

Civilização em Netuno

Eduardo Dutra Pastor, Lissa Campos, Lucas Magno e Pedro Henrique Bernardinelli

1 de julho de 2013

1 Descrição

Netuno(Ψ) é o oitavo planeta do sistema solar, o mais distante do Sol. Observado primeiramente por Galileu em 1612 e descoberto oficialmente em 1846, este planeta recebe o nome do deus romano do mar. É o quarto maior planeta do sistema solar, com um volume de $57.72V_{\oplus}$, e o terceiro maior em massa com uma massa de $17.15M_{\oplus}$. Devido à seu grande volume, a gravidade na superfície se torna menor, sendo ela $1.14g$, algo que pode ser vantajoso para uma possível colonização humana. Seu período de rotação é de 16h, ou seja, 0.67 dias terrestres. Seu ano dura muito mais, tendo um total de 164.91 anos terrestres. Sua inclinação axial é de 28.32° , próxima à da Terra, que é de 23° . Com isso, teríamos mudanças climáticas periódicas parecidas com as que acontecem aqui na Terra. Ele está, em média, a $4.494 \cdot 10^{12}m$ do Sol, ou seja, aproximadamente 30 vezes a distância Terra-Sol.

Em altitudes altas, a atmosfera é primariamente de H_2 (cerca de 80%), He (com 19%) e um pouco de metano (CH_4). Sua atmosfera, então, se divide em duas partes: a *troposfera*, onde a temperatura cai com a altitude, e a *estratosfera*, onde a temperatura aumenta com a altitude, em que se encontra, também, traços de monóxido de carbono(CO) e cianeto de hidrogênio(HCN). A divisão entre as duas se dá a uma pressão de 10kPa. Então, temos a *termosfera*, com pressões entre 1 e 10Pa, que transforma-se, então, na *exosfera*. Além disso, temos nuvens muito densas, de composição variada. Em nuvens muito elevadas, a pressão baixa permite a condensação do metano. Em altitudes mais baixas, abaixo da atmosfera, temos nuvens de amônia (NH_3) e sulfeto de hidrogênio (H_2S). Quando a pressão passa de 5atm, as nuvens podem apresentar também sulfeto de amônia, $(NH_4)_2S$, e água (H_2O) e, em pressões acima de 50atm, nuvens de gelo são encontradas.

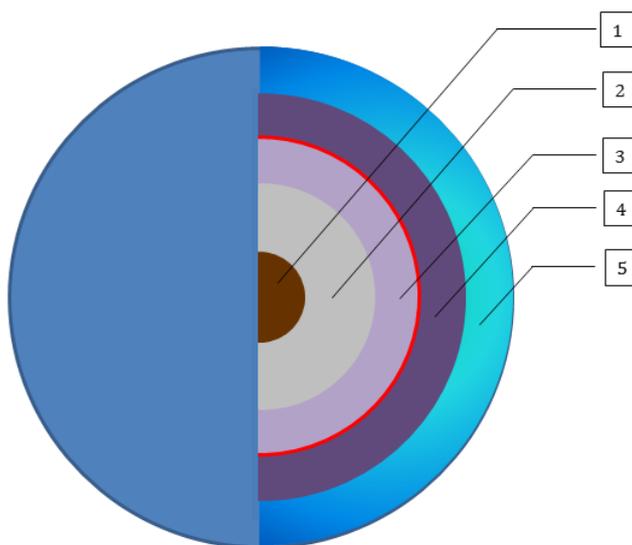
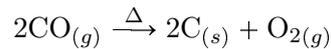


Figura 1: Estrutura interna

Legenda: 1 - núcleo, 2 - manto, 3 - troposfera, 4 - estratosfera, 5 - termosfera e exosfera

Na estratosfera, podemos, fornecendo uma certa quantidade de energia, em torno de $2.1 \cdot 10^2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, transformar o CO em oxigênio(O_2) pela seguinte reação:



Logo, é possível obter um pouco de ar respirável nesse planeta.

A temperatura na maior parte do planeta não é amigável a formas de vida terrestres, pois está na casa de 70K, porém, no pólo sul, na região da troposfera, a temperatura máxima é próxima de 283K, ou seja, 10°C. Essa temperatura possibilitaria a criação de ecossistemas parecidos com os da Groenlândia, Alasca e Rússia: vegetação rasteira, característica da turfa, utilizando CO_2 proveniente de animais que poderiam habitar a região, como ursos polares, renas, lobos e, claro, seres humanos.

Seria necessário a criação de um solo artificial, já que o planeta é essencialmente gasoso, algo que poderia ser feito a partir de bolhas para sustentação de O_2 e outros gases, de forma a tornar a densidade próxima do meio externo, o que evitaria uma queda livre para o núcleo.

Outra coisa que se tornaria necessária seria a criação de fontes de luz artificial para as plantas fazerem fotossíntese, já que o fluxo solar ($L_{\odot} = 3.846 \cdot 10^{26} \text{W}$) em Netuno é:

$$F_{\Psi} = \frac{L_{\odot}}{4\pi d^2} = 1,52 \text{W/m}^2 \approx 1.15 \cdot 10^{-3} F_{\oplus}$$

Para a obtenção de água, é possível derreter as núvens de H_2O encontradas no planeta ou, ainda, retirar o gelo encontrado em uma de suas luas, Tritão. De lá também é possível obter nitrogênio(N_2) e gás carbônico(CO_2).

Em Tritão, também seria possível desenvolver uma civilização. Ela é a única lua do Sistema Solar a ter uma órbita retrógrada, ou seja, ela gira ao contrário do planeta. É menor que a Terra, com um raio de $2,1 \cdot 10^{-1} R_{\oplus}$ e uma massa de $3.6 \cdot 10^{-3} M_{\oplus}$. É rochoso, com um núcleo composto de rocha e metais, um manto congelado e uma crosta de nitrogênio e água congelados. A presença de solo se torna uma vantagem em relação à Netuno, já que uma tecnologia menor seria necessária para a fixação do solo. Porém, a gravidade de $7 \cdot 10^{-2} g$ nesta lua se torna um problema, junto com a temperatura de 38K. O período de rotação é sincronizado com Netuno, logo, o mesmo hemisfério da lua será visto do planeta, análogo ao que acontece com a Terra e a Lua.

Nesta lua, também encontra-se CO_2 congelado, que poderia ser derretido e transformado em O_2 ou aproveitado pelas plantas para fotossíntese.

Os outros satélites do planeta são muito menores que Tritão, alguns apresentando formas irregulares e todos com temperaturas baixíssimas, o que os torna ambientes nem um pouco amigáveis à civilização.

2 Habitações

Para habitar a superfície de Netuno, os colonizadores deverão construir casas muito sofisticadas. Elas deverão ser capazes de resistir a ventos de quase 2000km/h e consequentes furacões. e deverão ter proteções térmicas ou aquecedores, pois lá fora é em média -200°C ! Além disso, um dos campos mais importante da fisiologia dos colonizadores (supostos *Homo sapiens*) é o sistema respiratório. Considerando isto as casas deverão possuir um mecanismo capaz de criar uma atmosfera interna parecida com a da Terra, já que a atmosfera de Netuno nem sequer possui oxigênio. Vale destacar também que seria difícil transitar de um lugar para outro, os habitantes deverão usar meios de transporte extremamente sofisticados para tal façanha. Este fato não é devido à gravidade na superfície do planeta, que é aproximadamente 11m/s^2 , mas sim devido aos fortes ventos, que apesar de serem desfavoráveis à habitação na superfície de Netuno, eles caracterizam uma excelente oportunidade de obtenção de energia eólica.

Uma maneira mais viável que a considerada acima para habitar Netuno seria por meio da construção de cidades flutuantes em sua atmosfera 50km acima da superfície, onde as nuvens são parecidas com as da Terra. Neste caso, as casas não precisarão de proteções incríveis em relação aos ventos e furacões, mas ainda deverão ter sistemas impressionantes para regularizar a temperatura e o ar ambiente.

Por meio de balões de hidrogênio, grandes massas podem ser suspensas na densa atmosfera de Netuno. Assim, cada balão de hidrogênio poderá suspender uma casa para um grupo de habitantes e cada casa

deverá possuir um mecanismo capaz de criar um microclima favorável à vida. Uma possível via para criar essa “casa bolha habitável” é utilizando o monóxido de carbono já presente na atmosfera de Netuno para obter oxigênio, importando Nitrogênio de Tritão e mantendo-os nas proporções 80% e 20% através de medidores. Será importante lembrar de trazer umas plantinhas para decorar as casas e consumir o CO₂ liberado pelos próprios habitantes. Além disso, será necessário umidificar um pouco o ar com água gasosa e controlar os níveis de iluminação artificial.

Criação de animais e plantações só seriam possíveis com a instalação de sistemas tão tecnologicamente desenvolvidos quanto as habitações. Os locais para desenvolver tais atividades deveriam ter os mesmo sistemas de controle de temperatura, atmosfera, iluminação e umidificação.

Colonizar Netuno será muito simples após o desenvolvimento de tecnologias como comidas em capsulas e teletransporte, que contribuiria para facilitar o dia-a-dia dos habitantes. A futura cidade está ilustrada na figura abaixo:



Figura 2: Ilustração de uma cidade em Netuno

3 Características físicas

Netuno, infelizmente, não é favorável à habitação em sua superfície. Com uma superfície completamente oceânica (manto líquido) a temperaturas maiores que 2000K e altas pressões. Além disso, sua atmosfera apresenta intensa atividade climática, com ventos que podem chegar a velocidades supersônicas. No entanto, tais ventos podem ser usados para a produção de energia por naves flutuantes.

Em termos de habitabilidade, o melhor local para a criação de uma capital seria o satélite Tritão, com 21% do raio da Terra (1,353.4km) e 15.5% da área continental terrestre e com uma fina atmosfera ($1/70,000\text{atm}$) de, principalmente, nitrogênio. Sua superfície é coberta por nitrogênio, água e dióxido de carbono congelados, devido a sua temperatura superficial de 38K. É relativamente lisa e nova, com atividade vulcânica de água, amônia e nitrogênio líquido. Por essas razões, a superfície não é idealmente habitável, mas seu criovulcanismo indica maiores temperaturas abaixo da superfície. Acredita-se que, graças a seu núcleo aquecido, exista um oceano subterrâneo, muito mais habitável que qualquer outra região em Netuno ou seus outros satélites.

Com pouca luz solar incidindo sobre sua superfície (embora suficiente para alguns mecanismos de criovulcanismo) e atmosfera rarefeita, Tritão não apresenta muitos recursos a serem explorados, porém sua atividade geológica pode ser utilizada para produção de energia. Já Netuno tem atmosfera composta basicamente de hidrogênio, o que favorece muito sua exploração para fusão nuclear, gerando energia suficiente para sustentar a vida em Netuno e Tritão e para atividade comercial com outros planetas do Sistema Solar, mantendo um suprimento de oxigênio, alimentos, metais e produtos industrializados. Quanto ao exercício da atividade astronômica, Netuno não é nem um pouco favorável, pois não oferece solo estável, tampouco atmosfera calma. Tritão é uma alternativa muito mais viável, com superfície fria e regular em sua maioria e uma ínfima atmosfera que não apresentaria nenhum bloqueio considerável às observações, não apresentando, portanto, muita diferença para com as observações feitas em órbita. A 30.1AU do Sol, seu grande raio orbital é uma ferramenta poderosa para paralaxe, permitindo medidas diretas para muitas novas estrelas e melhor precisão nas já existentes.

4 Ecossistema

O estudo de possíveis ecossistemas de Netuno se concentrará no planeta em si em três de seus satélites naturais: Tritão, Proteu e Nereida. Netuno e Tritão já foram estudados pela Voyager 2, em 1989, mas estas sondas não entraram em contato com a superfície ou a atmosfera destes astros, sendo improvável a contaminação com vida proveniente da Terra.

Netuno parece um lugar improvável para abrigar qualquer forma de vida que possamos comparar com as presentes aqui na Terra. Algumas das condições aceitas para que seja viável a existência de vida é a presença dos elementos químicos Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre e a outra condição é presença de água na forma líquida. No planeta, observamos a presença de água, amônia e metano. Sinais de oxigênio molecular, fósforo e enxofre não foram detectados. O problema é a condição em que se encontra o meio líquido: temperaturas entre 2000K e 5000K, com pressões na ordem de 10GPa. Estas condições, aqui na Terra, são características de técnicas de esterilização, pois são incompatíveis com as formas de vida que aqui conhecemos.

Mas a formação de biomoléculas como aminoácidos e nucleotídeos parece ser comum no universo. Estas substâncias já foram detectadas em cometas e meteoritos e já foram geradas em laboratório em experimentos que simularam as condições primordiais da Terra (Oparin, Miller e Urey). Logo, pode até ser possível a existência destas biomoléculas monoméricas em Netuno, mas a formação de macromoléculas como proteínas e ácidos nucleicos, que são extremamente sensíveis às condições físicas, dentro do limite do nosso conhecimento, parece improvável.

Mesmo espécies classificadas como extremófilas (condições extremas de vida) parece que não sobreviveriam às condições presentes em Netuno. As condições extremas de sobrevivência de bactérias extremófilas podem variar de -15°C a 120°C , muito fora dos parâmetros de temperatura presente nos planeta, sem contar outras condições.

Muito se fala sobre as formas de vida baseadas silicatos, ao invés de compostos de carbono, mas apesar do Silício ser extremamente abundante no nosso planeta, nenhuma forma de vida com esta base foi descoberta. Recentemente, a NASA divulgou a descoberta de bactérias que se utilizavam de Arsênio, altamente tóxico para a maioria dos seres vivos, em seus processos metabólicos, levantando mais uma questão

sobre as definições tradicionais de vida e abrindo possibilidades para que formas alternativas de vida existam em condições diversas das do nosso planeta.

Tritão, o maior dos satélites, o único com massa suficiente para entrar em equilíbrio hidrostático, é provavelmente o corpo mais frio do sistema. As condições de temperatura e pressão parecem ser um pouco mais amenas, apesar de pender para o extremo mais frio (40K). Há uma grande possibilidade de existir água líquida no subsolo do planeta e a presença de uma discreta atmosfera ($10\mu\text{Pa}$) com discreta quantidade de metano é animador para a perspectiva de vida. Mas mesmo assim, comparando-se com a vida existente na Terra, parece improvável.

Nereida, terceiro maior satélite de Netuno, apresenta gelo de água, mas não há sinais de água na forma líquida e nem de atmosfera. Já Proteu, segundo maior satélite do planeta, apresenta grande absorção da luz que recebe, sendo uma possibilidade para isto a presença de grande quantidade de matéria orgânica, podendo ser um indício de vida, ou uma condição para a existência desta.

Na existência de água líquida, podemos ainda pensar numa das formas mais primitivas de vida, que são moléculas de RNA isoladas, que possuem tanto as funções de armazenar o código genético, quanto a enzimática, sendo que este parece ter sido a primeira forma de vida de acordo com algumas teorias da arqueobiologia. Uma molécula isolada de RNA, talvez tenha condições de se manter nestes ambientes extremos e talvez dar origem a formas de vida mais complexas compatíveis com o meio.

Mesmo que todas as outras situações fossem contornadas, talvez fosse possível a existência de seres que obtivessem energia da oxidação do metano ou do nitrogênio, em processos anaeróbios, já que não temos oxigênio gasoso na atmosfera. Já foram descritas bactérias do filo Verrucomicrobia, capazes de obter energia da metabolização do metano. Já foram descritas bactérias que se utilizam de outros receptores de elétrons que não o oxigênio, como Ferro, Maganês ou enxofre, por exemplo, mas estes elementos não foram detectados em Netuno ou em seus satélites.

Não podemos nos esquecer que um ecossistema presume pelo menos uma cadeia alimentar, que é iniciada por uma fonte externa ou inorgânica de energia (solar, por exemplo). Aqui na Terra, o mais comum é a fotossíntese, que converte energia luminosa em química, através da produção de compostos orgânicos. No caso de Netuno e seus satélites, que estão a 30UA de distância do Sol, o fluxo de energia é 900 vezes menor do que o recebido pela Terra, o que inviabilizaria a fotossíntese. Teríamos que pensar em processos de quimiossíntese, como a reação de Sulfeto de Hidrogênio com Dióxido de Carbono, produzindo glicose. Ou, talvez, processos envolvendo reações com o nitrogênio, mas os processos conhecidos dependem de oxigênio.

Sendo assim, parece muito improvável que algum ecossistema, ou mesmo formas primitivas de vida se estabeleçam em Netuno ou em alguma de suas luas. Talvez Tritão comporte algo, como as moléculas primitivas de RNA, mas mesmo assim é improvável.

Referências

- [1] OLIVEIRA, K. & SARAIVA M.F.
Astronomia e Astrofísica - Ed. Livraria da Física, 2^a ed, 2004
- [2] What do we really know about Uranus and Neptune?
arXiv:1208.5551 [astro-ph.EP]
<http://arxiv.org/abs/1208.5551>
- [3] Solar System: Neptune, Nasa
<http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Neptune>
- [4] BERG, J.M. & TYMOCZKO J.L. & STRYER L.
Biochemistry - W. H. Freeman - New York, 2012 - 7th ed.