

REVISTA VIA TEOLÓGICA

Volume 20 – Número 39 – Junho / 2019




A GÊNESIS DA ÁGUA NA TERRA

Dr. Cleomacio Miguel da Silva

A GÊNESIS DA ÁGUA NA TERRA

Genesis of Water on Earth

Dr. Cleomacio Miguel da Silva¹

¹ Cleomacio Miguel da Silva é professor Adjunto de Física e Matemática da Universidade de Pernambuco (UPE). Possui graduação em Física pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco e Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência na área de Engenharia Nuclear, Modelagem Matemática, Estatística, Física Matemática, Biofísica, Eletromagnetismo, Química Analítica e Química Ambiental.   /ORCID:  CV: <http://lattes.cnpq.br/4646424965040385> / <https://orcid.org/0000-0002-0217-1087>. cleomacio@hotmail.com.

RESUMO

Enquanto que no livro de Gênesis o seu autor descreve os atos criativos de Deus, nos capítulos 38 a 41 do livro de Jó, o próprio Deus, usando de métodos dialéticos para com o patriarca, descreve em detalhes o Seu poder como Criador e Mantenedor de todas as coisas na Terra e no Universo. Contrariamente ao pensamento naturalista da criação governado pelas leis do acaso, Deus mostrou, em seu diálogo com Jó, que Ele criou todas as coisas com um propósito específico. O relato bíblico do primeiro capítulo do livro do Gênesis mostra a existência da água antes da semana da criação, quando diz na última parte do versículo 2: *e o Espírito Santo pairava por sobre as águas. Existem muitas teorias científicas que tentam explicar a origem da água na Terra. Porém, nenhuma tem a palavra final, o que abre a discussão sobre como este líquido tão precioso chegou até o nosso Planeta. Para muitos cientistas, a presença de água na Terra ainda é um grande mistério. Nem o livro de Gênesis aborda como a água surgiu no Planeta, apenas diz que ela já estava lá, bem antes de Deus trazer vida a Terra. Também não se sabe qual era a composição dessa água, antes do Criador usá-la como fonte de vida. A Terra surgiu da água (Gênesis 1.9-10), o que indica a importância desta substância na criação estabelecida pelo Deus Todo-Poderoso. Sendo assim, e dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo foi apresentar algumas pesquisas atuais sobre as principais teorias que abordam a origem da água na Terra, analisando-as sobre a lente de Gênesis 1:2, última parte.*

Palavras-chaves: Criação Divina. Astronomia; Acreção Planetária; Gelo; Deutério.

ABSTRACT

While in the book of Genesis, its author describes the creative acts of God, in chapters 38 to 41 of Job's book, God himself using dialectical methods toward the patriarch, describes in detail His power as Creator and Sustainer of all things on earth and in the universe. Contrary to the naturalistic thinking of creation governed by the laws of chance, God showed in his dialogue with Job, that He created all things for a specific purpose. The biblical account of the first chapter of the book of Genesis shows the existence of water before the week of creation when it says in the last part of verse 2: *and the Holy Spirit hovered over the waters*. There are many scientific theories that try to explain the origin of water on Earth. However, none of them have the final word, which opens the discussion about how this precious liquid arrived to our Planet. For many scientists, the presence of water on Earth is still a great mystery. Neither does the book of Genesis discuss how water arose on the Planet, but it says it was already there, long before God brought life to Earth. Also, it is not known what the composition of this water was, before the Creator uses it as the source of life. The earth arose from the water (Genesis 1: 9 and 10), which indicates the importance of this substance in the process of creation established by Almighty God. Thus, and within this context, the objective of the present study was to present some current research on the main theories that address the origin of water on Earth, analyzing them on the lens of Genesis 1: 2, last part.

Keywords: Divine Creation; Astronomy; Planetary accretion; Ice; Deuterium.

INTRODUÇÃO

Quando se faz um estudo minucioso entre o livro de Gênesis e o livro de Jó, sobre o relato da criação, observa-se que os capítulos 38 a 41 do livro de Jó fornecem detalhes que não foram revelados nos capítulos 1 e 2 do livro de Gênesis. Após diferentes diálogos filosóficos entre Jó e seus amigos, Deus interrompeu a falácia contraditória dos homens, apresentando seus argumentos como Criador e Mantenedor de todas as coisas criadas na Terra e no Universo. Inclusive, ao falar sobre o pó da terra (partículas) e o Universo, Deus mostrou que tem domínio sobre o mundo micro e macro. Na universalidade dos temas apresentados, Deus faz perguntas retóricas visando chamar a atenção dos seus interlocutores para um *feedback*, *se eles tiverem condições de responder* (Jó 38.3). *Entretanto, nenhum dos ouvintes apresentou réplica às perguntas feitas pelo Criador. A única resposta foi apresentada pelo próprio Jó (Jó 40.3-5). Ver-se o quanto a falácia filosófica dos homens transforma-se em pó, quando comparada como poder criador do Todo-Poderoso, pois todas as coisas foram feitas através dele, e, sem Ele, nada do que existe teria sido feito* (Jo 1.3). Mesmo Jó, um homem temente a Deus, não compreendia totalmente a atuação de Deus na natureza (Jó 38.1-2). O patriarca Jó, em sua sinceridade e humildade, confessou a Deus que ele era incapaz de entender os planos divinos (Jó 42.1-6). Assim, é impossível que argumentos filosóficos humanos pudessem ultrapassar os planos estabelecidos por Deus na regência dogmática das leis da natureza.

Na confissão de Jó (Jó 42.1-6), ele mostrou o seu arrependimento por ter falado de coisas que estavam além da sua compreensão. Isto mostra que, mesmo aqueles que são tementes a Deus, podem não ter uma compreensão mais ampla da atuação Dele na criação da Terra e do Universo, ficando presos a sua cosmovisão filosófica. Pelos diálogos apresentados por Jó e seus amigos, percebe-se que existia o temor de Deus na cidade onde

eles residiam. Porém, muitos diálogos estão entremeados de especulações filosóficas sobre a criação, o que dificultou, por partes deles, a compreensão da atuação de Deus na natureza. Nos capítulos 38 a 41 do livro de Jó, Deus usou os métodos dialéticos da maiêutica e da ironia para mostrar aos seus interlocutores a importância de observar na natureza Sua atuação, mesmo que em muitas situações isto não fosse completamente entendido. Tudo deveria ser aceito pela fé nas coisas reveladas pelo próprio Criador.

Muitos têm feito a pergunta: de onde veio a água relatada no livro de Gênesis? Na cosmovisão criacionista pode-se dizer que Deus criou todas as coisas, e que a água estava ali por um ato miraculoso do Criador. Não existe nada de errado nesta retórica, mas Deus, como Criador e Mantenedor, criou as leis naturais e as tem sobre o Seu eterno domínio. Assim, todas as coisas criadas seguem leis estabelecidas pelo Criador, obedecendo à fenomenologia dos acontecimentos naturais do processo da criação em relação ao tempo (Ec 3.11). Então, acreditamos que as coisas criadas obedecem às suas ordens, dentro do claro contexto: *Assim diz o Senhor. A Bíblia Sagrada, no livro de Gênesis, não relata como a água chegou até o Planeta Terra, diz apenas que ela já estava lá, bem antes do estabelecimento da semana da criação. Por outro lado, muitos cientistas elaboraram diversas teorias com a finalidade de explicar o surgimento da água em nosso Planeta. Tais como os amigos de Jó, muitos cientistas estão procurando explicação na natureza para explicar a própria natureza, quando, na verdade, a explicação correta dos atos criativos do Deus Todo-Poderoso está claramente revelada na Bíblia Sagrada.*

Deus separou as águas do planeta Terra em duas partes: as águas abaixo do firmamento e as águas sobre o firmamento (Gn 1.7). A água era tão abundante na Terra, que o processo de evaporação proveniente do solo foi suficiente para mantê-la irrigada sem a necessidade de chuvas (Gn 2.5-6). Durante o dilúvio, as

águas de debaixo e de cima do firmamento inundaram a Terra (Gn 7.11-12), deixando-a totalmente submersa (Gn 7.19-20). Com as águas do dilúvio (Gn 7.10), o planeta Terra voltou às mesmas condições de inundação que havia antes da semana da cria o. Então, voltamos   pergunta: de onde veio tanta  gua? Bem antes de Sócrates, Deus usou perguntas retóricas para estimular seus interlocutores a buscarem nas leis da natureza argumentos científicos para a sistematiza o do conhecimento, que, pelo estudo racional, levaria   f  nas revela es deixadas na natureza pelo próprio Criador, porque os atributos invisíveis de Deus, assim o seu eterno poder, como também a sua própria divindade, claramente se reconhecem, desde o princípio do mundo, sendo percebidos por meio das coisas que foram criadas. Tais homens são, por isso, indesculp veis (Rm 1.20).

1. PERGUNTAS NÃO RESPONDIDAS

Muitas perguntas feitas pelo Criador nos capítulos 38 a 41 do livro de J , ainda estão sem respostas, e muitas delas nem respostas ter o. Vejamos alguns exemplos: Quem entende a majestade de Deus? (Já 37.22); o que   a morte? (J  38.17); quais os tesouros da saraiva? (J  38.22); como surgiu a matéria? (Já 38.38); como a Terra foi formada? (J  38.4-6); quem criou os corpos celestes? (J  38:4-6 e 36); além da Terra, existe vida no Universo? (Já 38.7); como surgiu a  gua? (Já 38.25-30); quem formou o mar? (J  38.16); quem criou a luz e as trevas? (J  38.19-20). Nestas perguntas e em outras mais, encontram-se resumidas as indaga es sobre as grandes questões formuladas pela humanidade no transcorrer dos séculos. No capítulo 39 do livro de J , Deus falou sobre o Seu cuidado para com as alim rias selvagens, apresentando detalhes da vida de muitos animais em cada ecossistema e suas complexidades. Diferente do doutrinamento do naturalismo, que   regido pelas leis do acaso da probabilidade deletéria que governa sobre a égide evolucionista, o capítulo 39 do livro de Já mostra uma organiza o perfeitamente diri-

gida, não pelas causas aleatórias, mas por processos interligados e individualizados para cada comunidade ecológica, sob o comando do Deus Todo-Poderoso. Em pleno século XXI, onde a luz do conhecimento se difunde nos recônditos do planeta, ainda assim somos incompetentes para entender e responder as perguntas retóricas dos capítulos 38 a 41 do livro de Jó. No geral, isto é decorrente de se querer enxergar a criação perfeita de Deus, usando as lentes embotadas da crença naturalista. Também, mesmo usando a cosmovisão criacionista como guia para o entendimento das perguntas elaboradas pelo Criador a Jó, não se tem como chegar às respostas definitivas dos atos criativos de Deus. As perguntas feitas pelo Criador, nos capítulos 38 a 41 do livro de Jó, são difíceis de responder, mas incertezas não devem ficar fechadas no tempo. Cabe, portanto, ao pesquisador diligente apoderar-se das argumentações do Criador como incentivos à investigação dos fenômenos naturais, considerando cada um deles como revelação específica do Deus Todo-Poderoso.

Diferentemente de Darwin, que defendeu que as espécies evoluíram ao acaso, Salomão dizia que tudo foi criado por Deus (Pv 3.19-20 e 8.22-31). Os argumentos de Salomão sobre a criação como um ato divino estão em concordância com os capítulos 38 a 41 do livro de Jó. Então, a quem devemos dar crédito: a Salomão, cuja sabedoria era maior do que a de todos do Oriente e do que toda a sabedoria dos egípcios, ou a Charles Darwin, que ao estudar a natureza, concluiu que a vida surgiu ao acaso? É muito provável que Salomão tenha aprendido com o seu Pai Davi, que Deus, o Criador, formou o homem de modo assombrosamente maravilhoso (Sl 139.13-16). Este princípio descarta a ideia defendida pelo naturalismo evolucionista, de que o ser humano é produto de processos aleatórios intercambiáveis sujeitos totalmente às leis do acaso. Portanto, a criação é um ato de Deus, *pois tudo o que o Senhor quis, fez, nos céus e na terra, nos mares e em todos os abismos* (Sl 135.6). Com isto, a dialética de Deus, abordada nos capítulos 38 a 41 do livro de Jó, possui

infinitamente mais argumentos científicos do que toda a crença evolucionista defendida pelo naturalismo filosófico. Assim, cada teoria científica deve sempre ser submetida ao crivo da Bíblia Sagrada. Têm surgido muitas teorias sobre a origem da água na Terra, e descreveremos, a seguir, as mais atuais e seus argumentos científicos.

2. TEORIAS SOBRE O SURGIMENTO DA ÁGUA NA TERRA

Diversas teorias têm surgido para tentar explicar a origem da água no planeta Terra. A água é onipresente em todo o sistema solar, em gelo de cometas, oceanos terrestres, as luas geladas dos planetas gigantes e as bacias sombreadas de Mercúrio.² A água deixou seus minerais hidratados em meteoritos, nos balsos lunares³ e em inclusões marcianas.⁴ A origem da água no Sistema Solar é estudada através da relação deutério/hidrogênio (D/H).⁵ A quantidade de deutério (D) em relação ao hidrogênio (H) de uma molécula depende de seu ambiente de formação. Sendo assim, a fração D/H na água pode ser usada para diferenciar entre os ambientes de origem propostos. O gelo interestelar, revelado pela sublimação próxima à formação de estrelas jovens, também exibe níveis elevados de enriquecimento de deutério, de 2 a 30 vezes o da água terrestre.⁶ Não se sabe até que ponto

206

- 2 Encrenaz, T. “Water in the Solar System”. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 46, p. 57-87, 2008. Lawrence, D. J. et al. “Evidence for Water Ice Near Mercury’s North Pole from MESSENGER Neutron Spectrometer Measurements”. *Science*, 339, 6117, p. 292-296, 2013.
- 3 Barnes, J. J. et al. “The origin of water in the primitive Moon as revealed by the lunar highlands samples”. *Earth and Planetary Science Letters*, 390, p. 244-252, 2014.
- 4 Usui, T. et al. “Origin of water and mantle–crust interactions on Mars inferred from hydrogen isotopes and volatile element abundances of olivine-hosted melt inclusions of primitive shergottites”. *Earth and Planetary Science Letters*, 357-358, p. 119-129, 2012.
- 5 Cleaves, L. I. et al. “The ancient heritage of water ice in the solar system”. *Science*, 345, 1590-1593, 2014.
- 6 Dartois, E. et al. “Revisiting the solid HDO/H₂O abundances”. *Astronomy & Astrophysics*, v. 399, p. 1009-1020, 2003. Coutens, A. et al. “A study of deuterated water in the low-mass

o gelo interestelar extremamente deuterado foi incorporado em planetesimais ou se, em vez disso, o registo químico interestelar é apagado por reprocessamento durante a formação do disco.⁷

A presença de água líquida foi importante para que a Terra tivesse condições de sustentar a vida. Assim, compreender as origens da água em todo o sistema solar é um dos objetivos específicos da astrobiologia. Cometas e asteroides continuam sendo os objetos mais primitivos, fornecendo uma “cápsula do tempo” natural das condições presentes durante a época da formação do planeta. Suas composições refletem as do gás, poeira e, o mais importante, o gelo que circundava o Sol em seu nascimento, ou seja, o disco protoplanetário da nebulosa solar.⁸ Entretanto, permanecem questões abertas sobre quando e onde este gelo se formou, se eles (i) se originaram no meio interestelar denso no núcleo da nuvem molecular fria antes da formação do Sol ou (ii) são produtos de reprocessamento dentro da nebulosa solar.⁹ Entretanto, estudos de simulação computacional realizados por Cleeves *et al.*,¹⁰ usando o deutério (D) como traçador químico, mostraram, através da relação (D/H), que uma fração considerável da água do sistema solar é anterior à existência do Sol. Estes estudos mostraram que existe a probabilidade de que alguma quantidade de gelo interestelar sobreviveu à formação do sistema solar e foi incorporada aos corpos planetesimais.

A relação deutério/hidrogênio (D/H) da Terra pode ser

protostar IRAS 16293-2422”. *Astronomy & Astrophysics*, 539, A132, 2012. Persson, M.V. et al. “Subarcsecond resolution observations of warm water toward three deeply embedded low-mass protostars”. *Astronomy & Astrophysics*, 541, A39, 2012.

7 Visser, R. et al. “The chemical history of molecules in circumstellar disks I. Ices”. *Astronomy & Astrophysics*, 495, p. 881-897, 2009. Yang, L. et al. “The D/H ratio of water in the solar nebula during its formation and evolution”. *Icarus*, 226, p. 256-267, 2013.

8 Ver Cleeves, L. I. et al. “The ancient heritage of water ice in the solar system”. *Science*, 345, p. 1590-1593, 2014.

9 Robert, F. et al. “The Solar System d/h Ratio: Observations and Theories”. *Space Science Reviews*, 92, p. 201-224, 2000.

10 Ver Cleeves, L. I. et al. “The ancient heritage of water ice in the solar system”. *Science*, 345, p. 1590-1593, 2014.

usada para estudar a origem de sua água. No entanto, o reservatório mais acessível, os oceanos, pode não mais representar a relação D/H original (primordial), devido às mudanças causadas pelo ciclo da água entre a superfície e o interior.¹¹ Assim, um reservatório completamente isolado dos processos de superfície é necessário para definir a assinatura D/H original da Terra. Hallis et al.¹² obtiveram dados da ilha de Baffin, Canadá e das lavas islandesas, e mostraram que o manto profundo possui baixa relação D/H, o que indicou a existência de um componente dentro do interior da Terra que herdou sua relação D/H diretamente da nebulosa protosolar. Segundo este estudo, teria acontecido à Terra durante a acreção inicial, via grãos de poeira com H₂O adsorvido herdado diretamente da nebulosa protosolar. A temperatura era alta na Terra durante o início do sistema solar. Entretanto, a temperatura entre 500 a 1000 K ainda permitiria a adsorção de 25 a 30% da água do oceano da Terra em grãos fractais durante o processo da acreção do planeta.¹³ Do ponto de vista geoquímico isto é muito interessante, pois dados obtidos recentemente em minérios de zircão mostraram que a Terra durante a sua formação não era um grande caldeirão de lavas escaldantes com temperaturas acima de 1000 °C, na chamada era geológica Hadeana.¹⁴ Segundo estes autores, as concentrações elevadas de oxigênio nos minérios de zircões de Jack Hills, Austrália, indicaram a existência de água líquida na superfície da Terra, há pelo menos 400 milhões de anos antes do surgimento das rochas sedimentares conhecidas mais antigas, da Groelândia. As pesquisas sugeriram a possibilidade de haver oceanos

11 Hallis, L. J. et al. “Evidence for primordial water in Earth’s deep mantle”. *Science*, 350, p. 795-797, 2015.

12 Hallis, L. J. et al. “Evidence for primordial water in Earth’s deep mantle”. *Science*, 350, p. 795-797, 2015.

13 Drake, M. J. “Origin of water in the terrestrial planets”. *Meteoritics & Planetary Science*, 40, p. 519-527, 2005.

14 Valley, J. W. et al. “A cool early Earth”. *Geology*, 30, 4, p. 351-354, 2002.

naquele tempo, tornando o clima primitivo da Terra mais parecido com uma sauna do que com uma bola de fogo Hadeana. Em outro estudo realizado por Cavosie et al.¹⁵ em 20 amostras de cristais de zircão de Jack Hills, foram observadas também proporções elevadas de oxigênio que indicaram temperaturas mais baixas na superfície da Terra e a presença de oceanos há 4,2 bilhões de anos, por datação radiométrica. Estudos têm mostrado que o manto terrestre armazena grandes quantidades de água associadas ao mineral ringwoodita que se forma da olivina sob grande pressão.¹⁶ Os cientistas conseguiram produzir ringwoodita no laboratório combinando a olivina mineral com água sob altas temperaturas e pressões. O mineral também foi encontrado em meteoritos.¹⁷ No entanto, no planeta Terra, o ringwoodita foi encontrado pela primeira num diamante extraído do município de Juína, Mato Grosso. Esta também foi a primeira vez que um mineral do manto foi encontrado na superfície da Terra. O ringwoodita contém 1,5% de água na forma de hidroxila (OH-).¹⁸ De acordo com Pearson et al.,¹⁹ isto é a confirmação de que existe uma quantidade muito grande de água que está presa em uma camada realmente distinta na Terra profunda.

No relato sucinto de Gênesis 1.2 não é possível saber em que condições estava a água antes de ser utilizada no processo da criação. Não se sabe quanto tempo o planeta Terra ficou

¹⁵ Cavosie, A.J. et al. "Magmatic d18O in 4400-3900 Ma detrital zircons: a record of the alteration and recycling of crust in the early Archean". **Earth and Planetary Science Letters**, 235, 3, p. 663-681, 2005.

¹⁶ Schmandt, B. et al. "Dehydration melting at the top of the lower mantle". *Science*, 344, 6189, p. 1265-1268, 2014. Pearson et al. "Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond". **Nature**, 507, p. 221-224, 2014.

¹⁷ Pearson et al. "Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond". **Nature**, 507, p. 221-224, 2014.

¹⁸ Pearson et al. "Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond". **Nature**, 507, p. 221-224, 2014.

¹⁹ Pearson et al. "Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond". **Nature**, 507, p. 221-224, 2014.

submerso na água, até que todas as condições necessárias para a existência da vida fossem estabelecidas. Assim, fazendo uma estimativa em relação aos acontecimentos naturais que levaram à criação do nosso Sistema Solar, sem entrar em conflito com as etapas dos atos criativos de Deus em Gênesis (períodos de dias literais de 24 horas), pode-se intuir que, durante a acreção da Terra, uma grande quantidade de energia térmica foi gerada no planeta recém-formado,²⁰ estando a água deuterada adsorvida nos minerais em seu interior.²¹ Assim, pode-se estimar que a água deuterada na forma de gelo²², ao entrar em contato com o calor, derreteu-se, ficando líquida e gasosa. Depois do resfriamento do planeta,²³ grande quantidade de água ficou retida no manto,²⁴ enquanto outra parte, na forma de vapor, ajudou na composição da atmosfera.²⁵ Tais procedimentos são baseados em hipóteses estatísticas de eventos que foram simulados em sistemas computacionais avançados, mas que não descrevem definitivamente a origem da água em nosso planeta. Entretanto, a sequência dos relatos científicos apresentados não conflita com o relato da criação do livro do Gênesis, pois nada sabemos em relação às condições da Terra antes do ato criativo de Deus. Se considerarmos que o Universo criado é antigo, então o nosso Sistema Solar foi criado através de matéria antiga. Deus não precisou criar nova matéria, pois esta existe em abundância no

20 Ver Cleeves, L. I. et al. “The ancient heritage of water ice in the solar system”. *Science*, 345, p. 1590-1593, 2014.

21 Ver Schmandt, B. et al. “Dehydration melting at the top of the lower mantle”. *Science*, 344, 6189, p. 1265-1268, 2014. Ver Pearson et al. “Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond”. *Nature*, 507, p. 221-224, 2014.

22 Ver Encrenaz, T. “Water in the Solar System”. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 46, p. 57-87, 2008. Ver Dartois, E. et al. “Revisiting the solid HDO/H₂O abundances”. *Astronomy & Astrophysics*, v. 399, p. 1009-1020, 2003.

23 Ver Valley, J.W. et al. “A cool early Earth”. *Geology*, 30, 4, p. 351-354, 2002.

24 Ver Pearson et al. “Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond”. *Nature*, 507, p. 221-224, 2014.

25 Parai, R.; Mukhopadhyay, S. “Xenon isotopic constraints on the history of volatile recycling into the mantle”. *Nature*, 560, p. 223-227, 2018.

Universo. Isto não significa que Ele não pudesse criar do nada, mas Deus utiliza sempre o princípio da otimização (princípio da ação mínima). Tal procedimento não prejudica o Seu ato criativo de seis dias literais de 24 horas. Por outro lado, os métodos de datação radiométrica indicam um Sistema Solar e um planeta Terra com idades de aproximadamente, 4,5 bilhões de anos.²⁶ Porém, a existência da água antecede a criação da Terra. Em Gênesis 1.7 é relatada a existência de grande quantidade de água presente na Terra. Isto não entra em conflito com as pesquisas científicas que apresentaram estimativas sobre a origem da água no Sistema Solar e na Terra. Estas teorias apenas confirmam o que a Bíblia relata em Gênesis, sobre a existência da abundância de água antes da criação.

REFERÊNCIAS

Barnes, J. J. et al. “The origin of water in the primitive Moon as revealed by the lunar highlands samples”. **Earth and Planetary Science Letters**, 390, p. 244-252, 2014.

211

Cavosie, A. J. et al. “Magmatic d18O in 4400-3900 Ma detrital zircons: a record of the alteration and recycling of crust in the early Archean”. **Earth and Planetary Science Letters**, 235, 3, p. 663-681, 2005.

Cleeves, L. I. et al. “The ancient heritage of water ice in the solar system”. **Science**, 345, p. 1590-1593, 2014.

Coutens, A. et al. “A study of deuterated water in the low-mass protostar IRAS 16293-2422”. **Astronomy & Astrophysics**, 539, A132, 2012.

²⁶ Ver Encrenaz, T. “Water in the Solar System”. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, 46, p. 57-87, 2008.

Dartois, E. et al. “Revisiting the solid HDO/H₂O abundances”. **Astronomy & Astrophysics**, v. 399, 1009-1020, 2003.

Drake, M. J. “Origin of water in the terrestrial planets”. **Meteoritics & Planetary Science**, 40, p. 519-527, 2005.

ENCRENAZ, T. “Water in the Solar System”. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, 46, p. 57-87, 2008.

HALLIS, L. J. et al. “Evidence for primordial water in Earth’s deep mantle”. **Science**, 350, p. 795-797, 2015.

LAWRENCE, D. J. et al. “Evidence for Water Ice Near Mercury’s North Pole from MESSENGER Neutron Spectrometer Measurements”. **Science**, 339, 6117, p. 292-296, 2013.

PARAI, R.; Mukhopadhyay, S. “Xenon isotopic constraints on the history of volatile recycling into the mantle”. **Nature**, 560, p. 223-227, 2018.

PEARSON *et al.* “Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within Diamond”. **Nature**, 507, p. 221-224, 2014.

Persson, M. V. *et al.* “Subarcsecond resolution observations of warm water toward three deeply embedded low-mass protostars”. **Astronomy & Astrophysics**, 541, A39, 2012.

Robert, F. *et al.* “The Solar System d/h Ratio: Observations and Theories”. *Space Science Reviews*, 92, 201-224, 2000.

Schmandt, B. *et al.* “Dehydration melting at the top of the lower mantle”. **Science**, 344, 6189, p. 1265-1268, 2014.

Usui, T. *et al.* “Origin of water and mantle–crust interactions on Mars inferred from hydrogen isotopes and volatile element abundances of olivine-hosted melt inclusions of primitive shergottites”. **Earth and Planetary Science Letters**, 357-358, p. 119-129, 2012.

Valley, J. W. *et al.* “A cool early Earth”. **Geology**, 30, 4, p. 351-354, 2002.

Visser, R. *et al.* “The chemical history of molecules in circumstellar disks I. Ices”. **Astronomy & Astrophysics**, 495, p. 881-897, 2009.

Yang, L. *et al.* “The D/H ratio of water in the solar nebula during its formation and evolution”. **Icarus**, 226, p. 256-267, 2013.



A Revista Via Teológica está licenciada com uma Licença
Creative Commons
Atribuição – Não Comercial – Sem Derivações - 4.0 Internacional