

Astrobiologia e sua importância no entendimento da origem e evolução da vida
Astrobiology and its importance in understanding the origin and evolution of life
Astrobiología y su importancia para entender el origen y la evolución de la vida

Recebido: 19/11/2019 | Revisado: 21/11/2019 | Aceito: 25/11/2019 | Publicado: 26/11/2019

Tatiane Peters Donato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3213-7269>

Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: tatiane.18.tpd@gmail.com

Berenice Chiavegatto Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5448-8887>

Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: berechiavegatto@cesjf.br

Bruno Leonardo do Nascimento Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3632-9073>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: bruno.astrobio@gmail.com

Resumo

A “origem da vida” e “estamos sozinhos no Universo” sempre foram incógnitas para a comunidade científica e para grande parte da população. A astrobiologia é uma área recente que busca entender como a vida se originou e evoluiu durante esses bilhões de anos de existência do Cosmo. Este artigo tem como objetivo esclarecer, questões relacionadas a origem da vida e possíveis rotas sobre a possibilidade de se viver e encontrar vida fora da Terra, sem nenhuma ligação com dogmas religiosos. Para isto, a metodologia utilizada foi de realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema central através da astrobiologia. Desse modo, serão abordados temas como microrganismos denominados extremófilos, condições para um planeta ser considerado em uma região habitável, possibilidades de a vida existir em Marte, além de ser abordada de maneira sucinta questões relacionadas a possibilidade de colonização de nosso vizinho planetário vermelho. Com os resultados obtidos concluiu-se que a Astrobiologia demonstra ser uma área convergente aos interesses pela busca por respostas sobre a origem da Vida e espera-se possa ser utilizado como base para futuros trabalhos de ensino e divulgação científica.

Palavras-chave: Universo; Abiogênese química; Panspermia.

Abstract

The "origin of life" and "we are alone in the Universe" have always been unknown to the scientific community and much of the population. Astrobiology is a recent area that seeks to understand how life originated and evolved during these billions of years of the cosmos's existence. This article aims to clarify questions related to the origin of life and possible routes about the possibility of living and finding life outside the Earth, without any connection with religious dogmas. For this, the methodology used was to perform a bibliographical review on the central theme through astrobiology. This will cover topics such as microorganisms called extremophiles, conditions for a planet to be considered in a habitable region, possibilities for life to exist on Mars, and briefly address issues related to the possibility of colonization of our red planetary neighbor. With the obtained results it was concluded that Astrobiology proves to be a convergent area to the interests for the search for answers about the origin of Life and it is hoped that it can be used as a basis for future teaching and scientific dissemination work.

Keywords: Universe; Chemical Abiogenesis; Panspermia.

Resumen

El 'origen de la vida' y 'estamos solos en el universo' siempre han sido desconocidos para la comunidad científica y gran parte de la población. La astrobiología es un área reciente que busca comprender cómo se originó y evolucionó la vida durante estos miles de millones de años de existencia del cosmos. Este artículo tiene como objetivo aclarar preguntas relacionadas con el origen de la vida y las posibles rutas sobre la posibilidad de vivir y encontrar vida fuera de la Tierra, sin ninguna conexión con dogmas religiosos. Para ello, la metodología utilizada fue realizar una revisión bibliográfica sobre el tema central a través de la astrobiología. Esto cubrirá temas como microorganismos llamados extremófilos, condiciones para que un planeta sea considerado en una región habitable, posibilidades de que exista vida en Marte, y abordará brevemente cuestiones relacionadas con la posibilidad de colonización de nuestro vecino planetario rojo. Con los resultados obtenidos se concluyó que la Astrobiología demuestra ser un área convergente para los intereses de la búsqueda de respuestas sobre el origen de la Vida y se espera que pueda usarse como base para futuros trabajos de enseñanza y divulgación científica.

Palabras clave: Universo; Abiogénesis Química; Panspermia.

1. Introdução

Apesar de nos dias de hoje a Ciência se mostrar interessada em desvendar a origem da vida na Terra, tendo como principais hipóteses a ideia dela tendo sido originada na Terra ou de alguma forma tendo chegado aqui trazida por corpos celestes que compõem nosso sistema solar (PILLING et. al., 2012). O problema de origem da vida por muito tempo não era assunto que preocupava a comunidade científica. Isto, pelo menos até o início do século XIX. Durante este período todos acreditavam que era possível obter seres vivos a partir de matéria inanimada, ou seja, pela geração espontânea. Darwin, por exemplo, em uma carta para seu amigo Joseph Dalton Hooker, em 1871, propôs que a vida poderia ter surgido através da “Sopa Primordial”. Esta ideia conceitual de Charles Darwin (1809-1882) foi melhor desenvolvida através da bioquímica por Aleksandr Ivanovich Oparin (1894 - 1980), também conhecida como Hipótese da origem e evolução química da Vida (GALANTE; RODRIGUES, 2016).

Nesse sentido, temos estudos feitos em que foram encontrados elementos químicos essenciais para a vida em meteoritos aqui na Terra. Dentre os meteoritos já coletados temos um de origem marciana denominado Alan Hills (ALH 84001), coletado na Antártica e que atualmente está na Universidade de Stanford (CHILLIER; MAECHLING; ZARE, 1996; MCKAY et. al., 1996).

Em contrapartida, Arrhenius por volta de 1903, propôs a ideia da panspermia que abrange o pensamento de que a Vida poderia ter vindo de fora do nosso planeta. Essa Vida extraterrestre teria, então, encontrado um ambiente propício para sobreviver, se desenvolver e evoluir (BARCELOS, 1999).

Todos esses tópicos fazem parte uma área multi e interdisciplinar recente conhecida por Astrobiologia, que busca entender a origem, evolução e o futuro da vida dentro e fora do planeta Terra. Além disso, a astrobiologia pesquisa formas de colonização em Marte e a possibilidade de conter organismos vivos em satélites naturais de Júpiter (Europa) e de Saturno (Titã e Encélado) (PETRANEK, 2016). Assim, o objetivo aqui é esclarecer, por meios de uma revisão bibliográfica sobre a astrobiologia, questões relacionadas a origem da vida e possíveis rotas sobre a possibilidade de se viver e encontrar vida fora da Terra.

2. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido através de uma abordagem qualitativa, aplicando o procedimento metodológico de pesquisa bibliográfica referente ao tema desenvolvido de Astrobiologia. A abordagem qualitativa é aquela no qual o pesquisador é o principal instrumento de coleta de dados e no qual se destaca a interpretação do pesquisador sobre o fenômeno em estudo (PEREIRA et al. (2018). Segundo Fonseca (2002), a pesquisa bibliográfica ocorre através do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas, como livros, artigos científicos, páginas de websites, com o objetivo de coletar informações sobre o problema a ser estudado.

Assim, no decorrer de quatro meses o presente trabalho foi desenvolvido e embasado através de todas essas fontes, entretanto uma quantidade substancial foi obtida e desenvolvida através do livro “Astrobiologia, uma Ciência Emergente” da Universidade de São Paulo (USP) e o livro “De Mudança para Marte” de Stephen L. Petranek. A pesquisa bibliográfica foi separada em três etapas: identificação do assunto tratado, a realização da busca do material e a sua localização no google acadêmico, biblioteca UFJF, biblioteca CES/JF e por último, o fichamento do material pesquisado. Após as leituras, marcações e entendimento do assunto pesquisado, foram organizados todos os materiais, que apresentam maiores propriedades científicas, para iniciar o processo de digitação e finalização.

3. Astrobiologia e a Origem da Vida

3.1. Astrobiologia

A astrobiologia, também conhecida como Exobiologia ou Cosmobiologia, é um campo de estudo que busca compreender a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida na Terra ou fora dela. É uma área de multi e interdisciplinaridade, que se baseia na: física, biologia, química, geologia para um melhor entendimento da vida no universo (BLUMBERG, 2003).

Ao conhecermos bem o cenário e as condições para o surgimento da vida na Terra, entendemos como possa haver formas de vida extraterrestes. Quando se pensa nessa possibilidade a questão para o entendimento é: “de onde e como se deu a origem de algum ser vivo?”. Com isso tomamos como modelo o desenvolvimento da vida aqui e aprofundamento do estudo para entender o seu ponto inicial (GALANTE, SILVA; RODRIGUES et al., 2016).

A astrobiologia também está voltada para o estudo de microrganismos extremófilos, que são micróbios, germes, invertebrados e bactérias capazes de sobreviver a grandes variações de pressão, vácuo, temperatura e as grandes radiações cósmicas e solares (AERNAU; CABÓ,1979).

3.2. Origem da Vida

O homem olha à sua volta e tenta explicar o mundo que o cerca, desde tempos imemoriais. As explicações são inúmeras e diversificadas, porém todas tentativas. Algumas perguntas sempre fizeram e ainda fazem parte das diversas culturas e gerações que existiram. Quem, por exemplo, já não se fez pelo menos uma vez na vida algumas destas perguntas: como surgiram todas as coisas, as estrelas, os planetas, o nosso planeta, o Universo? Como era antes disto tudo existir? Como surgiram os peixes, os pássaros, os animais e nós os homens? De onde veio a vida? Para onde vai tudo isto? Talvez as perguntas mais freqüentes sejam: de onde venho e para onde vou? Qual é razão disto tudo? Diferentes culturas, diferentes gerações produziram diferentes explicações para algumas das questões acima citadas (ZAIA, 2003).

O problema de origem da vida por muito tempo não era assunto que preocupava a comunidade científica. Isto, pelo menos até o início do século XIX. Durante este período todos acreditavam que era possível obter seres vivos a partir de matéria inanimada, ou seja, pela geração espontânea. No entanto, antes mesmo de abordar questões vinculadas ao surgimento da vida, é necessário refletir sobre um conceito crucial para toda essa discussão, O que é vida?

A NASA, por exemplo, classifica como vida: um sistema químico autossustentado, capaz de se reproduzir e sofrer evolução darwiniana. Segundo Galante et al. (2016) um ser vivo pode ser definido a partir de três características fundamentais:

- **Compartimentalização:** Todos organismos vivos existentes, possuem alguma forma de fazer sua separação do meio em que está presente, as células utilizam-se de membranas lipídicas; os vírus de capsídeos proteicos, com a importante função em se concentrar, em seu interior, as moléculas que são necessárias para seu funcionamento.
- **Informação:** O organismo deve possuir em si toda uma informação, resultando em variabilidade genética, necessária para sua manutenção e continuidade através de seus descendentes.
- **Metabolismo:** O organismo vivo deve ser capaz de realizar as reações químicas necessárias para garantir sua sobrevivência e reprodução. (GALANTE; RODRIGUES, 2016, p. 127).

Após essa breve concepção conceitual de como é caracterizada a vida, passemos para como ela pode ter surgido na Terra. Essa indagação remete a inúmeras hipóteses e questões

relacionadas a uma possíveis causas de como a vida pode ter se iniciado no planeta. Dentre essas hipóteses, existem por exemplo, a Teoria da Abiogênese e a da Evolução Química, que em conjunto tentam retratar a possibilidade da vida ter se originado de algo inanimado. De forma geral, essas ideias parte de uma fundamentação que se baseia na própria estrutura do universo, em que a todo tempo novos átomos são gerados e novas substâncias orgânicas são formadas abiogenicamente a partir de materiais oriundos da morte de estrelas, durante o processo conhecido como supernova. (OPARIN,1978). Segundo Daminieli, A.; Daminieli, D. (2007), aproximadamente 99,9% da composição dos seres orgânicos vivos conhecidos e presentes na Terra são constituídos por 4 elementos principais, que são o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O), o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o enxofre (S).

Com base nessas informações, Friedrich Wöhler em 1828, utilizando alguns desses ingredientes e uma fonte de energia foi capaz de produzir em seu laboratório a partir de matéria não viva uma substância orgânica, a ureia (VALENTE; COSTA, 2011).

Em 1871, Darwin descreve conceitualmente a possibilidade de a vida ser gerada a partir de uma poça quente contendo sais de amônias e fosfóricos, luz, calor e eletricidade. Posteriormente, Mendeleev, por volta de 1877, mostrou a origem dos lipídeos a partir de hidrocarbonetos gerados experimentalmente (GALANTE; RODRIGUES, 2016). Em 1923, Aleksandr Ivanovich Oparin, propôs que o início da vida puderia acontecer de forma abiótica. Em seu livro, “Origem da Vida”, aglomerados proteicos denominados de coacervados se formariam abioticamente no período da Terra primitiva. Esses organismos primitivos seriam capazes de se reproduzir por fissão e teriam um metabolismo plesiomórfico, o que garantia a eles a diversidade e continuidade no oceano inicial no planeta (OPARIN, 1978).

Em 1929, Haldane publicou uma teoria análoga a Oparin em que esses oceanos primitivos funcionariam como uma sopa quente e diluída. Neste ambiente a matéria viva evoluiria a partir de moléculas autorreplicantes (GALANTE; RODRIGUES, 2016). Miller e Urey, na década de 50, fizeram um experimento baseado nas hipóteses teóricas de Haldane e Oparin. Neste experimento foram simuladas as condições da Terra primitiva, tal como ambos acreditavam ser. Como resultado do experimento foram obtidos aminoácidos de forma totalmente abiótica (MILLER; UREY, 1959). Dessa maneira, tem-se o indício de que a vida poderia ter surgido de maneira abiótica. (FERREIRA; ALVES; SIMÕES, 2014).

Vale salientar que essas características químicas são encontradas em meteoritos. Nos meteoritos Orgueil, Murchison e Allende, por exemplo, foram detectados aminoácido, água e alguns outros compostos orgânicos (FERREIRA; ALVES; SIMÕES, 2014).

Segundo Hoover (2011), na composição do meteorito Ivuna foram encontrados materiais orgânicos com morfologias semelhantes a das cianobactérias filamentosas e a uma bactéria gigante denominada *Titanospirillum velox*. Os materiais aparentavam ter características semelhantes as espécies *Spirulina subtilissima*, *S. laxissima* e do gênero *Limnothrix* ou bactérias fototróficas que inclui representantes filamentosos do Filo Chloroflexi bacteriano..

IMAGEM 1:

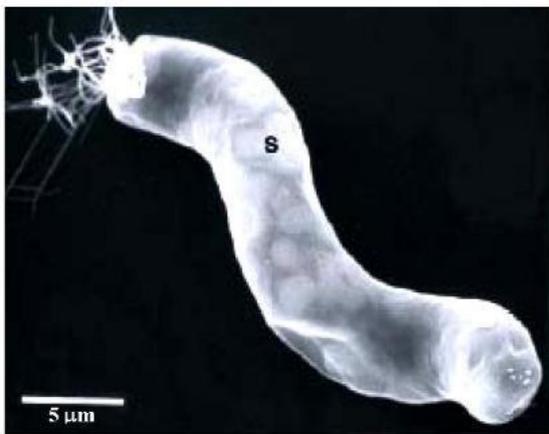
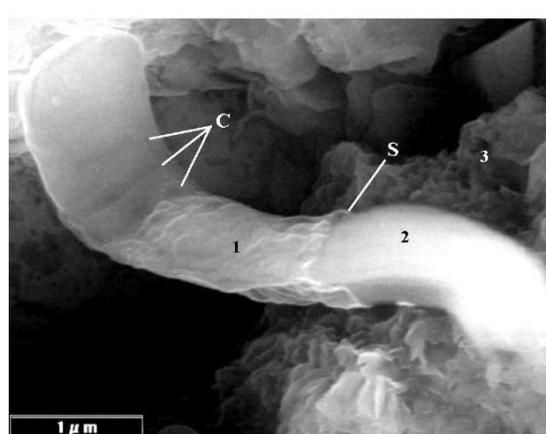


IMAGEM 2:



Fonte: <http://cosmology.com/Life102.html>

. As figuras 1 e 2 mostram uma comparação entre a bactéria gigante denominada *Titanospirillum velox* (imagem 1) e a um filamento do Ivuna que possui uma bainha fina rica em carbono (imagem 2).

Embora ainda não exista um consenso sobre a origem da vida, acredita-se que ela tenha surgido na Terra por volta de 3,5 bilhões de anos atrás. Esta atribuição é devido a ter sido detectado um registro fóssil de cianobactérias em estado de estromatólito, as quais apresentaram a datação de aproximadamente 3,5 bilhões de anos de idade (DE CASTRO et al., 2016).

Estes microorganismos podem ter sido os pioneiros na Terra e, que juntamente, talvez com outros microorganismos fotossintéticos, podem ter contribuído na liberação de O₂ para a atmosfera. Este processo junto com à radiação solar e cargas elétricas na estratosfera, foram cruciais para a formação da camada de ozônio(O₃), que é de extrema importância a vida tal como conhecemos na Terra, pois serve como uma espécie de escudo contra essa radiação.

Além disso, auxilia na manutenção dos polos e do efeito estufa, que mediante a correntes de ar, levam o CO₂ para os extremos da Terra, aquecendo o planeta. Isso gera um ambiente quente, mas úmido que é favorável para o desenvolvimento de seres vivos (PETRANEK, 2016).

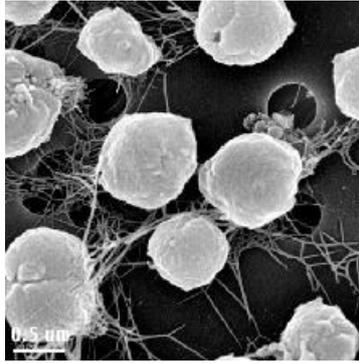
4. Microrganismos extremófilos

A busca da vida extraterrestre baseia-se primeiramente na forma mais simples existente, que dominam toda a história evolutiva da Terra: os microrganismos. Esses seres microscópicos unicelulares tem uma longa existência e resistência em nosso ambiente (DUARTE; RIBEIRO; PELLIZARI, 2016). Acredita-se que, inicialmente surgiram as primeiras bactérias que poderiam realizar respiração anaeróbia, e que se originaram numa coluna hidrotermal anóxica de elevada temperatura, as Archaeobactérias. Elas são denominadas assim porque anatomicamente não tem núcleo definido, possuem características muito próximas das atuais bactérias e suas enzimas possuem a capacidade de permanecerem cataliticamente ativas em condições extremas, que limitam a existência de várias outras formas de vida (FÉLIX, 2008; SOUZA, 2009; PROSDOCIMI, 2002?).

Os organismos extremófilos são aqueles que conseguem se adaptar a condições extremas no ambiente, onde a grande maioria de seres vivos não conseguiriam sobreviver, como por exemplo dentro de uma camada espessa de gelo ou dentro de um vulcão. Os extremófilos podem ser classificados em:

a) Barofílicos: organismos que sobrevivem no fundo dos oceanos, resistindo as grandes pressões hidrostáticas e às condições escassas de oxigênio, luz e alimentação, como por exemplo a espécie *Methanococcus jannaschii* (Imagem 3) (DUARTE; RIBEIRO; PELLIZARI, 2016);

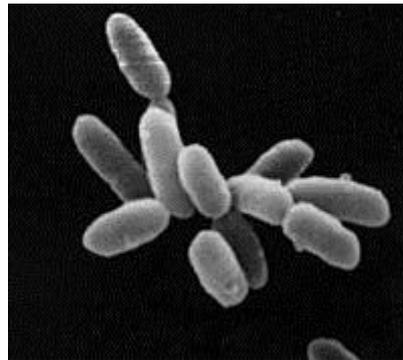
IMAGEM 3: Microscopia de Varredura da espécie *Methanococcus jannaschii*



Fonte: https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Methanococcus_jannaschii

b) Halofílicos: microrganismos que conseguem sobreviver em ambientes hipersalinos e de baixa umidade, como por exemplo o gênero *Halobacterium* (imagem 4) (DUARTE; RIBEIRO; PELLIZARI, 2016);

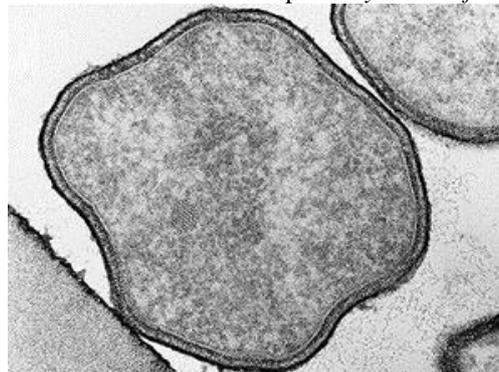
IMAGEM 4: Microscopia de Varredura do Gênero *Halobacterium*.



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Halobacterium>

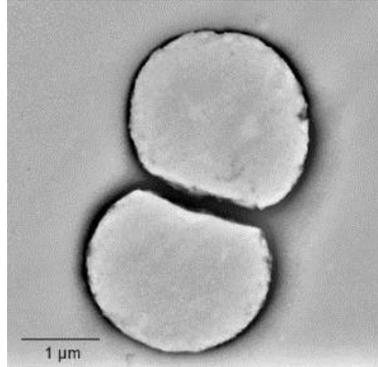
c) Termófilos e Hipertermófilos: os organismos que crescem em temperatura acima de 45°C (termófilos), e aqueles que crescem otimamente acima de 80°C (hipertermófilos) como a espécie *Pyrolobus fumarii* (imagem 5), que pode se reproduzir e sobreviver em temperaturas de até 113°C (FÉLIX, 2008; STETTER,1999);

IMAGEM 5: Microscopia eletrônica de Transmissão da espécie *Pyrolobus fumarii*



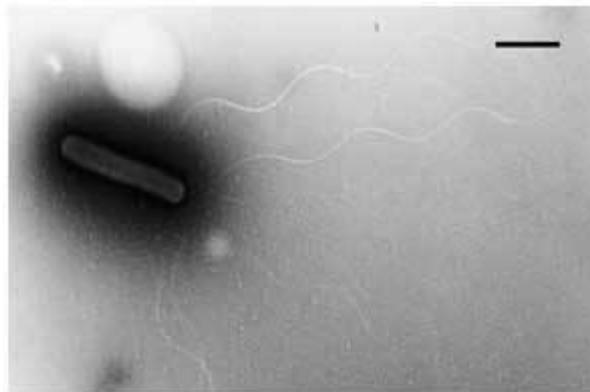
d) Acidofílicos: são incapazes de proliferar em meios com valores de pH próximos da neutralidade, preferindo ambientes com valores de pH ácido, como o gênero *Picrophilus* (imagem 6) (FIL; GUERREIRO, 2011);

IMAGEM 6: Microscopia eletrônica de transmissão do Gênero *Picrophilus*



Fonte: <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Picrophilus>

e) Alcalifílicos: organismos contrários aos acidofílicos, que preferem locais com pH alcalino, como a espécie *Bacillus halodurans* (imagem 7) (SOUZA, 2008). **IMAGEM 7:** Microscopia eletrônica de transmissão da espécie *Bacillus halodurans*



Fonte: http://wishart.biology.ualberta.ca/BacMap/cgi/getSpeciesCard.cgi?accession=NC_002570&ref=index_1.html

Além dessas classificações, existem microrganismos capazes de sobreviverem também ao frio extremo, como aqueles presentes nos gelos polares. Pesquisas feitas em Oregon, EUA, simularam ambiente gelado como o da superfície marciana, em laboratório, a fim de comprovar a existência de vidas nesses locais. Descobriu-se que certos organismos podem sobreviver usando apenas oxidação do Ferro presente na rocha ígnea olivina, mesma rocha presente no Meteorito Allan Hills (POPA, et. al., 2012; MCKAY et. al., 1996).

Outro exemplo de organismos extremófilos são bactérias que resistem a grandes incidências de radiações eletromagnéticas. Entre elas, a *Deinococcus radiodurans*, que possui uma elevada resistência a radiação como raios Gama e UltraVioleta. Elas suportam ações letais, mutagênicas e prejudiciais ao seu material genético. Também são resistentes ao vácuo, temperaturas extremas, dessecação e peróxido de hidrogênio (PRADO, 2011).

Um incrível exemplo da resistência bacteriana ocorreu na missão Apollo 12, em 1969, foi encontrado na câmara da Survivor 3, esporos da bactéria *Streptococcus mitis*, que sobreviveu a viagem entre a Terra e a Lua. Isso mostrou que esses organismos poderiam ter chegado aqui oriundos do espaço, corroborando com a Teoria da Panspermia (RODRIGUES; SILVA, 2016).

5. Planetas habitáveis e a zona de habitabilidade

Para que um planeta seja considerado em zona habitável para vida é preciso que este seja capaz de ter água no estado líquido em sua superfície. Para isto, o planeta precisa estar em uma região em que sua distância até estrela hospedeira, não seja nem muito distante e nem muito perto. Caso o planeta não se encontre nessa distância considerada como a ideal, podem ocorrer os seguintes casos. Para planetas que se encontram muito próximo as estrelas hospedeiras, a tendência é que ocorra o processo de evaporação da água, justamente por conta da alta taxa de calor recebida por esses corpos planetários. Por outro lado, quando os planetas estão muito distante da estrela da estrela hospedeira, a água tende a se solidificar. Além disso, a composição da estrela também é um fator crucial (MELLO, 2016).

Em geral, considera-se estrelas astrobiologicamente favoráveis, todas aquelas que sejam do mesmo tipo do Sol. Outro fator é o tipo do planeta. O planeta necessariamente tem que ser rochoso e com um campo magnético expressivo para poder manter sua biosfera protegida contra ataques de poeira e raios cósmicos, e tal como descrito anteriormente em região descrita como habitável (MELLO, 2016). No sistema solar, os planetas presentes dentro de uma região habitável seriam Vênus, Terra e Marte (SECKBACH; WESTALL; CHELA-FLORES, 2002). Tais condições, em pequena parte, estão presentes em Marte.

6. Marte

A área superficial de Marte corresponde a 28% da área da Terra. Enquanto na Terra a pressão atmosférica é de aproximadamente de 101 KPa, em Marte a pressão média na

superfície é de 0,6 KPa e a gravidade é de quase um terço a da Terra, tendo um valor aproximado de $3,72 \text{ m/s}^2$. O planeta vermelho, possui uma atmosfera rarefeita, porém úmida, composta majoritariamente por gás carbônico (cerca de 95%, aproximadamente) e uma parcela de outros gases como o oxigênio, nitrogênio e metano. Marte possui um campo magnético, praticamente imperceptível. Basicamente, isto se deve ao fato da atividade geológica do planeta vermelho ter cessado já a alguns bilhões de anos atrás. Outra consequência disto é que o planeta teve sua temperatura diminuída e suas condições ambientais alteradas drasticamente.

Embora as condições ambientais marcianas atuais não favoreçam a existência de água no estado líquido na sua superfície. Em 2008, a sonda *Phoenix* pousou no círculo polar norte de Marte e detectou a presença de água em forma de gelo seco, misturada com gás carbônico. Mais atualmente, uma outra sonda criada pela NASA, o veículo *Curiosity*, foi desenvolvido para ser um laboratório “ambulante”. O *curiosity* tem como finalidade encontrar água, compostos orgânicos e resquício geológico, que possam indicar a presença de vida em Marte. De acordo com Rodrigues e Silva (2016), no subsolo marciano foram detectados depósitos salinos, que podem ser ambientes favoráveis para a vida que conhecemos, pois são lugares que são capazes de reter quantidades significativas de água (RODRIGUES; SILVA, 2016).

Com base nessas prerrogativas, interesses em missões exploratórias com astronautas e ideias de colonização, a NASA pretende lançar o sucessor de *Curiosity*. A *Rover Mars 2020* realizará estudos e levará consigo um tipo de dispositivo que transformará o dióxido de carbono atmosférico em oxigênio, esse dispositivo se chama *Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment (Moxie)* que atua através de um sistema feito com uma corrente elétrica que circula em um tipo de cerâmica que separa seletivamente os íons de oxigênio (PETRANEK, 2016).

Ainda mais ousado, Elon Musk, declarou que pretende lançar a primeira nave espacial tripulada para Marte até 2030 (SPACEEX, 2017). No entanto, não basta ir até o nosso vizinho planetário. A sobrevivência em Marte dependerá de um efeito estufa estável, presença considerável de oxigênio e derretimento do regolito para gerar um oceano no planeta. Além disso, a ecopoesse também é um fator indispensável neste processo. A utilização de microrganismos capazes de suportarem as condições do planeta vermelho, serão necessárias para ajudar na conversão de CO_2 para O_2 . Estes então, fariam partes do sistema de transição da atmosfera rarefeita para uma atmosfera mais densa e com uma maior pressão. Assim, para

que tudo se realize, há a necessidade de se utilizar formas naturais e artificiais para cumprir os requisitos básicos de condições para manter o ambiente marciano próprio para os seres humanos. É importante frisar que todo esse processo pode demorar cerca de séculos até ser completado (PETRANEK, 2016).

7. Considerações finais

Levando em consideração todos os aspectos apresentados ao decorrer deste trabalho, é perceptível que ainda não está claro qual seria a origem da vida na Terra e se existe vida extraterrestre. Dessa forma, ainda é preciso investimentos tanto financeiro, como tecnológico para que pesquisas relacionadas ao entendimento da Vida em nosso planeta e fora dele possam ter continuidade. Desse modo, ainda é preciso buscar mais dados que possam gerar informações sobre esses e outros questionamentos. Vale ressaltar que a colonização planetária tem deixado de ser vista como uma questão de ficção científica. Atualmente, tem se desenvolvido pesquisas científicas e tecnológicas com a finalidade de explorar e colonizar o planeta Marte. Assim, por todo seu contexto científico a Astrobiologia demonstra ser uma área convergente aos interesses pela busca por respostas sobre a origem da Vida na Terra e como esta poderia se dar em outros lugares pelo Universo. Espera-se que com os dados gerados por este trabalho futuras abordagem em divulgações e /ou na área de ensino de ciências, de que o material possa ser utilizado como referência para o desenvolvimento de tais materiais.

Agradecimentos

Quero, em especial, agradecer minha Professora Berenice Chiavegatto por toda compressão e orientação e meu atual orientador Bruno Nascimento, e aos membros da banca Gérson Romero e Alison Arantes pelo apoio e disponibilidade. Ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, por ter fornecido um ambiente de estudo que me proporcionou um crescimento acadêmico e pessoal extraordinário. À todos os professores que me passaram o conhecimento para que eu chegasse aonde estou. Quero agradecer a todos os amigos que fiz ao longo dessa caminhada, me fortalecendo e não me deixando desistir, em especial: Ludiana, Rafael, André, Pedro, Willians e sua família que sempre estiveram comigo. A minha família que sempre me apoiou e se mostraram dedicados a mim, em especial, meus pais Eliel e Patrícia, minhas avós

e minha prima Jéssyca. A Embrapa Gado de Leite por ter me proporcionado a oportunidade de realizar meu estágio no Laboratório de Genética Vegetal, e a toda experiência lá adquirida com minha Orientadora Ana Luiza Azevedo e aos estagiários e amigos Fernando, Giani e Leone.

Referências

Aernau, C.; Cabó, R. A origem da vida. Salvat Editora Brasil, S.A. Rio de Janeiro, 1979.

Barcelos, E. D. A sopa quente: breve histórico das teorias sobre a origem da vida e a vida extraterrestre (1920-1959). *Conselho Editorial*, v. 4, n. 6, p. 9-12, 1999.

Blumberg, B. S. The NASA Astrobiology Institute: early history and organization. *Astrobiology*, v. 3, n. 3, p. 463-470, 2003. Disponível em: <http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/153110703322610573>. Acesso em: 15 de set. 2017.

Chillier, X. D. F.; Maechling, C. R.; Zare, R. N. Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity. *Science*, v. 273, p. 924, 1996.

De Castro, B. V. M. et al. Cianobactérias: dos Primórdios da Vida à Formação de um Substrato Atual, o Minério de Ferro. *Geologia*, v. 29, n. 1, p. 113- 132 .2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/geologia/article/view/3493/2735>. Acesso em: 20 ago. 2017.

Duarte, R. T.D.; Ribeiro, C. G.; Pellizari, V. H. *Vida ao extremo: A magnífica versatilidade da vida microbiana em ambientes extremos da Terra*. In: Galante, D.; et. al. *Astrobiologia: Uma Ciência Emergente*.

Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, p. 155- 171, 2016.

Brasil. (2017). SPACEX reduz o tamanho da nave que irá a Marte em 2022. *EL PAÍS*, 2017. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/09/29/ciencia/1506674185_145347.html> . Acesso em: 8 nov. 2017.

Félix, D. J. de S. *Potencial biotecnológico dos microrganismos extremófilos*. 2008. Dissertação (Mestrado em Microbiologia)- Universidade de Aveiro, Lisboa, 2008.

Ferreira, S.; Alves, M. I. C.; Simões, P. P. Ambientes e Vida na Terra—os primeiros 4.0 Ga. *Porto: Estudos do Quaternário/Quaternary Studies*, n. 5, 2008-2014. p. 99-116. 2014.

Fil, M.; Guerreiro, F. *Em busca de Vida para além da Terra*. 2011. Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/img/upload/fil_e_guerreiro_astrobi_o2011.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2017.

Galante, D.; et. al. *Astrobiologia: Uma Ciência Emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP. 385 p. 2016.

Rodrigues, F. *Origem da Vida*. In: . *Astrobiologia: Uma Ciência Emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, p. 115-130, 2016.

Hoover, R. B. Fossils of cyanobacteria in CII carbonaceous meteorites. *Journal of Cosmology*, v. 13, n. 35, p. 3811-48, 2011. Disponível em: <<http://cosmology.com/Life102.html>>. Acesso em: 14 out. 2017.

Mello, G. P. *Planetas Habitáveis: Onde estão os lugares no Universo adequados ao nosso ou outros tipos de vida?*. In: Galante, D. et. al. *Astrobiologia: Uma Ciência Emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, p. 75-93, 2016.

Miller, S. L.; Urey, H. C. Organic compound synthesis on the primitive earth. *Science*, Vol. 130, nº 3370, p. 245-251, 1959. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/pdf/1757918.pdf?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 29 out. 2017.

Mckay, D. S. et al. Search for past life on Mars: possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH84001. *Science*, v. 273, n. 5277, p. 924, 1996.

Oparin, A. I. *Origem da vida*. São Paulo: Edição Símbolo S.A. 7 ed. 1978.

Petranek, S. L. *De mudança para Marte: A corrida para explorar o planeta vermelho*. 1. ed. São Paulo: Editora Alaúde, TED Books, 97 p., 2016.

Pilling, S. et. al. Aula 6- Panspermia, Cometas e Meteoritos. Universidade do Vale do Paraíba- São José dos Campos, SP. 2012?

Popa, R. et al. Olivine-respiring bacteria isolated from the rock-ice interface in a lava-tube cave, a Mars analog environment. *Astrobiology*, v. 12, n. 1, p. 9-18, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1089/ast.2011.0639>>. Acesso em: 31 out. 2017.

Prado, G. R. *Estudo da resistência de D. radiodurans à ação combinada de radiações ionizantes com campos elétricos ou magnéticos exógenos*. 2011. Tese (Doutorado em Biotecnologia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/123/46123042.pdf>. Acesso em: 02 out. 2017.

Prodocimi, F. *Arqueobactérias*. Ciência- Texto Didático. 2002?. Disponível em: <<http://www2.bioqmed.ufrj.br/prodocimi/chicopros/ensino/didaticos/arqueobacterias.html>> Acesso em: 18 nov. 2017.

Rodrigues, F.; Silva, E. P. *Busca de vida fora da Terra: Estudando o Sistema Solar*. In: Galante, Douglas; et. al. *Astrobiologia: Uma Ciência Emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, p. 217-234, 2016.

Seckbach, J.; Westall, F.; Chela-Flores, J.. *INTRODUCCIÓN A LA ASTROBIOLOGÍA: origen, evolución, distribución y destino de la vida en el Universo*. *Journey to Diverse Microbial Worlds: Adaptation to Exotic Environments*. v. 2 p. 367-375, 2002. Disponível

em: <<http://cibernous.com/autores/astrobiologia/teoria/introas.html>>. Acesso em: 29 out. 2017.

Souza, C. V. G. C. de. *O estudo de extremófilos como proposta interdisciplinar*. 2008. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2009.

Stetter, K. O. Extremophiles and their adaptation to hot environments. *FBS LATTERS*. v. 452 n. 1-2, p. 22-25, 1999. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/S0014-5793\(99\)00663-8/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/S0014-5793(99)00663-8/full)>. Acesso em: 26 out. 2017.

Valente, André; Costa, Cátia. *Origem da Vida, as condições primordiais*. In: Brasil. (2011). *Astrobiologia outros mundos outras vida?*. Escola secundária Morgado de Mateus. Vila Real, 2011.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Tatiane Peters Donato – 50%

Berenice Chiavegatto Campos – 25%

Bruno Leonardo do Nascimento Dias – 25%