segredos da vida a partir desse tipo de ser vivo pode muito bem explicar a origem da vida na Terra, pois há 3,8 bilhões de anos atrás quando se estima que tenham surgido os primeiros seres vivos no planeta, deve-se lembrar que as condições eram exatamente essas, de um cenário quase inóspito, com muito calor, vulcanismo e diferente composição atmosférica (DUARTE et al, 2010, p. 157).

Assim, se for bem observado, pode ser estabelecido um paralelo sobre o modo de vida dos extremófilos com a existência de vida fora da Terra. Já se sabe por meio do envio de sondas de pesquisa, que em Marte e Europa (lua de Júpiter) foram encontradas grandes calotas polares, onde possivelmente poderiam existir seres que conseguissem suportar baixas temperaturas, como aqueles encontrados no gelo Antártico.

Dessa forma esse estudo abordará em parte a origem da vida na Terra por meio de uma teoria bastante conhecida pelos livros de Ciências, a Panspermia. Essa teoria pode ser explicada como sendo aquela que propõe a transferência da vida por processos naturais ou artificiais através do espaço, permitindo assim que ela se espalhe pelos novos planetas e sistemas estelares (GALANTE et al, 2016, p. 378).

Com o estudo sobre os extremófilos e sua relação com a origem da vida seria possível chegar a implicações que fortalecessem a Teoria da Panspermia, evidenciando uma possível origem da vida fora do planeta Terra. Por conseguinte, pode-se obter hipóteses sobre como seria a relação entre as formas de vida pertencentes a planetas ou outros astros diferentes.

Assim, o artigo em questão fundamenta sua investigação baseado na análise e discussão de material bibliográfico sobre o tema, buscando evidências que fortaleçam a teoria da Panspermia e, ao mesmo tempo, auxiliem o entendimento sobre a correlação entre a Biologia dos seres extremófilos e possíveis formas de vida extraterrestre. Nesse sentido, pretende-se avaliar a possibilidade de interação entre esses seres, que vivem em ambientes inóspitos na Terra e prováveis formas de vida que não possuam constituição baseada em carbono, por exemplo, presumindo como seria o contato entre formas de vida terráqueas e extraterrestres.

PÂNSPERMIA

Segundo Rampelloto (2010) o aumento nas pesquisas sobre o conhecimento da vida dos seres extremófilos vem permitindo o crescimento da possibilidade de se encontrar vida nos corpos planetários do Sistema Solar, como, por exemplo, em Marte, Vênus, luas de Júpiter (Europa) e Saturno (Titã). E isso,

por sua vez, tem dado ainda mais suporte a hipótese de que a vida pode migrar naturalmente pelo espaço, teoria conhecida como Panspermia.

Entretanto, como a Ciência necessita de provas e testes contundentes para provar uma hipótese, com a Teoria da Panspermia não é diferente. Apesar da grande difusão da origem da vida a partir da teoria do Big Bang, vários estudos tentam encontrar evidências da Panspermia. De acordo, por exemplo, com A. Damineli e D. Damineli (2007), analisando o aspecto histórico, desde a Grécia Antiga já existiam relatos desse tipo de pensamento sobre a origem da vida. Anaxágoras (~500-428 a.C.) já imaginava que a vida estivesse presente em todo o cosmos; na época do Renascimento, Giordano Bruno pregou ardorosamente a existência de outros mundos habitados, enquanto a partir da análise de meteoritos feitas por Berzelius nos anos 1830, foi demonstrada a existência de compostos orgânicos no espaço; e o físico e químico Savante A. Arrhenius (1859-1927) propôs que, além de produtos orgânicos, a própria vida tivesse se originado no espaço, sendo transportada para cá em meteoritos.

Essa última hipótese, por sinal, encontra semelhanças em outros estudos, como o evidenciado pelo seguinte trecho de um artigo: “o veículo para a transferência da Panspermia provavelmente deve ter sido os cometas” (HOYLE e WICKRAMASINGHE, 2000, p. 334, tradução própria)¹. Essa ideia também foi reforçada por Kirschvink e Weiss (2000) ao afirmarem que nas últimas décadas tem se acumulado muitos dados sobre a Panspermia, corroborando com a hipótese de que essa teoria é um processo natural e que acontece com mais frequência do que se imagina. Eles exemplificam tal informação mostrando que estudos paleomagnéticos recentes comprovaram que um meteorito (ALH84001) viajou de Marte para a Terra sem que seu interior atingisse mais do que 40 °C, o que poderia suscitar a possibilidade de manutenção da vida naquele espaço. Também há estudos indicando que a transferência de rochas entre Marte e Terra pode acontecer em escala de tempo biologicamente curta, permitindo a viagem de organismos entre esses planetas ao longo da história do Sistema Solar (KIRSCHVINK e WEISS, 2000).

Além disso, alguns experimentos, como o que foi feito a bordo do Centro de Exposição de Longa Duração da Agência Espacial Européia, indicam que esporos bacterianos podem sobreviver no espaço profundo por mais de cinco anos (Horneck et al. 1994 *apud* Kirschvink e Weiss, 2000); e experimentos em laboratório demonstram que as bactérias podem sobreviver aos choques e empurrões esperados por uma rocha ejetada de Marte (Mastrapa et al. 2001 *apud* Kirschvink e Weiss, 2000).

Esses estudos mostram que não está tão distante a possibilidade de se comprovar que especialmente microrganismos possam ter viajado entre os planetas Marte e Terra ao longo das eras geológicas. Assim, ainda que mais provas contundentes sejam necessárias para se provar tal teoria, não se pode descartar que a disseminação da vida aqui no planeta pode muito bem ter tido essa origem, ou até mesmo, que a Panspermia possa ter acontecido concomitante com a hipótese da origem química, e ambas seguindo a linha evolutiva até os dias atuais. Entretanto, se isso tivesse acontecido, surgiria uma outra dúvida, como seria a existência entre seres vivos de origens planetárias diferentes?

RELAÇÃO ENTRE SERES TERRESTRES E EXTRATERRESTRES

Diante da possibilidade de transferência de seres vivos pelo espaço, surge conseqüentemente uma indagação óbvia, que é o fato de saber como os seres extraterrestres conseguiriam habitar a Terra e se relacionar com as formas de vida aqui presentes, partindo do pressuposto de que podem ser formados por

constituintes diferentes? Como afirma Donato *et al* (2019) já existem estudos feitos que comprovam a presença de elementos químicos, essenciais a vida, encontrados em meteoritos que aqui caíram há milhares de anos atrás. Isso exemplificaria, mais uma vez, a possibilidade dessa transferência de vida pelo espaço, abrindo oportunidades para encontros entre seres de origens espaciais diferentes, e deixando margem para a análise de como seria uma associação entre eles.

Sabe-se que no planeta Terra, a vida se baseia sobretudo na constituição de seres à base de carbono, e que a vida de uma forma geral depende dos quatro elementos mais abundantes no Universo, carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, presentes em 99% da matéria viva (DAMINELI, 2011 p. 280). Entretanto, se a existência da vida extraterrestre for comprovada, então pode haver a possibilidade desta está atrelada ou não a outros constituintes ou elementos diferentes desses anteriormente citados, dada a misteriosa imensidão do universo?

Todavia, primeiramente, não se pode deixar de considerar, como bem relatado por Teixeira (2014), a importância para o fato da presença dos blocos construtores da vida terrestre, açúcares, aminoácidos, bases nitrogenadas, já terem sido encontrados fora da Terra. Isso então pode configurar como um fator preponderante para se levantar hipóteses sobre a vida, mesmo em outros planetas, como tendo constituintes semelhantes às formas de vida aqui encontradas.

Ainda segundo Teixeira (2014), um outro elemento que pode ser considerado uma alternativa ao carbono nesse processo de origem da vida no Universo seria o silício. Um elemento semelhante ao carbono, porém maior, que faz as mesmas quatro ligações, só que mais fracas e, por isso, forma polímeros mais fracos nas condições observadas ao longo da história da Terra. A exceção acontece, quando em condições diferenciadas, como altas pressões, altas ou baixas temperaturas, o silício consegue formar polímeros bastante resistente (Dartnell, 2007, p. 25-29 *apud* Teixeira, 2014).

Dessa forma, apesar da grande quantidade de carbono existente pelo espaço a fora, o silício pode se configurar como uma possibilidade para a formação de vida baseada em constituintes diferentes, especialmente se for levado em consideração a existência de linhas evolutivas com seres vivos que divergem dos terráqueos, habitando geralmente locais com condições extremas de sobrevivência. Apesar de que, quando o homem busca sinais de vida fora de Terra, normalmente se inicia por sinais semelhantes aos encontrados aqui, como a existência de água, por exemplo.

Outro exemplo desse paralelo que incita hipóteses de existência de vida extraterrestre, é que não são apenas elementos químicos encontrados no espaço que favorecem essas ideias. Como registrado por Daminieli (2011), as grandes moléculas essenciais à vida, como os aminoácidos, já foram produzidas por reações químicas abióticas no espaço, e além disso, também foram encontrados em meteoritos vindo do espaço, inclusive de tipos diferentes aos vinte mais conhecidos por aqui, ou seja, evidenciando que moléculas vitais para a construção da vida podem ser produzidas em outros pontos do Universo.

Diante disso, se o homem já consegue trabalhar com pistas sobre o surgimento da vida em escala molecular, abre-se aí o pressuposto para passos maiores dentro linha evolutiva de existência de vida fora do planeta Terra, fazendo naturalmente surgir ideias sobre a probabilidade de haver seres lá fora, mesmo que ainda em nível celular.

COMO SERIA A RELAÇÃO ENTRE SERES VIVOS DE ORIGENS DIFERENTES?

Uma vez se confirmando a existência de vida extraterrestre, em qualquer que seja o momento da história da humanidade, surgirá também, como consequência, a dúvida de como seria a relação entre seres vivos originados de pontos diferentes desse vasto Universo. É muito comum a exemplificação desse encontro, normalmente, acontecendo de forma a trazer riscos ao ser humano, como é muito evidenciado na história do cinema, por exemplo.

Várias especulações povoam a imaginação das pessoas a respeito de como seria esse contato até hoje. Muitos desses pontos de vista criados, devem-se a influência política implementada pelos EUA no contexto da Guerra Fria, a partir década de 50, explorando a dramaticidade das expectativas e os medos da população (SANTOS, 2007, p.5).

Mas excetuando-se a maneira como essa relação é tratada através do olhar artístico ou mesmo político, é necessário, sobretudo, debater também o viés científico a respeito do tema, de maneira que as pessoas possam ter informações concretas e assim construam seu próprio julgamento sobre o assunto. Por exemplo, por que ao se falar sobre contato com formas de vida extraterrestres, logo se especula um encontro com seres inteligentes, com morfologia humanoide? Se nem a constatação de vida pode ser devidamente provada até então...

Certamente, não seria mais provável tratar desse tipo de encontro entre seres de pontos espaciais diferentes como um evento que acontecesse entre formas de vida mais simples, até mesmo microscópicas? Sendo, de certa forma, mais plausível de ser creditado? Santos et al (2018) afirma que há explicações otimistas e pessimistas sobre a existência de civilizações inteligentes no Universo. Analisando o paradoxo de Fermi sobre a dúvida de existir vida inteligente ou não diante da imensidão do espaço, os autores citam algumas razões que explicam esse fato, como por exemplo: humanos são a primeira ou a última civilização num nível avançado de inteligência a existir; poucas civilizações conseguiram desenvolver tecnologias capazes de explorar a Galáxia; até mesmo, a razão dos humanos serem especiais e únicos na Galáxia, ou seja, o famoso argumento de que a Terra, e suas condições características, seja algo raro.

Entretanto, um ponto que não se deve desprezar é o fato de que mesmo tomando como base a relação entre seres diversos da própria Terra, sabe-se que, normalmente, a relação entre espécies distintas, muitas vezes, acontece às custas de reações adversas para ambas. É só lembrar do poder destrutivo que uma bactéria ou um vírus pode causar, ao migrar de um ambiente equilibrado para um novo habitat, o que, muitas vezes, também acontece quando seres humanos entram em contato com microrganismos advindos de outros seres e acabam proliferando os patógenos entre si.

Fatos como os mencionados anteriormente foram corriqueiros durante a história da humanidade. Por exemplo, nos séculos XV e XVI, época em que os avanços tecnológicos proporcionaram longas viagens intercontinentais, foi também um período marcado pela disseminação de doenças tanto nas embarcações quanto nos locais onde havia a interação entre povos de origens diferentes, como os europeus e os indígenas das Américas (GURGEL e LEWINSOHN, 2010).

Outros exemplos semelhantes foram o da peste bubônica ou peste negra, que no século XIV matou cerca de 50 milhões de pessoas na Europa Medieval, e já no século XX, no período da primeira guerra mundial, a mutação do vírus da *influenza* causou a conhecida gripe espanhola, que foi responsável pela morte de milhões de pessoas ao redor do mundo, inclusive aqui no Brasil (cerca de 35 mil mortes). (HISTÓRIA DO MUNDO, 2020)

Além disso, nem seria preciso ir muito longe no tempo para lembrar desses exemplos de encontros entre seres vivos diferentes, que resultaram numa alta taxa de mortandade de espécimes. Basta perceber o tamanho e a gravidade da epidemia que o mundo enfrenta em 2020, exemplificada pelo alto número de pacientes internados, colapsando os sistemas de saúde dos países, bem como os casos de óbito, que já chegam na casa de alguns milhões em pouco mais de seis meses de sua disseminação mundial.

Isso mostra como o contato entre formas de vida de pontos espaciais diferentes, ou até mesmo locais, pode trazer uma série de riscos à saúde dos organismos. Um modelo muito fácil para se perceber isso, seria imaginar que, caso o homem conseguisse realmente habitar outros planetas, a sua relação ou de seus seres hospedeiros, como bactérias e vírus, com espécies locais, caso existissem, seria muito provavelmente cercada por uma série de fatores de risco, promovendo, ao menos no início, um desequilíbrio na coexistência daqueles seres ali presentes. Haja vista a alta probabilidade de infecções já conhecidas aqui mesmo na Terra quando acontece o encontro de formas de vida distintas.

Por outro lado, não se pode também levar em consideração a coexistência de seres distintos apenas de um ponto de vista negativo. A própria evolução dos seres vivos da Terra mostra que na árvore filogenética da vida proposta por Darwin, a grande diversidade dos seres vivos encontrados aqui foi primordial para o sucesso do povoamento deste planeta, que inicialmente não apresentava condições propícias à vida. Como afirma Wilson (2012), se a vida fosse assolada por uma tempestade passageira, logo se recuperaria se ainda existisse diversidade.

Consequentemente, a partir do aparecimento dos seres extremófilos, capazes de suportar o ambiente da Terra primitiva, o processo de diversificação da vida se espalhou, vislumbrando nos dias atuais, até mesmo, a chance de extrapolar o próprio limite do planeta. Uma vez que, na ideia do processo de evolução, seja aplicada aos astros siderais, às formas de relevo ou aos próprios seres vivos, o estado natural das coisas existentes no mundo é de constante mudança, e a permanência é um sinal de exceção. (EL-HANI e MEYER, 2005)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito tempo o homem vem se perguntando sobre a existência ou não de vida extraterrestre. Essa curiosidade já saiu até mesmo da esfera científica, passando pelo cinema e atingindo a sociedade de uma forma geral. Nesse sentido, logo surge a lembrança das repercussões alcançadas toda vez que a mídia toca no tema sobre vida fora do planeta Terra e o quanto o mundo passou a se interessar e estudar esse assunto.

Partindo desse pressuposto, a busca pela existência de vida em outros pontos do espaço está diretamente ligada aos estudos que são feitos daqui mesmo da Terra. Especificamente, a partir de modelos e teorias que sirvam de parâmetro para o entendimento a respeito da origem ou manutenção da vida fora do planeta, como é o caso da Panspermia, que defende o surgimento da vida em algum ponto do espaço, sendo trazida para a Terra, por exemplo, em viagens de cometas.

Nesse ponto, é preciso destacar também o estudo sobre os seres extremófilos e como eles contribuem para a compreensão da origem da vida, uma vez que foram os seres que conseguiram iniciar o povoamento da Terra. Neste início de povoamento ainda nem existiam condições propícias para tal, devido a índices extremos de temperatura, salinidade, pressão, pH. Da mesma forma que essa vida primitiva é capaz de sobreviver a condições extremas, outros seres podem sobreviver às condições de uma viagem espacial

dentro de cometas. Fato que até já foi comprovado por estudos, como por exemplo, os dos autores Hoyle e Wickramasinghe (2000); Kirschvink e Weiss (2000).

Dessa forma, a partir do momento que se conheceu o modelo de vida desses seres de vida extrema, os cientistas passaram a associá-lo, de maneira bastante lógica, com possíveis hipóteses de surgimento de seres em outros locais do espaço. Isso é reforçado pelas descobertas, cada vez mais frequente, das condições encontradas em outros pontos do Sistema Solar e até mesmo em pontos mais distantes, como nos exoplanetas. Estes últimos também podem atender aos requisitos das zonas de habitabilidade, ou seja, locais onde há condições necessárias para a existência de vida.

Assim, em decorrência dos estudos sobre existência ou não de vida fora da Terra, surgem muitas dúvidas a respeito da possibilidade desse aparecimento ter se dado em algum outro planeta ou astro qualquer do Sistema Solar, como, por exemplo, na lua de Júpiter, Europa, ou de Saturno, Titã, as quais apresentam condições favoráveis ao surgimento da vida, assim como as observadas na própria Terra.

Em decorrência dos estudos elencados neste trabalho e seguindo esse raciocínio, outras perguntas também começaram a surgir, como é o caso da possibilidade da relação entre formas de vida distintas, terrestres e extraterrestres. Nesse caso, por exemplo, a Genética, a Infectologia, a Climatologia, são alguns dos exemplos de abordagens e interações científicas que precisam ser estudadas a fim de contemplar, não só hipóteses, mas, sobretudo, as consequências da provável interação entre esses seres.

Ademais, o que se pode perceber é que os passos para novas descobertas científicas na Astrobiologia estão sendo dados paulatinamente. Este artigo, portanto, contribui com esse processo a partir do seu objetivo de mostrar algumas discussões latentes nessa área. Além disso, deixa claro que qualquer conclusão tirada sobre o tema estudado no trabalho, não envolve somente essa área do conhecimento, mas também outras Ciências que contribuam para tal construção e que poderão ser abordadas em artigos futuros.

REFERÊNCIAS

Cinco doenças que marcaram a história da humanidade. Disponível em:

<<https://www.historiadomundo.com.br/>>. Acesso em: 01 de jul. de 2020.

DAMINELI, Augusto. **O céu que nos envolve – introdução à Astronomia para educadores e iniciantes,**

1ª ed. Edição e Coordenação: Enos Picazzio. p. 277 – 286 (À procura de vida fora da Terra).

Odyseus Editora Ltda, 2011.

DAMINELI, Augusto; DAMINELI, Daniel S. C. **Origens da vida.** Estudos Avançados, v. 21, n. 59, São

Paulo, Jan/Apr 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100022>>.

Acesso em: 20 de maio de 2020.

DONATO, Tatiane P.; CAMPOS, Berenice C.; DIAS, Bruno L. do N. **Astrobiologia e sua importância**

no entendimento da origem e evolução da vida. Research, Society and Development, v. 9, n. 2,

e11922147, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2147>>. Acesso em: 05 de

maio de 2020.

- DUARTE, Rubens T. D.; RIBEIRO, Catherine G.; PELLIZARI, Vivian H. **Vida ao extremo: a magnífica versatilidade da vida microbiana em ambientes extremos da Terra**. In: GALANTE, Douglas et al (Orgs). **Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF, p. 155 -171.
- EL-HANI, Charbel N.; MEYER, Diogo. **Evolução – o sentido da Biologia**. Editora Unesp, São Paulo, 132 p. 2005.
- GALANTE, D. et al. **Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF.
- GURGEL, Cristina B. F. M.; LEWINSOHN, Rachel. **A medicina nas caravelas - Século XVI**. Cad. hist. ciênc., São Paulo, v. 6, n. 2, dez. 2010. Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-76342010000200007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 01 de jul. de 2020.
- HOYLE, F.; WICKRAMASINGHE, N. C. **Comets – A Vehicle for Panspermia**. Cardiff Astrophysics and Relativity Preprint, Published in: C. Ponnampertuma (ed.), *Comets and Origin of Life*, p. 227 – 239, D. Reidel, 1981. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-8528-5_15>. Acesso em: 06 de maio de 2020.
- KIRSCHVINK, Joseph L.; WEISS, Benjamin P. **Mars, Panspermia, and the Origin of Life: Where Did It All Begin?** *Palaeontologia Electronica*, vol 4, p. 2 – 8, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/paleo/2001_2/editor/mars.htm>. Acesso em: 01 de jul. de 2020.
- LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia Hoje**, vol. 1, 2ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2014.
- RAMPELLOTO, Pabulo H. **Resistência de microrganismos a condições ambientais extremas e sua contribuição para a astrobiologia**. *Sustainability*, 2 (6), 1602-1623, 2010. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/2/6/1602/htm#cite>>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- SANTOS, Rodolpho Gauthier Cardoso dos. **Imaginário e representação – a história dos discos voadores e seres extraterrestres no Brasil**. ANPUH – XXIV SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA – São Leopoldo, 2007.
- SANTOS, Jucelia S. dos; COSTA, Antonio Manoel P. V. N.; SILVA, Adaltr José A.; FERNANDES, Iranderly F. **Paradoxo de Fermi: Ei! Via Láctea! Tem alguém aí?**. *Caderno de Física da Uefs* 16 (01): 1602.1-06, 2018.

TEIXEIRA, Jorge M. **Habitabilidade no Sistema Solar**. Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/79635/2/35888.pdf>>. Acesso em: 06 de maio de 2020.

WILSON, Edward O. **Diversidade da vida**. Editora Companhia das Letras, 528 p. 2012.